



Confort i qualitat de l'aire a les sales esportives

Anàlisi de l'inventari de sales interiors per a l'activitat esportiva de Catalunya

Informe 2022.



Barcelona, 1 de febrer de 2023

Avís legal



Aquesta obra està subjecta a la llicència de Reconeixement-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional de Creative Commons (CC) BY-NC-SA 4.0. Se'n permet la reproducció, distribució i comunicació pública sempre i quan se'n citi l'autor (Institut de Recerca en Energia de Catalunya. IREC) i no se'n faci un ús comercial de l'obra original ni de les possibles obres derivades, la distribució de les quals s'ha de fer amb una llicència igual a la que regula l'obra original.

Aquesta llicència es pot consultar a: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.ca>

INFORMACIÓ TÈCNICA

Autors:	Santiago Escudero, Luca Borghero i Jaume Salom
Revisat per:	Jaume Salom, Vanessa Pantoja, Begoña Carrero i Mariano Bordas

ÍNDEX

1. Introducció	5
2. Tipus de sales esportives	6
3. Anàlisi de l'inventari de sales esportives a Catalunya	10
3.1. Metodològia.....	10
3.2. Resultats.....	11
4. Revisió literària: Confort en sales esportives interiors	22
4.1. Normatives i reglamentacions sobre confort en les sales esportives	22
4.2. Avaluacions post-ocupacionals.....	27
4.3. Concentracions de contaminants a l'interior.....	28
4.4. Factors que afecten als models de confort.....	29
5. Afectació de la covid-19 a l'esport.....	32
6. Conclusions	35
6.1. Conclusions de l'Anàlisi de la Bases de Dades	35
6.2. Conclusions de la Revisió Literària.....	35
6.3. Conclusions generals.....	36
7. Bibliografia	37

RELACIÓ DE TAULES

Taula 1 Mòduls de les instal·lacions de la xarxa bàsica referents a les sales esportives.....	7
Taula 2 Tipus de sales incloses dins de la base metodològica del Cens d'Equipaments Esportius de Catalunya (CEEC).....	7
Taula 3 Tipus de sales segons l'Informe de resultats de l'Enquesta sobre l'ús i la gestió de les instal·lacions esportives amb piscina coberta a Catalunya.....	8
Taula 4 Tipus de sales definides a l'Anuari d'Estadístiques Esportives de 2022.....	8
Taula 5 Distribució de les sales esportives per comarca a Catalunya.....	12
Taula 6 Característiques generals de les sales amb els tipus d'activitats més comunes.....	14
Taula 7 Rangs de confort tèrmic especificats al Reglament d'Instal·lacions Tèrmiques als Edificis.1 ..	22
Taula 8 Resum rangs de confort tèrmic per a les referències consultades.	25
Taula 9 Resum de rangs de qualitat de l'aire per a les referències consultades.	26
Taula 10 Resum de rangs de confort visual i acústic per a les referències consultades.	26
Taula 10 Ràtios mínimes de ventilació en espais esportius i d'entreteniment segons l'ASHRAE.....	29

RELACIÓ DE FIGURES

Figura 1 Distribució de instal·lacions amb sales segons el nombre d'aquestes i la seva titularitat: publica o privada.....	11
Figura 2 Distribució de les instal·lacions esportives que contenen sales al llarg de Catalunya.....	12
Figura 3 Distribució en percentatge de les sales esportives a Catalunya	13
Figura 4 Els 12 tipus d'activitats més comunes a totes les tipologies de sales.....	14
Figura 5 Nombre de sales per tipus d'activitat que es realitza i per rangs de superfície (en metres quadrats).....	16
Figura 6 Nombre de sales per titularitat i per rangs de superfície (en metres quadrats).	17
Figura 7 Suma total de superfície de sales públiques i privades.	17
Figura 8 Distribució de la superfície de les instal·lacions amb sales a Catalunya.	18
Figura 9 Tipus d'activitats més comunes dins de sales públiques.	18
Figura 10 Tipus d'activitats més comunes dins de sales privades.	19
Figura 11 Nombre d'espais censats segons tipus de gestor de la instal·lació.	20
Figura 12 Nombre d'espais censats segons tipus de titularitat de la instal·lació.	20
Figura 13 Titularitat de les instal·lacions esportives que contenen sales.....	21
Figura 14 Taula d'índexs humidex.....	24
Figura 15 Principals esdeveniments durant la pandèmia de COVID-19 a Espanya.	32

L'informe se centra en el confort ambiental de les instal·lacions esportives de Catalunya, amb especial èmfasi en les sales interiors utilitzades per a activitats físiques, com ara les sales de fitness, musculació, ciclisme interior i activitats dirigides. L'objectiu és augmentar el coneixement sobre les característiques típiques d'aquestes sales, la seva distribució i els nivells de confort òptims per a la pràctica de l'esport en aquestes instal·lacions.

En la primera part de l'informe, s'analitzen les característiques de les sales esportives basant-se en les dades del Cens d'Equipaments Esportius de Catalunya (CEEC). Les sales es classifiquen segons diversos criteris, com ara la grandària i la titularitat (pública o privada), o l'ús que se'n fa.

A la segona part de l'informe, es realitza una revisió literària de les normatives i reglamentacions relacionades amb el confort en sales esportives interiors a escala nacional i internacional. Es destaca la importància de mantenir unes condicions adequades de temperatura, humitat, il·luminació i qualitat de l'aire per proporcionar un entorn saludable i còmode per als usuaris. Tanmateix, diferents normatives proposen rangs diferents per als diferents valors de confort, i no és fàcil trobar valors que posin tothom d'acord.

L'informe també posa en relleu l'impacte de la pandèmia de COVID-19 en les instal·lacions esportives, amb restriccions i mesures especials per garantir la seguretat dels usuaris.

En conclusió, l'informe proporciona una visió general de les sales esportives i del confort ambiental que s'hauria de tenir en aquestes, destacant la importància de mantenir unes condicions òptimes per garantir el benestar dels usuaris. A més, es posa de manifest la necessitat de continuar investigant i millorant les condicions d'aquestes instal·lacions per proporcionar un entorn propici per a la pràctica de l'esport.

1. INTRODUCCIÓ

El confort ambiental en edificis és considerat un dels factors clau per al disseny de noves instal·lacions. Diversos països disposen de normes sobre el confort ambiental interior, depenent de l'ús final de l'edifici. Hi ha normes específiques per a edificis d'oficines, hospitals i altres llocs de treball, però no en tots els casos es consideren tots els tipus d'edificis. Els centres esportius sovint es troben agrupats amb altres edificis i no són reconeguts com a edificis peculiars amb necessitats específiques. La normativa que actualment regeix les condicions del confort a assolir en centres esportius és, en certs casos, confusa i depèn de la referència que es tingui en compte. Més específicament, en sales dins de centres esportius, la normativa és encara més escassa i difusa.

A l'any 2019 a Catalunya, gairebé 3 de cada 4 persones practicaven una o més activitats físic-esportives setmanalment durant bona part de l'any. Un altre 18% de la població ho feia de manera no regular, ja sigui durant una temporada, una estació o de manera ocasional. Per tant, en conjunt, el 90% de la població es pot considerar com a practicant d'activitat física-esportiva [1]. Per tant, esdevé de gran importància augmentar el coneixement sobre els nivells de confort per a la pràctica de l'esport dins de sales esportives en funció del tipus d'activitat que es realitzi.

En el marc de la col·laboració establerta entre el Consell Català de l'Esport i IREC, s'ha iniciat un projecte de recerca per augmentar el coneixement sobre el confort ambiental interior a les instal·lacions esportives. En particular, el projecte es centra en el confort de les sales interiors on s'exerceix activitat esportiva: sales de fitness, musculació, ciclisme interior i sales dedicades a activitats dirigides.

El present document recull els anàlisis inicials que permet establir una base de coneixement per a futures i està dividit en dues parts. La primera de la parts, té l'objectiu d'analitzar les característiques de les sales interiors que s'utilitzen per a la practica esportiva en base a les dades del Cens d'Equipaments Esportius de Catalunya (CEEC). Aquesta primera anàlisi constitueix una base útil per a properes investigacions i per entendre les característiques bàsiques de les sales interiors en els equipaments de Catalunya.

La segona part de l'informe, proporciona una visió general sobre la forma en que es determina el confort ambiental a les sales de centres esportius, segons diferents referències existents a escala regional, estatal, europeu i internacional.

2. TIPUS DE SALES ESPORTIVES

En aquest primer apartat es defineixen i caracteritzen els diferents tipus de sales esportives de Catalunya. De fet, la forma en què es garanteixin els nivells de confort en les sales esportives pot variar molt depenent del tipus de sala i el tipus d'activitat que es realitzi dins. Una de les formes més comunes de distingir els diferents tipus de sales esportives és dependent de la seva grandària. El Consell Català de l'Esport ha tipificat tres tipus de sales definides a les fitxes tècniques de les instal·lacions esportives de la xarxa bàsica del Pla Director d'Instal·lacions i Equipaments Esportius de Catalunya (PIEC) [2]. La xarxa bàsica compren totes les instal·lacions que permeten l'exercici del dret de tot ciutadà de practicar l'activitat física i esportiva [3]. La superfície d'aquests espais esportius és de 200, 250 o 350 m² i l'aforament de 25 i 30 persones. Aquestes tipologies estan indicades a la Taula 1. El quadern pràctic número 6 de la col·lecció "L'energia a les instal·lacions esportives" desenvolupat

per l'Institut Català de l'Energia en col·laboració amb el Consell Català de l'Esport i la Diputació de Barcelona [3] adopta aquesta classificació tipològica. Els mòduls de la xarxa bàsica que s'ensenyan a la Taula 1 es corresponen amb els gimnasos dels centres escolars establerts pel Departament d'Ensenyament de la Generalitat de Catalunya [4]. Cal destacar que si els usuaris majoritaris de les sales esportives de la xarxa bàsica són la població escolar, a les especialitzades son persones adultes on, fins i tot, tenen prohibit l'accés els menors d'edat.

Taula 1 Mòduls de les instal·lacions de la xarxa bàsica referents a les sales esportives.

Tipus	Mòdul de la xarxa bàsica	Superfície de l'espai esportiu del mòdul (m ²)	Vestidors	Superfície edificada (m ²)
Sales esportives	SAL-1	200	2	400
	SAL-2	250	2	500
	SAL-3	350	2	500

A la base metodològica del Cens d'Equipaments Esportius de Catalunya (CEEC) gestionat pel Servei d'Equipaments Esportius del Consell Català de l'Esport [5] s'expandeix la definició de sales interiors a les instal·lacions esportives i la distinció entre els diferents tipus. Aquí, s'especifica que les sales són espais en recinte tancat, que no són pistes i a on es poden desenvolupar diferents activitats físicoesportives. També, es diferencien dels pavellons en que generalment són més petites i amb menys alçada. D'acord amb aquesta classificació del CEEC, al quadern pràctic número 6 es distingeixen les sales esportives per grandària i s'inclouen sales especialitzades on es practica un tipus d'esport concret o amb un equipament per a una activitat específica.

Taula 2 Tipus de sales incloses dins de la base metodològica del Cens d'Equipaments Esportius de Catalunya (CEEC).

Tipus d'espai esportiu	Criteri
Sala esportiva 1	Entre 100 i 200 m ²
Sala esportiva 2	Entre 200 i 300 m ²
Sala esportiva 3	Mínim 300 m ²
Sala d'esports de combat	Totes les sales de combat
Sala amb equipament	Totes les sales equipades amb màquines
Sala especialitzada	Altres sales amb equipament especialitzat
Altres sales	Altres sales no incloses als tipus anteriors amb mínim 50 m ²
Altres sales petites	Altres sales no incloses als tipus anteriors amb menys de 50 m ²

Un tipus de distinció més genèrica proposada pel mateix Consell Català de l'Esport es veu reflectida a l'Informe de resultats de l'Enquesta sobre l'ús i la gestió de les instal·lacions esportives amb piscina coberta a Catalunya dins del marc del documents del PIEC [6]. Els tipus de sales mencionades a l'informe són les sales equipades amb material per a activitats de musculació, les sales on es realitzen activitat dirigides i altres tipus de sales que englobin la resta d'activitats que no contemplin les anteriors. Es fa menció a la superfície que solen ocupar aquest tipus de sales sent les equipades aquelles que tenen una major extensió. La Taula 3 mostra les dades mitjanes dels diferents tipus de sales mencionades a l'estudi: nombre de sales de mitjana per instal·lació, quina superfície solen tenir i la seva temperatura habitual de mitjana.

Taula 3 Tipus de sales segons l'Informe de resultats de l'Enquesta sobre l'ús i la gestió de les instal·lacions esportives amb piscina coberta a Catalunya.

	Presència en instal·lacions	Sales per instal·lació	Superfície per sala	Temperatura
	%	u.	m ²	°C
Sales equipades	90	1.18	270	22.83
Sales d'activitats dirigides	84	1.70	145	22.67
Altres sales	65	1.19	97	22.65

Més recentment a l'Anuari d'Estadístiques Esportives de 2022 desenvolupat pel Ministeri de Cultura i Esport [7], les sales esportives es defineixen de forma similar amb la particularitat de la menció al "caire convencional", indicant que és on es desenvolupen activitats en un recinte tancat que no té requisits dimensionals. De forma gairebé idèntica a com indica el Cens d'Equipaments Esportius de Catalunya, l'anuari exposa els diferents tipus de sales de la mostra del Cens Nacional d'Instal·lacions Esportives i la quantitat d'aquests.

Taula 4 Tipus de sales definides a l'Anuari d'Estadístiques Esportives de 2022.

Sales	Nombre de sales	Percentatge respecte al cens total d'equipaments (%)
Sala polivalent (de 100 m ² endavant)	9 542	5.9
Sala equipada	4 168	2.6
Sala d'arts marcial	908	0.6
Sala d'esgrima	44	0.0
Sala especialitzada	8 601	5.3
Altres sales	5 706	3.5

La classificació proposada dins de la "Normativa tècnica d'Instal·lacions Esportives" (NIDE) [8] publicades pel Consejo Superior de Deporte, edició de l'any 2021, té la finalitat de normalitzar diferents aspectes que influeixen a la pràctica esportiva. Aquesta a més d'aspectes dimensionals, d'il·luminació o confort, té en compte els diferents reglaments de joc vigents de les Federacions Esportives corresponents. En el cas de les sales, aquestes són mencionades a la NIDE 1: Normes de

projecte per a sales i pavellons [9]. Aquí la classificació dels diferents tipus de sales queda més diluïda perquè està inclosa conjuntament amb els pavellons, sent: sales i pavellons poliesportius, sales complementàries i sales esportives especialitzades. Les dues últimes categories serien les que contenen més similitud amb les classificacions esmenades amb anterioritat. A més a més, la categoria de sales complementàries s'expandeix a dues subcategories: sales de posada a punt i sales de musculació.

Des d'un punt de vista més ampli, alguns projectes anteriors han classificat els tipus d'instal·lacions esportives. El projecte Step2Sport [10] va diferenciar les instal·lacions esportives en les següents categories:

- Poliesportius coberts: inclou estadis interiors que es fan servir per a bàsquet, voleibol, handbol, tenis o altre tipus d'activitats esportives. Aquesta categoria inclou els edificis esportius compostos per poliesportius coberts combinats amb sales esportives en les quals es fan activitats com aeròbic o spinning.
- Gimnasos: inclou els edificis esportius compostos exclusivament per zones de fitness, pistes de squash, sales de spinning i d'activitats dirigides.
- Piscines interiors: inclou les instal·lacions compostes per piscines, amb gimnàs o sense, sales esportives o poliesportius coberts. També s'inclouen piscines pertanyents a escoles o hotels.
- Complexos esportius: inclou centres esportius multifuncionals amb piscines interiors, gimnasos o poliesportius coberts.

Les sales dintre de l'estudi quedarien dintre de la categoria de gimnasos. Un altre exemple, el projecte EFISport [11], no classifica explícitament el tipus de sales esportives, però fa menció als següents tipus de sales al llarg de l'informe: sales de fitness, sales d'activitats dirigides, sales d'estiraments i sales de reunions. Al projecte SportE2 [12] no existeix tampoc una classificació específica de les sales esportives, però es menciona que les instal·lacions esportives varien moltíssim en grandària depenent de les unitats que la componen: piscines, zones de fitness, zones de joc per a nens, zones per a la pràctica d'esports secs, etc.

3. ANÀLISI DE L'INVENTARI DE SALES ESPORTIVES A CATALUNYA

3.1. METODOLÒGIA

L'anàlisi de les dades s'ha realitzat utilitzant dues bases de dades actualitzades del CEEC de l'any 2023 a través del Servei d'Equipaments Esportius del Consell Català de l'Esport. Les bases de dades són les següents:

- Llista de totes les instal·lacions censades: Aquesta base de dades conté informació sobre les diverses instal·lacions esportives que han sigut censades.
- Llista de tots els espais censats en totes les instal·lacions: Aquesta base de dades proporciona informació detallada sobre els espais esportius específics que es troben a les instal·lacions.

Mitjançant l'anàlisi creuada d'aquestes dues bases de dades, s'ha pogut identificar les instal·lacions juntament amb els seus espais esportius i extreure'n informació rellevant. La base de dades resultant de l'encreuament conté els següents camps d'informació:

- Nom de la instal·lació
- Comarca on es troba
- Tipus d'espai esportiu
- Superfície real
- Superfície Calculada: En cas que no es disposi de la superfície real, s'ha utilitzat el valor mitjà de la superfície per a aquest tipus d'espai
- Ample de l'espai
- Llarg de l'espai
- Altura lliure de l'espai
- Activitat principal que s'hi realitza
- Activitats secundàries que s'hi poden realitzar
- Tipus de propietat de l'espai
- Propietat de l'espai
- Tipus de gestió de l'espai
- Gestió de l'espai
- Titularitat de l'espai

Aquesta base de dades ha estat filtrada per obtenir només la informació relativa a les sales, exclouent tots els altres tipus d'espais existents.

Cal destacar que les dades incloses en aquest anàlisi no són dades reals del total de instal·lacions esportives, si no que són dades censades. Aquestes dades estan fortament influenciades per diferents aspectes:

- Campanyes de treball de camp i convocatòries d'ajuts a gestors d'instal·lacions.
- Canvis metodològics que han afectat a alguns tipus d'espais.
- Tendències degut al canvi d'hàbits esportius.

Les dades de superfície real estan fortament influenciades per una mancança en les dades del CEEC. És el cas de molts espais d'instal·lacions esportives dels quals no es tenen dades de superfície. En aquests casos, a aquell espai se li assigna com a superfície la superfície mitjana del tipus d'espai en la columna de superfície calculada.

Altre aspecte important a comentar és la diferència entre la propietat, la gestió i la titularitat. La propietat d'una instal·lació esportiva és la entitat propietària, la gestió és l'entitat gestora, que no tenen perquè ser el mateix actor. La titularitat és una combinació de la propietat i la gestió de la instal·lació la qual implica totes les possibles combinacions de propietat i gestoria:

- Pública directa (és a dir, instal·lacions públiques gestionades per la mateixa o altra entitat pública)
- Pública indirecta (és a dir, instal·lacions públiques gestionades per una entitat privada)
- Pública educativa
- Privada esportiva
- Privada educativa
- Privada residencial i turística
- Privada no esportiva

3.2. RESULTATS

A continuació, en la següent secció s'inclou una anàlisi de les instal·lacions esportives que es recullen al CEEC l'any 2023 i, més concretament, de les sales esportives dins d'aquestes instal·lacions.

La rellevància d'aquests espais entre els altres és evident, ja que les sales són el segon espai esportiu més recollit al CEEC i el 7è tipus d'espai que ocupa més superfície a Catalunya, segons [13]. Cal tenir en compte que s'inclouen els camps de golf, els quals, tot i representar només el 0,57% en quantitat, ocupen gairebé el 40% del total.

Del total d'instal·lacions esportives censades l'any 2023 a Catalunya, un total de 5 587 instal·lacions contenen almenys 1 sala com les mencionades a l'estudi prèviament. La Figura 1 mostra la distribució d'instal·lacions (amb sales) segons el seu nombre de sales i la seva titularitat (pública o privada).

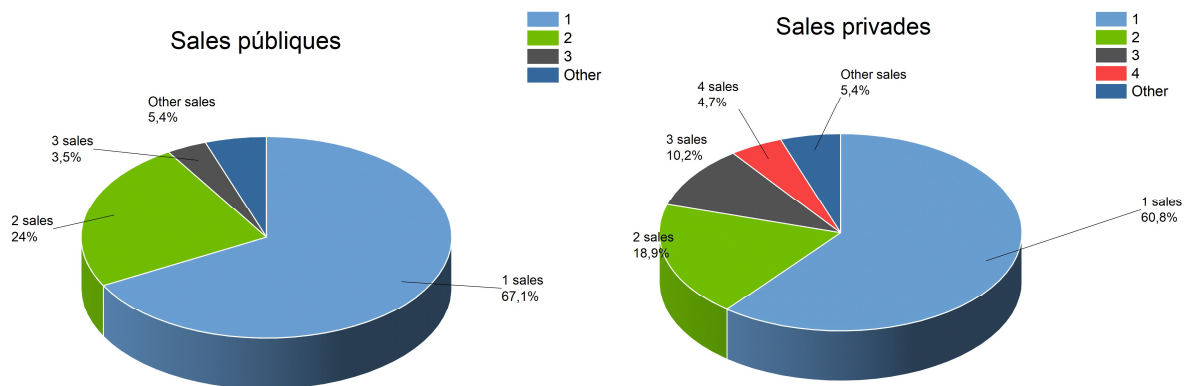


Figura 1 Distribució de instal·lacions amb sales segons el nombre d'aquestes i la seva titularitat: pública o privada.

De mitjana el nombre de sales a les instal·lacions esportives públiques amb sales és de 1.52. D'altra banda, a les instal·lacions de titularitat privada, el nombre de sales mitjà és de 1.82. Això vol dir que en general a les instal·lacions de titularitat privada hi ha un major nombre de sales. Dins del territori català, existeixen un total de 9 330 sales censades en instal·lacions esportives. Les instal·lacions amb sales estan distribuïdes geogràficament tal com es pot observar a la Figura 2.

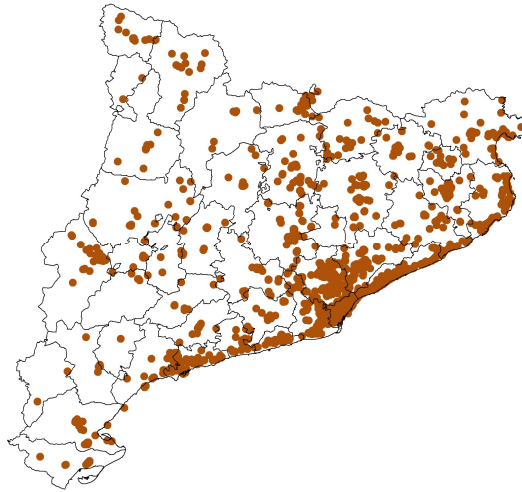


Figura 2 Distribució de les instal·lacions esportives que contenen sales al llarg de Catalunya.

Per comarca, es troba que les sales estan distribuïdes segons la Taula 5:

Taula 5 Distribució de les sales esportives per comarca a Catalunya.

Comarca	Nombre de sales	Comarca	Nombre de sales
Barcelonès	2245	Montsià	81
Vallès Occidental	1078	Noguera	68
Baix Llobregat	970	Ripollès	63
Maresme	563	Pla de l'Estany	57
Vallès Oriental	466	Urgell	53
Tarragonès	328	Alt Camp	52
Segrià	303	Segarra	46
Bages	266	Pla d'Urgell	43
Baix Camp	259	Cerdanya	42
Gironès	241	Conca de Barberà	36
Alt Empordà	237	Garrigues	34
Osona	236	Val d'Aran	34
Selva	223	Alt Urgell	31
Baix Empordà	217	Pallars Sobirà	30
Garraf	192	Ribera d'Ebre	27
Anoia	159	Solsonès	27
Alt Penedès	127	Pallars Jussà	27
Baix Penedès	125	Priorat	17
Baix Ebre	103	Moianès	17

Berguedà	100	Terra Alta	11
Garrotxa	92	Alta Ribagorça	6

Les tipologies de sales definides dins del Cens d'Equipaments Esportius de Catalunya són:

- Sala esportiva 1
- Sala esportiva 2
- Sala esportiva 3
- Sala d'esports de combat
- Sala amb equipament
- Sala especialitzada
- Altres sales
- Altres sales petites

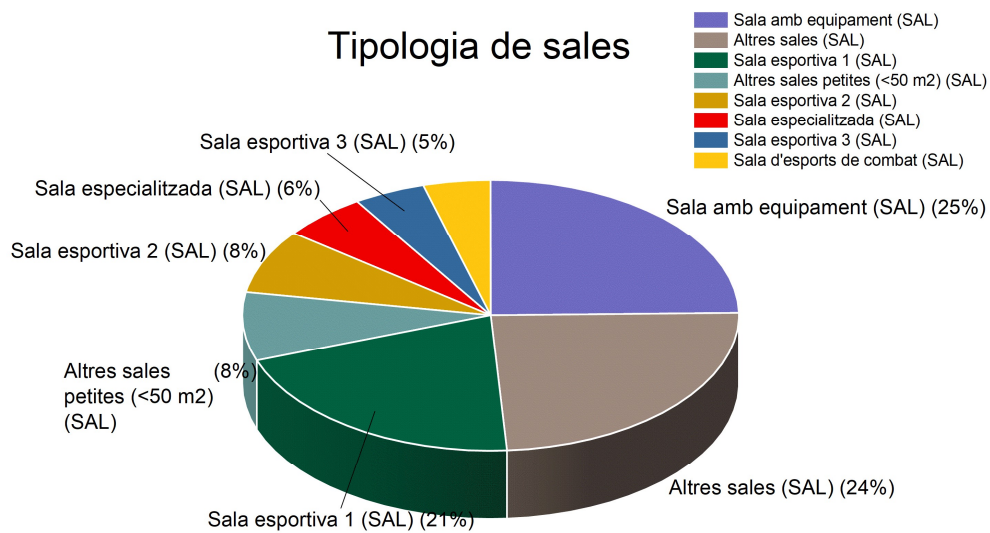


Figura 3 Distribució en percentatge de les sales esportives a Catalunya

La distribució de les sales a Catalunya en percentatge es representa a la Figura 3. Clarament, tal com es pot observar, els tipus d'espais més comuns són les sales amb equipaments, les sales esportives 1 i altre tipus de sales, les quals representen un 70% del total de sales.

Però el tipus d'activitat principal que es realitza dins de cada categoria de sales pot ser bastant divers. A la Figura 4 es mostren les activitats més comunes a les sales, ordenades per freqüència total d'aparició. Les activitats principals són aquelles que tenen un ús majoritari de les sales, és a dir, són les activitats més dutes a terme en aquestes instal·lacions. D'altra banda, les activitats secundàries són aquelles que es fan ocasionalment a les sales, però amb una menor freqüència en comparació amb les activitats principals. Aquesta classificació ens permet entendre quines són les activitats dominants en les sales i quines tenen una presència més esporàdica. A més, ens ajuda a identificar les activitats que requereixen una atenció especial en termes de planificació de l'ús de les sales i l'assignació de recursos. És important tenir en compte aquesta informació per comprendre quines activitats són les més rellevants i freqüents en aquest context específic.

L'activitat més practicada a les sales és, sense cap mena de dubte, el condicionament físic (activitats dirigides). A continuació, hi ha altres activitats que tenen una freqüència molt alta com a activitats secundàries, és a dir, que apareixen més sovint amb aquesta característica, com les activitats cardiovasculars, musculació i tonificació, condicionament funcional d'alta intensitat i ball esportiu. D'altra banda, hi ha activitats que gairebé sempre apareixen com a principals, encara que tinguin una freqüència total més baixa, com el ciclisme en sala i el tennis de taula.

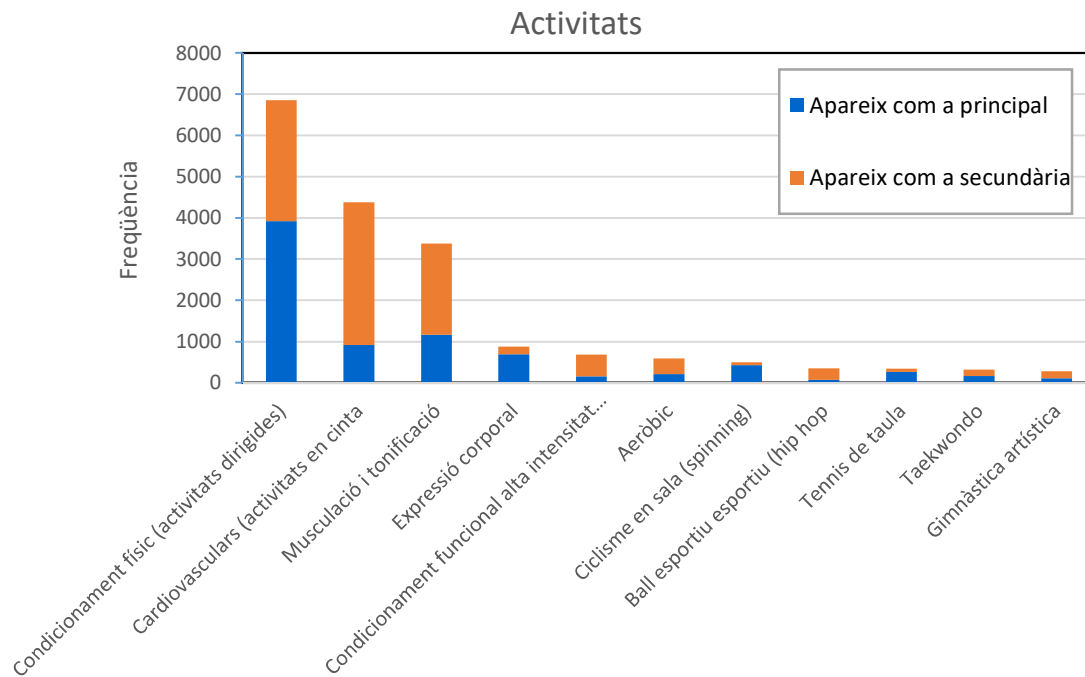


Figura 4 Els 12 tipus d'activitats més comunes a totes les tipologies de sales.

Els 5 tipus d'activitats principals més comunes que representen un 85% de les activitats en sales interiors en instal·lacions esportives són els següents:

- Condicionament físic (activitats dirigides)
- Musculació i tonificació
- Cardiovasculars (activitats en cinta, el·líptica, rem...)
- Expressió corporal
- Ciclisme en sala (spinning)

La taula 6 indica, per a cada un d'aquests tipus d'activitats, el total de sales censades, la seva superfície total (calculada) i la superfície mitjana real de les sales on es realitza aquest mateix tipus d'activitat principal. És a dir, la superfície calculada total té en compte totes les sales amb dades de superfície calculada, mentre que la superfície real mitjana s'ha calculat només amb les sales que tenen dades de superfície real (sense tenir en compte les sales on la superfície s'ha calculat com a mitjana de la categoria).

Taula 6 Característiques generals de les sales amb els tipus d'activitat principal més comuna.

Tipus d'activitat	Nombre de sales	Superfície calculada total (m ²)	Superfície real mitjana (m ²)
Condicionament físic (activitats dirigides)	3 922	595 385	152.1
Musculació i tonificació	1 162	186 488	162.6
Cardiovasculars (activitats en cinta, el·líptica, rem...)	916	175 072	204.8
Expressió corporal	689	52 066	75.5
Ciclisme en sala (spinning)	429	40 014	89.2

Creuant ambdues característiques, s'obtenen els tipus d'activitats principals més comunes realitzades a cadascuna de les tipologies de sales existents dins del CEEC, com es representa a la Taula 7.

Tabla 7 Tipus d'activitat més comuna en percentatge en cadascuna de les tipologies de sales existents dins del CEEC.

Tipus de Sala	Activitats	Percentatge
Sala esportiva 1:	Condicionament físic (activitats dirigides)	73 %
	Aeròbic	5 %
	Expressió corporal	4 %
Sala esportiva 2:	Condicionament físic (activitats dirigides)	80 %
	Aeròbic	5 %
	Gimnàstica artística	4%
Sala esportiva 3:	Condicionament físic (activitats dirigides)	70 %
	Bàsquet	6 %
	Gimnàstica artística	4 %
Sala d'esports de combat:	Judo	24 %
	Karate	18 %
	Taekwondo	17 %
Sala amb equipament:	Musculació i tonificació	41 %
	Cardiovasculars	34 %
	Ciclisme en sala	14 %
Sala especialitzada:	Condicionament funcional d'alta intensitat (workout)	15 %
	Condicionament físic (activitats dirigides)	14 %
	Ciclisme en sala	13 %
Altres sales:	Condicionament físic (activitats dirigides)	52 %
	Expressió corporal	19 %
	Tennis de taula	4 %

Altres sales petites:	Condicionament físic (activitats dirigides)	30 %
	Expressió corporal	17 %
	Billar	13 %

Resulta evident que es realitza condicionament físic, o en altres paraules activitats dirigides, a gairebé tots els tipus de sales existents. A excepció de les sales amb esports de combat, sales especialitzades i sales amb equipaments, les sales on es practica condicionament físic representen sempre més del 30%.

Tenint en compte la superfície total de les sales, es pot definir una sèrie de rangs entre els quals classificar totes les sales. De forma que els rangs siguin representatius i incloguin com a mínim al 98% de les sales existents, la proposta de rangs de superfície és la següent: rangs de 80 metres quadrats, començant per 0 fins a 560 metres quadrats de superfície; un total de 7 rangs/ categories.

Dins de cadascun d'aquests rangs/ categories, es pot extreure quin és el tipus d'activitat més comuna per a les superfícies definides dins d'aquest. La Figura 5 mostra les 4 activitats més comunes per als 7 rangs definits.

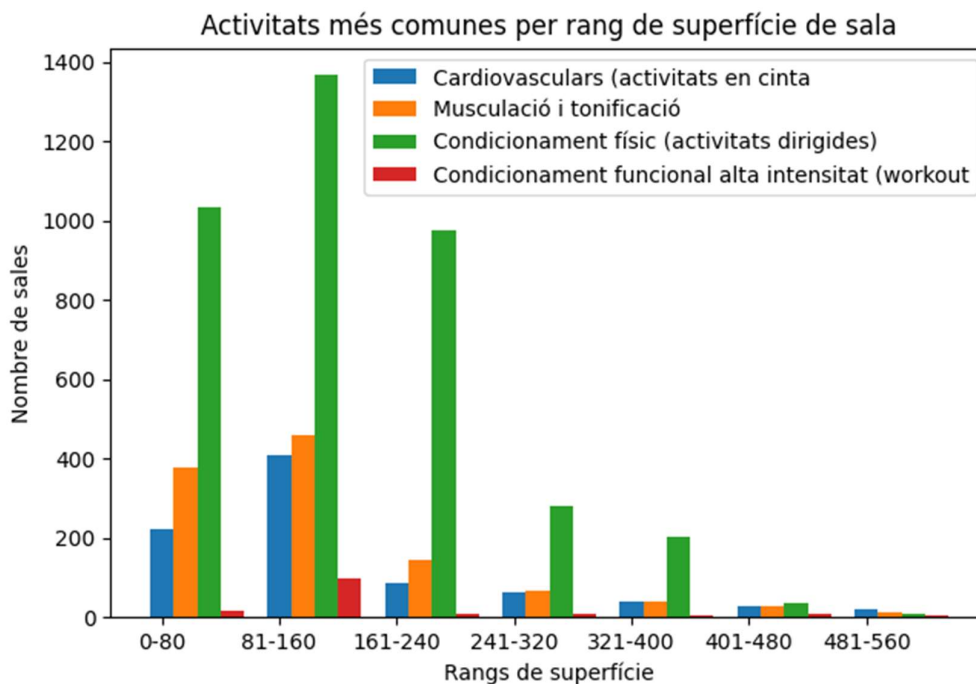


Figura 5 Nombre de sales per tipus d'activitat que es realitza i per rangs de superfície (en metres quadrats).

Pràcticament, a la totalitat dels rangs, les sales destinades a condicionament físic, és a dir, a activitats dirigides es tracten de les més comunes per a 6 dels 7 rangs. Seguidament, les sales on es practica musculació i tonificació i activitats cardiovasculars té un gran pes també. D'altra banda, les sales on es practica condicionament físic d'alta intensitat són abundants en la segona categoria, però la seva quantitat es dilueix en la resta de rangs.

Aprofitant els mateixos rangs de superfície, es pot analitzar la quantitat de sales públiques i privades en cadascuna de les 7 categories, com es veu a la Figura 6.

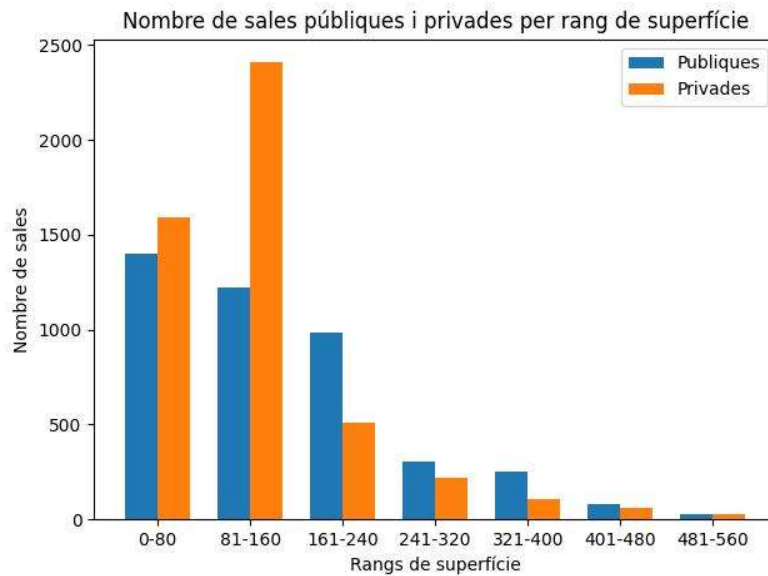


Figura 6 Nombre de sales per titularitat i per rangs de superfície (en metres quadrats).

Com es pot observar a la Figura 6, les sales privades són dominants en les sales de menor grandària, de fins a 160 metres quadrats. A la resta de categories, el nombre de sales privades i públiques és molt similar amb petites diferències. En algunes categories inclús el nombre de sales públiques és major, per exemple els rangs 160-240 i 240-320. De mitjana, les sales públiques tenen una superfície de 157 metres quadrats, mentre que les sales privades són de mitjana de 138 metres quadrats. Això junt amb la gràfica anterior mostra clarament que les sales privades són més petites en general. Tenint en compte la suma total de superfície de sales públiques i privades s'obté la distribució de la Figura 7.

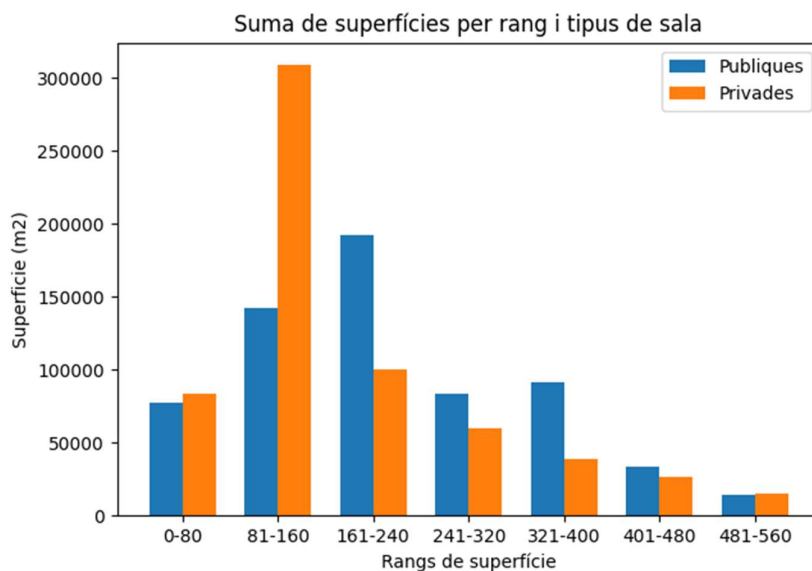


Figura 7 Suma total de superfície de sales públiques i privades.

La superfície de sales públiques i privades per comarca es distribueix tal i com s'indica a la Figura 8.

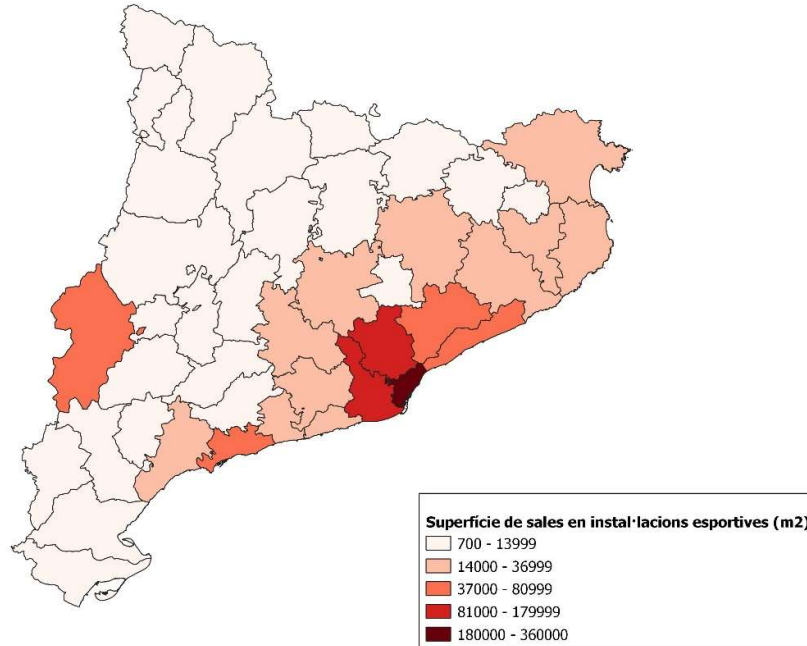


Figura 8 Distribució de la superfície de les instal·lacions amb sales a Catalunya.

D'altra banda, observant només la titularitat de les sales i el tipus d'activitat que es realitza dins aquestes, es pot observar el tipus d'activitats més comunes per a les sales públiques i privades.

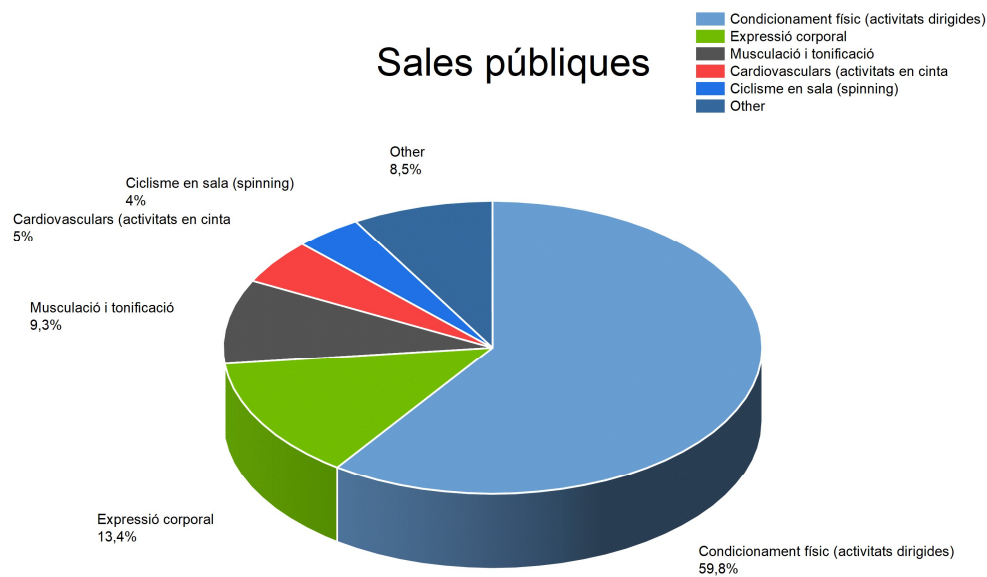


Figura 9 Tipus d'activitats més comunes dins de sales públiques.

Tal com es podia observar en gràfiques anteriors i es reafirma amb la Figura 9, les sales amb condicionament físic també són les més nombroses entre el tipus de sales públiques. Seguidament, van les sales on es realitza expressió corporal i de musculació i tonificació.

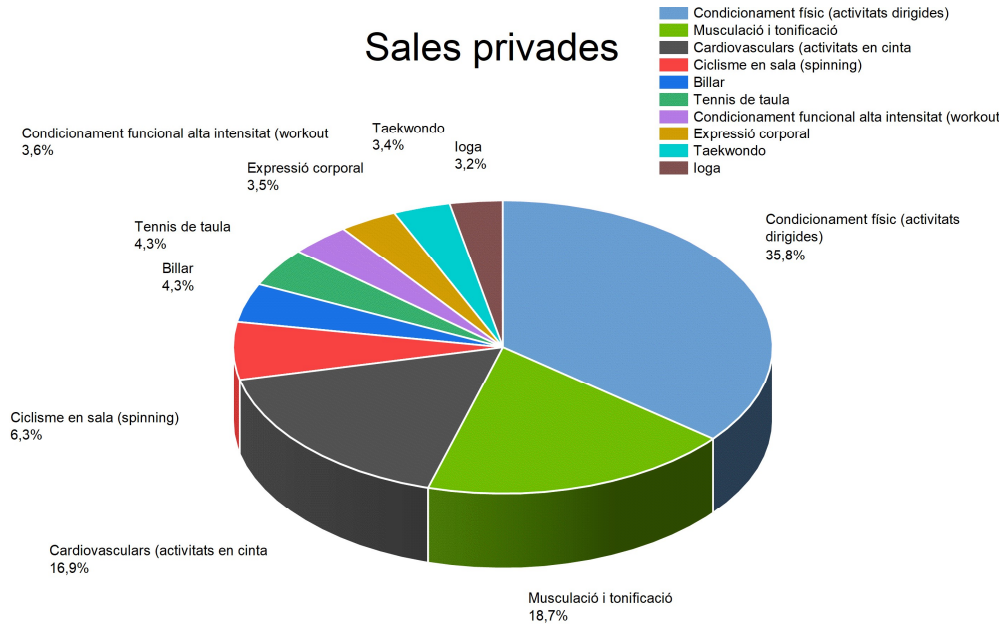


Figura 10 Tipus d'activitats més comunes dins de sales privades.

De forma similar, en sales privades també són predominants les que estan destinades a les activitats dirigides i musculació i tonificació (Figura 10). Seguidament, les sales per a activitats cardiovasculars i específicament per a ciclisme en sala (spinning) són les següents categories més abundants. En contraposició a les sales públiques, hi ha moltes més sales on específicament es realitza tennis de taula, billar i taekwondo, mentre que a les sales privades les sales destinades a expressió corporal són menys del 4%.

Entre les instal·lacions esportives, el tipus de gestió és molt diversa. La Figura 11 mostra la distribució. Els principals tipus de gestors de les instal·lacions amb sales són:

- Públic: centres d'ensenyament infantil i primària, instituts d'ensenyament secundari, ajuntaments, universitats públiques, patronats municipals, Ministeri de Defensa, Generalitat de Catalunya, empreses públiques locals i de la Generalitat, Consell Comarcal.
- Privat: privat esportiu, turístic i residencial, centres d'ensenyament privats concertats i no concertats, associacions o clubs esportius, universitats privades altres tipus de gestors privats.

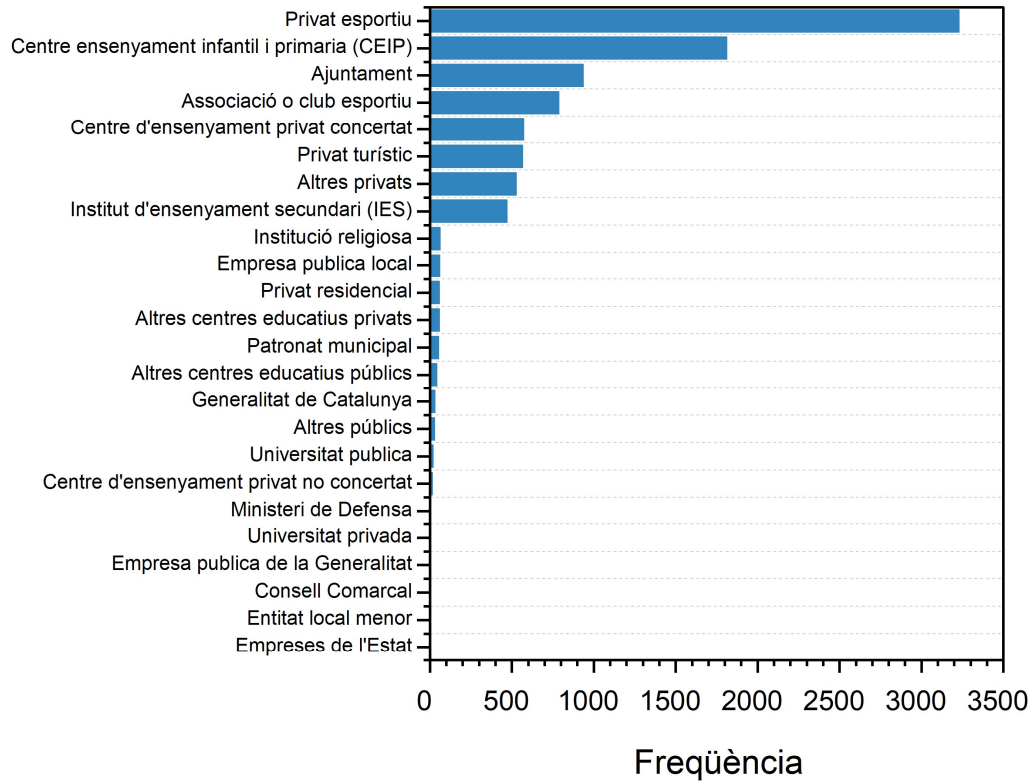


Figura 11 Nombre d'espais censats segons tipus de gestor de la instal·lació.

La Figura 12 ensenya el tipus de titularitat de les instal·lacions esportives. Es recorda la definició de titularitat, que es va donar a la part de metodologia. D'entre les instal·lacions amb titularitat privada, els principals actors dins del marc del fitness en sales són els gestors de tipus privat esportiu.

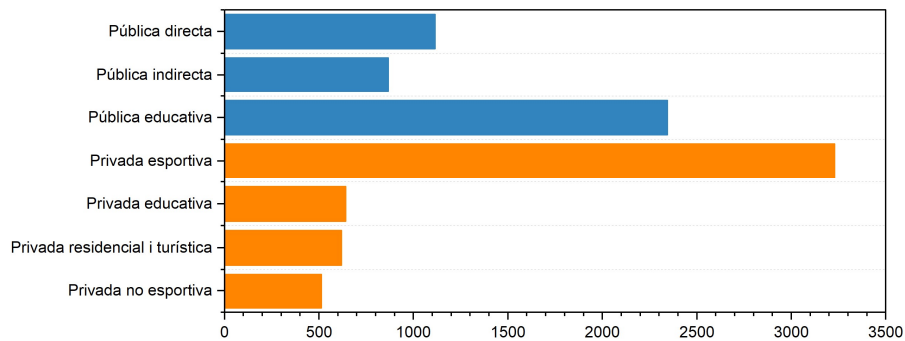


Figura 12 Nombre d'espais censats segons tipus de titularitat de la instal·lació.

La titularitat de les instal·lacions esportives està bastant repartida entre públic i privat. En termes generals, les instal·lacions de titularitat privada són lleugerament superiors en quantitat a les públiques, com es veu a la Figura 13.

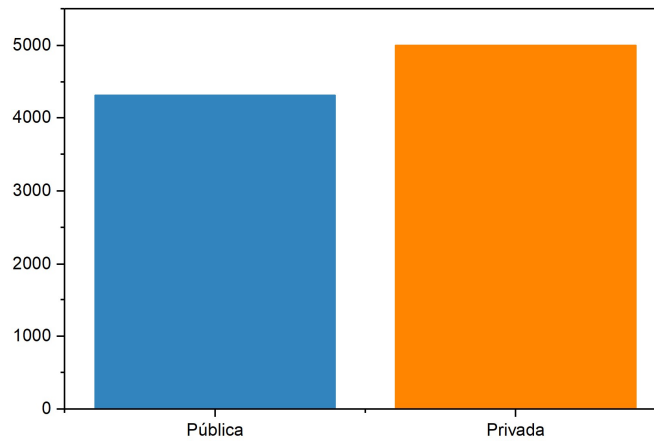


Figura 13 Titularitat de les instal·lacions esportives que contenen sales.

A la secció de conclusions es pot encontrar un resum de les informacions més importants de l'anàlisi de la Base de Dades.

4. REVISIÓ LITERÀRIA: CONFORT EN SALES ESPORTIVES INTERIORS

4.1. NORMATIVES I REGLAMENTACIONS SOBRE CONFORT EN LES SALES ESPORTIVES

Aquesta secció fa una revisió de les normatives i documents que es poden prendre com a referència per definir els nivells de confort ambiental exigint en sales esportives interiors. El confort ambiental en el seu sentit més ampli compren diferents categories de confort: visual, tèrmic, acústic i de qualitat de l'aire. Tot i això, algunes normatives només es refereixen parcialment a alguna d'aquestes categories.

A l'estat Espanyol, el Reglament d'Instal·lacions Tèrmiques als Edificis indica els següents rangs de temperatura operativa i d'humitat relativa que s'han de mantenir durant la temporada d'estiu i d'hivern.

Taula 8 Rangs de confort tèrmic especificats al Reglament d'Instal·lacions Tèrmiques als Edificis.

Estació	Temperatura operativa (°C)	Humitat relativa (%)
Estiu	23-25	45-60
Hivern	21-23	40-50

Tot i això, el mateix quadern pràctic número 6 de "L'Energia a les instal·lacions esportives" [3], fa ús dels valors de la normativa francesa de juliol de 1977 [14] on es recomana unes altres temperatures ambientals justificant que qui practica esport amb la seva activitat física redueixen la seva temperatura ambient de confort pel mateix alliberament de calor. Així doncs, mentre que la temperatura recomanada es disminueix fins als 16-18 °C en sales a l'hivern, la humitat relativa, per altra banda, es recomana que continuï essent entre el 40-60 %. Ara bé, la normativa NIDE 1 [9] proposada pel Consejo Superior de Deporte, proposa uns valors més similars als indicats dins del RITE: manteniment d'una temperatura en el rang de 20-23 °C, idealment de 21,5 °C, sense fer menció a la humitat relativa.

Respecte la qualitat de l'aire, s'indica que la categoria mínima requerida és l'IDA 3 amb un cabal d'entre 6 i 10 l/s per persona. En valors de ppm de CO₂, l'IDA 3 recomana que com a màxim aquesta arribi a 800 ppm per sobre de la concentració exterior. El confort visual però, ve especificat per la normativa UNE-EN 12193 – 2009 en la qual s'especifica que per a pavellons, sales i pistes esportives es requereixen un mínim de 300 luxs durant l'entrenament o de 500 durant competicions.

En altres països del vessant Mediterrània, aquests requisits són molt semblants. Per exemple a la normativa vigent del Comité Olímpic Nacional d'Itàlia (CONI) [15], els requisits de temperatura i humitat relativa per a sales tancades a l'hivern són d'entre 16-20 °C amb una humitat relativa del 50%. Els luxs mínims requerits són 300 per a la modalitat de gimnàstica no competitiva (que s'incrementa fins als 500 en cas de ser-ho) i el cabal d'aire de renovació mínim serà de 5,5 l/s per persona i no menys del volum total de la sala, un valor molt similar al del RITE. També, es menciona que com a màxim, el nivell de soroll ambiental ha de ser 40 dB.

A la normativa pertanyent a Grècia inclosa a la Instrucció Tècnica per a l'eficiència dels edificis (TOTEE-1) [16], s'indiquen una temperatura i humitat relativa diferents depenent si és temporada d'estiu o d'hivern. Durant l'estiu, la temperatura i humitat relativa recomanats són de 25 °C i 45 % respectivament, mentre que durant l'hivern aquests valors disminueixen a 18 °C i un 35 % d'humitat

relativa. Els luxs mínims especificats per a sales per a la pràctica esportiva interior són de 300 luxs mesurats a 0,5 m del terra. El cabal mínim de renovació per persona és de 12,5 l/s, el qual equivaldria a un IDA2 de la normativa espanyola.

Un altre dels tres climes predominants al continent europeu és el que esdevindria per exemple a un país nòrdic com Finlàndia. La guia i regulacions per a climatització interior i ventilació en edificis [17] desenvolupada pel Ministeri del medi ambient i departament d'habitatge i construcció especifica temperatures de sala inferiors a les llistades anteriorment per a diferents tipus d'usos. En el cas de sales esportives, la temperatura recomanada és de 18 °C i la humitat relativa de l'aire interior del 45 %. Referent a la qualitat de l'aire interior, la guia marca un límit de 1200 ppm de concentració de CO₂ que no pot ser superat en cap instància i un caudal d'aire de renovació de 6 l/s per persona, el qual es pot reduir a mesura que augmenti la grandària de la instal·lació. A més a més de forma similar a la normativa italiana, es marca nivell màxim de soroll que pot variar entre 38-43 dB.

Una altra important organització encarregada principalment del desenvolupament d'esports en herba i de la promoció d'una vida més activa és la Sports England sota l'ala de The English Sports Council [18]. D'entre les nombroses guies amb les quals proveeixen de recomanacions als gestors de diferents modalitats d'esports, hi ha menció als espais destinats a zones de fitness i de realització d'activitats esportives a l'interior. El rang de temperatures recomanades en aquesta guia coincideixen amb els recomanats pel quadern pràctic número 6 "L'energia a les instal·lacions esportives", sent 16-18 °C. S'indica que és d'esperar que la temperatura durant l'estiu s'incrementi dins dels espais, però que, tot i això, és necessari un bon control de la temperatura durant els mesos de calor. Tot i això, en un altre document de la mateixa entitat el qual està més orientat al disseny de complexos poliesportius [19] (on hi poden haver sales), es contempla la possibilitat que en casos on el tipus d'activitat sigui de menor intensitat o que els practicants estiguin estàtics durant alguns períodes de temps, la temperatura més adient hauria d'incrementar-se als 20 °C. En quant el control de la humitat, s'indica que preferentment per sota del 60 % d'humitat relativa, però que un control no és necessari si es garanteix una bona ventilació. Segons la guia, una bona ventilació equivaldria a un mínim de 20 l/s per persona d'aire de renovació durant les hores de màxima afluència i fent servir un sistema de recuperació de calor. Pel que fa als luxs necessaris per a un bon confort visual, la guia recomana un valor igual a la resta de referències esmentades amb anterioritat, un mínim de 300 luxs. El soroll es recomana que no excedeixi els 40 dB.

Des de l'altra banda de l'oceà atlàntic, una de les més importants entitats certificadores de professionals de l'àmbit del fitness, l'American College of Sports Medicine, recomana unes guies per al disseny i operació de centres esportius [20], amb èmfasi en sales de fitness. Aquí s'indica que s'ha de tenir en consideració el manteniment d'una humitat relativa sempre menor al 60 % o idealment del 50 % i una temperatura de l'ambient d'entre 20-22 °C. Es menciona que la qualitat de l'aire s'ha de mantenir mitjançant la introducció d'aire fresc exterior, però no s'explicita quina quantitat per persona. Quant al confort visual, es recomana que els nivells d'il·luminació en espais on es desenvolupi activitat física siguin al voltant de 500 luxs mesurats a l'altura dels ulls. Respecte al soroll, no s'indiquen a la guia quins nivells s'haurien de mantenir, tot i això, s'indica que en aquest tipus d'espais el soroll pot arribar les 80-90 dB i que es recomana la utilització de sistemes per disminuir-ho.

Algunes federacions esportives internacionals indiquen en quines condicions es recomana que es realitzi l'esport que representen en les seves reglamentacions. Tenint en compte l'abast d'esports que es poden practicar dins d'una sala tancada, alguns dels esports que es podrien tenir en compte per exemple serien la gimnàstica, l'esgrima o l'halterofília entre d'altres. La federació europea de

European Gymnastics [21] amb seu a Suïssa recomana en les seves pautes mèdiques que els esportistes que practiquin aquesta modalitat no superin mai una puntuació de 39 en l'escala d'humidex. Aquest valor equival a una humitat relativa del 55 % i una temperatura ambient de 31 °C.

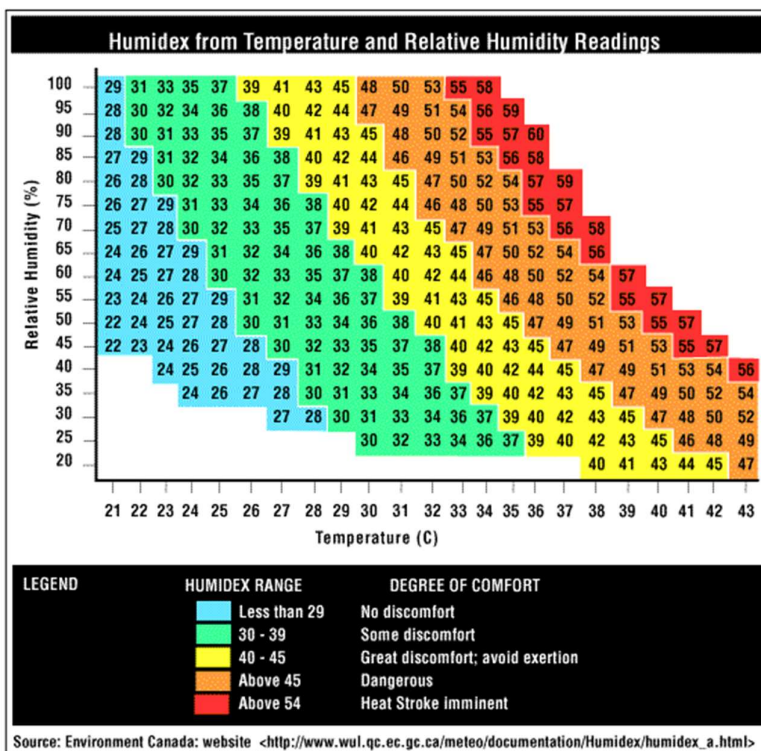


Figura 14 Taula d'índexs humidex.

De forma similar, la Federació Internacional de Gimnàstica [22] recomana mantenir uns nivells de temperatura i humitat relativa dins del rang entre 22-38 de l'escala d'Humidex. Aquest valor equival a un rang de temperatura d'entre 21-31 °C i d'humitat relativa entre 45-50 %. Un altre exemple de reglamentació on s'indica un rang de temperatures determinat és la pertanyent a la Confederació Europea d'Esgrima [23] amb seu a Luxemburg. La reglamentació indica que les sales on es jugui la competició es mantindran en tot moment dins d'un rang de temperatures comprés entre 17 i 22 °C.

A continuació, es mostra un resum de les dades de totes les referències consultades dividides per a cada tipus de confort:

Taula 9 Resum rangs de confort tèrmic per a les referències consultades.

Referència	Temperatura (°C)	Humitat relativa (%)
Reglament d'Instal·lacions Tèrmiques en Edificis (RITE)	Estiu: 23-25 Hivern: 21-23	Estiu: 45-60 Hivern: 40-50
Quadern pràctic número 6 "L'energia a les instal·lacions esportives" (ICAEN)	16-18	40-60
Normativa tècnica de Instal·lacions esportives – Sales i pavellons (NIDE 1)	20-23 (21.5)	-
Comité Olímpic Nacional de Itàlia (CONI)	16-20	50
Instrucció Tècnica per a la eficiència dels edificis (TOTEE-1)	Estiu: 25 Hivern: 18	Estiu: 45 Hivern: 35
Guia i regulacions per a climatització interior i ventilació en edificis (FINVAC)	18	45
Sports England (The English Sports Council)	16-18	<60
Universitat Americana de Medicina Esportiva (ACSM)	20-22	<60
Federació Europea de Gimnàstica	<31	<55
Federació Internacional de Gimnàstica	21-31	45-50
Confederació Europea d'Esgrima	17-22	-

Els diferents rangs de confort tèrmic que es defineixen a les reglamentacions i documents tècnics mencionats anteriorment es troben en una franja de temperatura i humitat molt properes. De forma general, la temperatura mitjana entre totes les reglamentacions consultades és de 19 °C. Aquest valor és lleugerament inferior a una sèrie de països, com per exemple Itàlia, Grècia o Finlàndia. D'altra banda, el valor que es proposa a la reglamentació espanyola, anglesa i americana és superior, fins a 23 °C. El rang d'humitats que es recomana per a les zones on es practica esport és molt similar, sent valors que varien des del 40-60 % excepte a la normativa grega, on indiquen que pot baixar fins al 35 % durant l'hivern.

Taula 10 Resum de rangs de qualitat de l'aire per a les referències consultades.

Referència	Caudal de renovació (l/s per persona)	Concentració de CO ₂ (ppm)
Reglament d'Instal·lacions Tèrmiques en Edificis (RITE)	6-10	400 + 800
Quadern pràctic número 6 "L'energia a les instal·lacions esportives" (ICAEN)	8	-
Normativa tècnica de Instal·lacions esportives – Sales i pavellons (NIDE 1)	-	700
Comité Olímpic Nacional de Itàlia (CONI)	5.5	-
Instrucció Tècnica per a la eficiència dels edificis (TOTEE-1)	12.5	-
Guia i regulacions per a climatització interior i ventilació en edificis (FINVAC)	6	400 + 800
Sports England (The English Sports Council)	20	-

Respecte a la qualitat de l'aire interior, les reglamentacions proveeixen de dades més disperses. Tot i això, les normatives tant d'Espanya, Itàlia, Grècia i Finlàndia, indiquen que com a mínim el cabal de renovació interior ha d'estar dintre del rang de 5,5 i 12,5 l/s per persona. Si en comptes del caudal de renovació, ens referim a la concentració de CO₂ recomanada a l'interior dels edificis, aquí les reglamentacions proveeixen de menys informació. En aquest sentit, només la reglamentació espanyola i la finesa indiquen un valor màxim el qual coincideix: 1200 ppm, o el que és mateix, 800 ppm per sobre de la concentració de l'aire exterior.

Taula 11 Resum de rangs de confort visual i acústic per a les referències consultades.

Referència	Il·luminació (lux)	Soroll (dB)
Quadern pràctic número 6 "L'energia a les instal·lacions esportives" (ICAEN)	300	-
UNE-EN 12193 – 2009	300	-
Comité Olímpic Nacional de Itàlia (CONI)	300	40
Instrucció Tècnica per a la eficiència dels edificis (TOTEE-1)	300	-
Guia i regulacions per a climatització interior i ventilació en edificis (FINVAC)	-	38 - 43
Sports England (The English Sports Council)	300	40
Universitat Americana de Medicina Esportiva (ACSM)	500	< 80 - 90

Per al confort visual, totes les normatives consultades coincideixen en el fet que un valor de 300 luxs és el més adequat per a la pràctica d'esport. Només hi ha una que indica un valor superior, l'americana, la qual indica que 500 luxs seria més adient.

Respecte al confort acústic, no existeix el mateix consens entre les diferents referències consultades comparat amb el confort visual. En general, on s'indica quin hauria de ser el valor o rang més adequat, aquest sol ser al voltant dels 40 dB. Però, a la referència pertanyent a la Universitat Americana de Medicina Esportiva, aquest valor arriba fins als 80 dB.

4.2. AVALUACIONS POST-OCUPACIONALS

Una altra eina molt útil també de cara a conèixer quins són els rangs de confort més indicats per a un espai en concret, són les avaluacions postocupacionals. Les avaluacions postocupacionals es tracten d'un procés pel qual s'obté informació de les percepcions de les persones que fan ús d'un edifici després d'haver sigut construït i ocupat o del seu comportament energètic. Les avaluacions postocupacionals, també dites de forma abreujada "POE" (post-occupancy evaluation) serveixen també per recollir informació de l'ús de l'energia i de l'opinió dels usuaris que fan ús de l'edifici. A continuació s'analitzen estudis recents de POE específicament en instal·lacions esportives on es destaquen els principals aspectes i conclusions dels mateixos

Un monitoratge realitzada per X.Huanga et al. [24] va enquestar sobre la sensació tèrmica dels usuaris que realitzaven esport a 5 instal·lacions esportives de la Xina durant la temporada d'estiu. També es van realitzar mesures de diversos paràmetres de confort, d'aquesta manera trobant correlacions entre els diferents indicadors ambientals subjectius i objectius de la satisfacció general dels ocupants. L'estudi conclou en què el rang de temperatures on l'usuari indica que està satisfet es troba per sobre del rang imposat pels estàndards xinesos, i que, per tant, els usuaris estan disposats a suportar un rang de temperatures més alt sota certes condicions.

Des d'un punt de vista més ampli, H.Tang et al. [25] va realitzar avaluacions postocupacionals de diferents edificis no residencials. L'estudi compara els paràmetres ambientals mesurats amb els estàndards xinesos i indaga més enllà en la que hauria de ser la percepció objectiva del confort, perquè el confort tèrmic es trobi dins dels límits xinesos més durant els mesos d'hivern que d'estiu. Per la resta de vectors del confort, a l'acústic es reporta que els nivells de soroll s'excedien a tots els edificis investigats. Els nivells d'il·luminació eren insuficients a tots els edificis monitorats excepte als centres comercials i les concentracions de CO₂ es mantien a nivells per sota de la legislació vigent a la Xina.

Un altre bon exemple d'avaluació postocupacional és la realitzada per J.Ortiz et al. [26]. En aquest cas, l'avaluació es va realitzar en un pavelló del sud d'Europa prop del Mediterrani. La presa de dades es va dividir en dues campanyes de monitoratge amb l'objectiu de prendre dades sobre el confort tèrmic, visual i de la qualitat de l'aire. Les dades de confort visual es van prendre durant la primer monitoratge a través d'una càmera de luminància, on la presa d'imatges HDR va permetre confirmar el bon disseny del pavelló a l'hora de complir els requisits necessaris tant amb il·luminació natural com artificial. Les dades sobre el confort tèrmic i la qualitat de l'aire es van prendre a la segona campanya de monitoratge. En aquesta es va determinar que els equipaments de climatització són capaços de donar resposta a les necessitats dels usuaris excepte per la humitat relativa, la qual es trobava la majoria del temps per sobre del 60%. Per la qualitat de l'aire, es va observar que la concentració de CO₂ interior es trobava pràcticament sempre per sota dels límits establerts gràcies al bon disseny de la instal·lació.

K.Strelets et al. [27] va avaluar des d'un punt de vista energètic les possibles oportunitats d'estalvi per al campus universitari de Sant Petersburg. Diferents qüestionaris per recollir l'opinió sobre el confort interior dels usuaris en diferents espais del campus van ser utilitzats de cara a obtenir indicadors del rendiment energètic de l'edifici. En particular, per al pavelló poliesportiu les puntuacions de confort obtingudes acomplien a gairebé tots els aspectes enquestats excepte als quals fan referència al manteniment dels equipaments. Entre els aspectes enquestats, es trobaven preguntes sobre el confort tèrmic, visual, acústic, la qualitat de l'aire interior i sobre el manteniment dels equipaments.

G.Revel et al. [28] va un pas més enllà i presenta una metodologia per al monitoratge del confort tèrmic a instal·lacions esportives. L'abast de la metodologia arriba fins a l'obtenció d'informació significativa de com s'utilitza l'energia en relació amb el nivell de confort percebut pels usuaris. L'anàlisi d'incertesa de la metodologia mostra que la incertesa per al càlcul del PMV en un gimnàs típic és major que a un altre tipus d'espai. Principalment, aquesta incertesa és provocada per l'estimació d'una ràtio metabòlica, el qual és un factor que pot variar molt entre els diferents usuaris en un mateix ambient, degut als diferents tipus d'activitats que es realitzen. A més a més, l'anàlisi de sensibilitat de la metodologia, mostra entre d'altres que a velocitats de l'aire interior molt petites la influència al PMV és gairebé nul·la.

4.3. CONCENTRACIONS DE CONTAMINANTS A L'INTERIOR

Aquest apartat presenta una revisió literària d'estudis de concentració de contaminants a l'interior i els seus efectes en el confort i la salut dels ocupants durant l'activitat física. Es destaca la importància de mantenir una bona qualitat de l'aire per proporcionar un entorn saludable i còmode. Se subratlla la relació entre contaminants, qualitat de l'aire i impactes negatius en la respiració, la fatiga i el rendiment físic.

L'estudi realitzat per M.Zitnik et al. [28] s'enfoca a l'anàlisi dels paràmetres de confort d'una instal·lació esportiva amb el fi de calcular la contribució a cadascun d'ells per ràtio d'ocupant. Els resultats de l'estudi suggereixen que de mitjana, un esportista experimenta una exposició 6 cops superior a dosis de PM₁₀ en 90 minuts que la que rebria estant a l'exterior. Per a reduir aquesta exposició, l'estudi suggereix que s'hauria d'ajustar el nombre màxim d'usuaris als espais esportius en funció dels paràmetres de confort IEQ. A més a més, també es recomana que es faci ús de mesures per a l'extracció les partícules de l'aire interior produïdes.

Relacionat amb els contaminants, K.Bralewska et al. [29] van determinar les concentracions de CO₂, VOC, NO₂ i SO₂ a l'aire interior a través de l'avaluació del sistema de ventilació a una instal·lació esportiva de Polònia. Les mesures per a la identificació dels factors determinants de la qualitat de l'aire es van realitzar per a la temporada d'estiu i d'hivern a través de l'ús de cromatografia de gasos, espectrofotometria i cromatografia iònica. Comparativament amb l'aire exterior, l'estudi va observar com les concentracions de CO₂ a l'interior eren superiors de l'ordre de 300 ppm deguts a l'activitat física dels usuaris, mentre que la de la resta de contaminants mesurats era menor.

G. Buonanno et al. [30] també va estudiar les concentracions de contaminants a l'interior de 12 gimnasos escolars durant un període de 3 mesos. Amb l'objectiu d'avaluar l'exposició dels usuaris a concentracions de diferents fraccions de PM, es va utilitzar instrumentació de monitoratge d'aerosols per dispersió de llum. L'anàlisi mostra que els pics d'altres concentracions de partícules estan

principalment relacionades amb l'activitat portada a terme pels alumnes, on a més alumnes acomplint activitat física major era la concentració. D'això es va extreure que de forma general, l'exposició a partícules PM_{10-2.5} durant una hora d'exercici era gairebé 13 cops superior a la que rebrien estant asseguts a classe. De cara a obtenir una correlació entre la concentració de CO₂ i les fraccions de PM, es van normalitzar els resultats obtinguts a causa de la disparitat dels volums de les diferents instal·lacions analitzades i les ràtios d'aire de ventilació. Per consegüent, es va determinar que la mesura sistemàtica de la concentració de CO₂ pot ser un bon indicador per estimar la contribució de les partícules per activitat física en gimnasos naturalment ventilats.

4.4. FACTORS QUE AFECTEN ALS MODELS DE CONFORT

De forma general, la percepció del confort ha estat un tema àmpliament discutit i investigat tant per edificis residencials com per a altres tipus d'edificis d'ús temporal. Ja que l'ésser humà passa de mitjana un 85-90 % del temps en interiors, esdevé de vital importància el desenvolupament de models de confort que siguin capaços de predir el comportament dels edificis en diferents condicions. G. Ganesh et al. [31] va profunditzar en la literatura referent al confort ambiental interior en edificis. La revisió se centrava principalment en els factors físics que afecten la sensació de confort tèrmic: temperatura de l'aire, ventilació, moviment de l'aire, pressió atmosfèrica, temperatura radiant, humitat, temperatura ambient, taxa metabòlica, aïllament a causa de la roba, condicions climàtiques, estació de l'any, edat i gènere i neteja.

D'aquests, la temperatura de l'aire interior és el principal factor que es pot controlar per a proveir confort tèrmic a interiors. Per a unes condicions de confort tèrmic òptimes, la temperatura del bulb sec, o temperatura ambient de l'aire a l'interior, ha d'estar compresa entre 18 i 23 °C [32]. Però, el rang de temperatures en el qual es pot considerar una temperatura confortable ve també influenciat pel tipus d'activitat acomplerta pels ocupants. D'altra banda, una temperatura radiant no uniforme, provoca desconfort en l'ambient dels ocupants d'una zona. Una temperatura radiant asimètrica des del nivell del terra provoca calor o fred als peus provocant desconfort [33]. Tot i això, ja que no existeixen mètodes adequats i senzills de mesurar la temperatura radiant, l'estudi de la mateixa es fa a través de la hipòtesi de la temperatura operativa.

Un altre factor determinant del confort tèrmic en interiors és el moviment de l'aire. Una velocitat de l'aire inadequada pot provocar corrents d'aire molestes als ocupants. La percepció del moviment de l'aire canvia depenent del tipus de ventilació que existeixi: mecànica o natural. Per a espais tancats tan grans edificis com a sales, el moviment de l'aire és una funció de la temperatura de l'aire local [34]. A causa de la densitat més gran de l'aire fred que la de l'aire calent, per a ambients naturalment ventilats, es pot arribar a establir un nivell de confort acceptable amb l'ús de ventiladors i refredadores durant els mesos d'estiu amb velocitats de l'aire entre 0,5 i 2 m/s [34]. G. Ganesh et al., va concloure que d'entre els estudis observats, el 90 % suggerien que la velocitat de l'aire adequada per a interiors és relativament baixa i rarament per sobre de 0,3 m/s, excepte en espais naturalment ventilats de regions càlides i humides.

L'efecte que té la humitat relativa és un altre aspecte important per determinar el confort a interiors. Sobretot, quan tant la temperatura de l'aire com la humitat relativa són altes combinades amb una velocitat de l'aire baixa, és molt difícil obtenir el confort tèrmic. Així doncs, l'efecte de la humitat relativa és més incisiu al confort en ambients humits i càlids. Tot i que els humans no tenim receptors específics per a la captació de la sensació d'humitat, aquesta es realitza indirectament a través dels

receptors de temperatura [35]. D'acord amb els estàndards de l'ISO 1772, la humitat relativa s'hauria de mantenir al voltant del 30-50 % per a persones sensibles i al voltant del 25-60 % per a la resta d'ocupants.

Un altre aspecte comentat amb anterioritat és la contaminació de l'aire interior i la taxa de renovació d'aire exterior. Una mala qualitat de l'aire pot esdevenir en problemes respiratoris greus causats per la inhalació de contaminants a l'aire a nivell de terra. Aquests normalment són sediments, els quals es troben a nivell de terra per tenir una major densitat que l'aire. Però, també l'activitat metabòlica dels ocupants té un impacte molt important en la qualitat de l'aire: a una major ràtio metabòlica, major producció de calor dissipada a l'ambient. Existeixen molts estudis i metodologies a l'hora d'estimar quina hauria de ser la ràtio d'aire de renovació més adequada, però sens dubte una de les més acceptades és la proposada per ASHRAE [36], on es defineixen valors de litres per segon i per ocupant per a diferents tipus d'espais. Particularment, per a ambients esportius es recomanen les ràtios de la Taula 12.

Taula 72 Ràtios mínimes de ventilació en espais esportius i d'entreteniment segons l'ASHRAE.

TABLE 6.2.2.1 Minimum Ventilation Rates in Breathing Zone (Continued)
(This table is not valid in isolation; it must be used in conjunction with the accompanying notes.)

Occupancy Category	People Outdoor Air Rate R_p		Area Outdoor Air Rate R_a		Notes	Default Values			Air Class
						Occupant Density (see Note 4)	Combined Outdoor Air Rate (see Note 5)		
	cfm/person	L/s-person	cfm/ft ²	L/s-m ²		#/1000 ft ² or #/100 m ²	cfm/person	L/s-person	
Sports and Entertainment									
Gym, sports arena (play area)	20	10	0.18	0.9	E	7	45	23	2
Spectator areas	7.5	3.8	0.06	0.3	H	150	8	4.0	1
Swimming (pool & deck)	—	—	0.48	2.4	C	—			2
Disco/dance floors	20	10	0.06	0.3	H	100	21	10.3	2
Health club/aerobics room	20	10	0.06	0.3		40	22	10.8	2
Health club/weight rooms	20	10	0.06	0.3		10	26	13.0	2
Bowling alley (seating)	10	5	0.12	0.6		40	13	6.5	1
Gambling casinos	7.5	3.8	0.18	0.9		120	9	4.6	1
Game arcades	7.5	3.8	0.18	0.9		20	17	8.3	1
Stages, studios	10	5	0.06	0.3	D,H	70	11	5.4	1

Paral·lelament, la ràtio metabòlica corporal dels ocupants i el seu nivell de roba que porten (clothing), són altres factors que afecten el confort tèrmic a interiors. La taxa metabòlica és la generació de calor interna per l'efecte del metabolisme intern del cos. Els possibles canvis que es produeixen en aquesta poden ser deguts ja sigui per la postura, per l'activitat física que s'estigui realitzant o per l'ambient del voltant. Així doncs, si l'activitat física de l'usuari s'incrementa, la calor generada per aquest també ho farà, dissipant una major quantitat de calor per termoregulació per portar el cos a l'equilibri termodinàmic. Relacionat amb això, el nivell de roba actua com una barrera entre el cos i l'ambient exterior, on el principal objectiu és el de proveir confort en ambients poc confortables. Nombrosos estudis coincideixen en el fet que la quantitat de roba que porten els ocupants modifica el requisit de confort per aquell espai, i que a més a més, el nivell de roba no és exportable a diferents condicions climàtiques ni geogràfiques, cal ajustar-ho. Altres factors que influeixen fortament la ràtio metabòlica i el nivell de roba són l'edat i el gènere dels ocupants. Els ocupants masculins en general tenen una ràtio metabòlica superior en un 20-30 % al dels ocupants femenins [36]. De forma similar, els ocupants

femenins troben el seu nivell de confort amb nivells de roba superiors als dels homes. Respecte a l'edat, aquesta afecta fent que l'activitat metabòlica incrementi amb l'edat, sent la d'un adult superior a la d'un nen.

5. AFECTACIÓ DE LA COVID-19 A L'ESPORT

L'11 de març de 2020, l'Organització Mundial de la Salut va declarar pandèmia a escala internacional la situació ocasionada pel brot de COVID-19. La situació d'emergència de salut pública ocasionada per la COVID-19 va evolucionar a escala mundial amb molta rapidesa, la qual va esdevenir en una crisi sanitària sense precedents. L'amplitud i gravetat de la situació provocada pel risc de contagi i l'alt nombre de ciutadans afectats, amb la consegüent pressió sobre els serveis sanitaris i l'elevat cost social i econòmic va derivar en mesures extraordinàries de contenció. A grans trets, els principals esdeveniments durant la pandèmia de COVID-19 a Espanya van ser els indicats a la Figura 15.

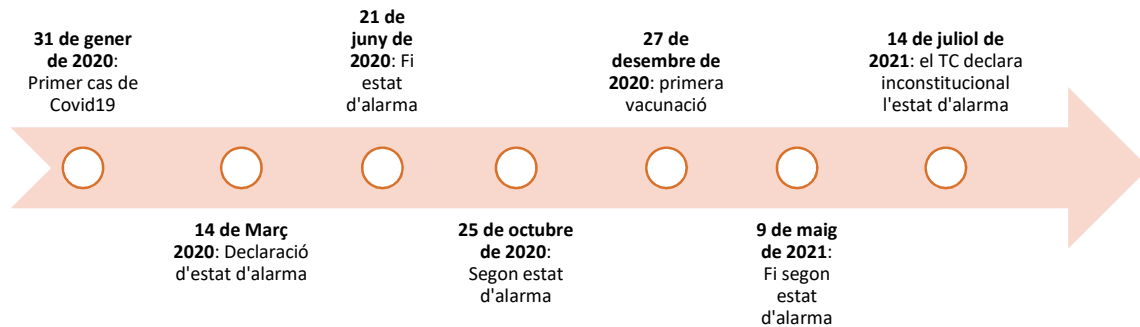


Figura 15 Principals esdeveniments durant la pandèmia de COVID-19 a Espanya.

El primer estat d'alarma establert el 14 de març de 2020 va obligar a restringir l'obertura de tots els comerços no essencials i de tota activitat recreativa, incloent-hi els centres esportius. Aquest va continuar vigent a través de diverses pròrrogues fins al 21 de juny de 2020. A partir d'aquesta data va començar el que es va anomenar "desescalada" en la qual a poc a poc s'anirien eliminant les restriccions imposades anteriors a l'estat d'alarma a través del Real Decreto 21/2020 [37]. Primerament, es van establir les següents condicions:

- Ús de mascaretes obligatori, però no exigible si es practica esport a l'exterior.
- Les administracions competents han d'assegurar-se del compliment de les normes d'aforament, desinfecció, prevenció i condicionament establertes per part dels titulars de les instal·lacions en les quals es realitzi esport i competicions esportives.
- Assegurar el manteniment de la distància interpersonal d'1,5 m

Més enfocat a centres esportius, el Consell Interterritorial del Sistema Nacional de Salut (CISNS) va aprovar l'acord núm. 1331 [38] que defineix les actuacions de resposta coordinada per al control de la transmissió de COVID-19. Les actuacions estan categoritzades segons el nivell d'alerta sanitària, que van d'1 a 3. El nivell d'alerta ve definit en base a una sèrie d'indicadors sobre l'evolució del virus com per exemple la incidència acumulada a 14 dies o l'ocupació de llits d'hospitalització per a casos de COVID-19. Així doncs, les actuacions definides a centres esportius d'acord amb els nivells d'alerta són:

Nivell d'alerta I (brots complexos o transmissió comunitària limitada):

- Instal·lacions i centres esportius: 75 % d'aforament garantint la distància de seguretat i ventilació suficient. Tancats si no es pot garantir.
- En activitats grupals, es mantindrà els límits de persones establerts al nivell I (15).

Nivell d'alerta II (transmissió comunitària sostinguda generalitzada amb pressió creixent sobre el sistema sanitari):

- Instal·lacions i centres esportius: 50 % d'aforament garantint la distància de seguretat i ventilació suficient. Tancats si no es pot garantir.
- En activitats grupals, es mantindrà els límits de persones establerts al nivell I (10).

Nivell d'alerta III (transmissió comunitària descontrolada i sostinguda que excedeix la capacitat de la resposta del sistema sanitari):

- Instal·lacions i centres esportius: 1/3 d'aforament garantint la distància de seguretat i ventilació suficient. Tancats si no es pot garantir.
- En activitats grupals, es mantindrà els límits de persones establerts al nivell I (6).

A juny de 2021 passat el tancament del segon estat d'alarma, el CISNS va declarar un nou acord d'actuacions coordinades enfront de la COVID-19. El nou acord núm. 1364 [38] es recolzava a l'estratègia de vacunació implementada a Espanya. A aquest punt, ja s'havien administrat més de 27 milions de vacunes des de la primera subministrada a desembre de l'any 2020. Tot i això, encara que l'evolució de la pandèmia era favorable, la situació epidemiològica distava de ser estable. En aquest acord, es proposaven mesures enfocades a l'oci nocturn, l'hostaleria i la restauració i per a esdeveniments multitudinaris.

Des del Ministeri per a la Transició Ecològica, es va compartir una guia de mesures recomanables per a evitar la transmissió del virus [39]. De forma abreujada, el document conté les següents recomanacions:

- Caudal mínim d'aire exterior de 12,5 l/s per ocupant en tots els casos. Es pot obtenir aquest valor sigui augmentant la ventilació o reduint l'ocupació.
- Verificar que els equips encarregats de la renovació de l'aire treballin almenys en condicions nominals.
- Si es disposa de control específic de qualitat de l'aire, modificar-los perquè el sistema pugui treballar a màxim cabal 2 hores abans i després de tancar.
- Reduir o eliminar en el possible la recirculació d'aire als equips.
- Inspeccionar possibles fugues en la circulació a través de recuperadors de calor.
- Extracció d'aire als lavabos de forma continuada.
- Augmentar la ventilació natural, sobretot arreu on no hi hagi sistemes mecànics.
- Mantenir les temperatures de consigna habituals, donat que les condicions de desactivació del virus no són compatibles amb l'activitat a interiors.
- Mantenir la humitat relativa entre el 30 i el 70 %.
- Mantenir el funcionament de les unitats de tractament d'aire exterior, ventiladors, extractors, etc. de forma continuada durant les hores d'obertura per a evitar la resuspensió d'agents contaminants.
- Augmentar tant com sigui tècnicament possible la filtració de l'aire de recirculació en equips centralitzats o en el cas de locals amb dificultats per a ventilar, fer ús d'unitats portàtils amb filtres HEPA.

Des del Consell Català de l'Esport, durant la pandèmia es van enviar comunicats per a promoure el manteniment d'un estil de vida actiu mentre que durés l'estat d'alarma [40]. Entre les recomanacions hi havia llistades:

- La inclusió de moviments per treballar els peus
- Realització de rutines periòdiques per evitar el sedentarisme
- Fent exercici en casa.

A més a més, també llista en un article sobre l'afectació de la COVID-19 als equipaments esportius les ràtios d'ocupació que s'han de seguir com a referència per als diferents tipus d'espais i activitats [39]:

- Les activitats de sala, on la persona es pot estar dempeus o estirada a terra, es necessita com a mínim una superfície de 4 m²/persona (2x2 m), a sales amb aparells s'incrementa a 5 m²/persona (2x2,5 m)
- Les activitats no estàtiques en piscina, com nedar o banyar-se, es necessita com a mínim una superfície de 6 m²/persona (3x2 m).
- Les activitats d'equip en pista necessiten per a competició una superfície de 25 m²/persona (5x5 m) i per a entrenaments un mínim de 12,5 m²/persona (5x2,5 m).
- Les activitats d'equip en camp necessiten per a competició una superfície de 100 m²/persona (10x10 m) i per a entrenaments un mínim de 50 m²/persona (10x5 m).

Sobre aquest aforament s'han de fer les reduccions que s'estableixin en els diferents trams del desconfinament, tal com es detalla al document del CISNS.

Des del Consell Superior d'esports, durant la temporada de 2020-2021 van crear un esborrany de protocol genèric de COVID-19 per als centres esportius i competicions oficials [41]. En l'àmbit de club, l'esborrany indicava la necessitat de crear una figura responsable d'higiene dins dels clubs a més d'un delegat de compliment dels protocols. Pel que fa a usuari, les mesures van enfocades en el distanciament social i la higiene en tot moment, a més de la realització de reconeixements mèdics previs a cada competició.

6. CONCLUSIONS

6.1. CONCLUSIONS DE L'ANALISI DE LA BASES DE DADES

En general, les sales es classifiquen tenint en compte la grandària o del tipus d'activitat que es realitza dintre d'elles quan es tracta d'un tipus d'activitat molt específic.

Del total de 9 330 sales censades i distribuïdes al llarg de Catalunya, les comarques del Barcelonès, el Baix Llobregat, el Vallès Occidental i el Maresme ja acumulen el 50% d'aquestes. Després de l'anàlisi de totes les instal·lacions esportives, es troba que normalment les instal·lacions amb titularitat pública tenen una menor quantitat de sales (1,52 sales de mitjana) comparat amb els de titularitat privada (1,82 sales de mitjana). Però, tenint en compte la superfície mitjana de les sales, les instal·lacions amb titularitat pública són normalment més grans que els privats. Si no tenim en compte la titularitat, la superfície més habitual de les sales a Catalunya sol variar entre els 80 i 240 metres quadrats, sent el rang d'entre 0-80 metres quadrats el que major nombre de sales té. A partir d'aquest límit de grandària, el nombre de sales disminueix ràpidament. De forma general, la superfície total de sales públiques és major que la de sales privades.

Fixant l'atenció en les tipologies de sales, les més comunes tenint en compte les tipologies marcades pel CEEC són les sales amb equipaments, altres sales i les sales esportives 1 (d'entre 100 i 250 m²). Tenint en compte totes les categories de sales, les activitats més comunes són les de condicionament físic, musculació i tonificació, l'expressió corporal i el condicionament funcional alta intensitat. Mirant la titularitat de les instal·lacions entre el tipus d'activitats més comunes, les sales públiques tenen un ventall d'activitats més limitat on estan reflectides les activitats majoritàries, però, en canvi, a les sales privades hi ha una varietat superior on apareixen altres tipus d'activitats més enllà de les majoritàries.

Quant a la gestió de les instal·lacions, les de gestió privada majoritàries són les de tipus privat esportiu i residencial/ turístic mentre que a la gestió pública són les escoles i ajuntaments.

6.2. CONCLUSIONS DE LA REVISIÓ LITERÀRIA

Els reglaments relatius al confort tèrmic i la qualitat de l'aire per als centres esportius varien d'un país a un altre, i no sempre estan d'acord amb els mateixos paràmetres. Alguns d'ells, com Espanya, no tenen una regulació específica per als centres esportius. Tot i que hi ha un rang més ampli de valors suggerits per a les temperatures de confort (de 16 a 31 °C), els nombres per a la humitat relativa són similars (màxim 60, generalment recomanat és entre 40 i 50%). Rarament es considera la concentració de CO₂ per a la qualitat de l'aire.

Alguns reglaments distingeixen entre els valors d'estiu i d'hivern, i tenen en compte més aspectes de la comoditat ambiental que només la temperatura o la humitat. Encara que les recomanacions poden variar d'un país a un altre depenent de l'adaptació climàtica de les persones [42], les tradicions i el clima típic (que influeixen en el confort tèrmic), hi ha alguns paràmetres objectius que es poden mesurar fàcilment i podrien ajudar a uniformar la manera de regular. La taxa metabòlica de les activitats i la roba de les persones, tal com descriu Fanger [43] en el seu model de comoditat, juga un paper en la sensació tèrmica. Per exemple, classificar diferents activitats esportives basades en la taxa metabòlica i la roba de les persones podria ser útil per evitar qualsevol incertesa sobre si la regulació és aplicable o no a la sala/situació considerada. L'augment del nivell de detall de la normativa i la

diferenciació entre tipus d'activitats podria ajudar a abordar correctament totes les situacions que ocorren dins de les sales interiors de les instal·lacions esportives.

Un dels aprenentatges de la pandèmia de la COVID-19 és la importància de la qualitat de l'aire interior en els espais esportius tancats per prevenir els contagis. S'ha reconegut que la qualitat de l'aire interior, especialment la concentració de diòxid de carboni (CO₂), és un factor clau per avaluar el risc de transmissió de virus en aquests entorns. Quan s'està fent activitat esportiva, és comú que es produeixi un augment de la concentració de CO₂ a causa de l'expiració intensa i el nombre més gran de persones presents en un espai limitat. Aquesta acumulació de CO₂ pot ser indicativa de l'acumulació de d'altres contaminants i partícules en suspensió a l'aire.

Per aquest motiu, és necessari realitzar un estudi més detallat per comprendre els efectes de la concentració de CO₂ als espais interiors durant l'activitat esportiva. Aquest projecte de recerca pot ajudar a establir criteris i recomanacions específiques per millorar la qualitat de l'aire interior en els recintes esportius tancats i reduir el risc de contagi.

6.3. CONCLUSIONS GENERALS

Aquest document elabora una anàlisi inicial de la base de dades del CEEC, centrant-se en les sales de les instal·lacions esportives, i posteriorment revisa la normativa sobre el confort tèrmic i la qualitat de l'aire interior (IAQ) per a aquestes instal·lacions. L'objectiu principal és ampliar el coneixement normatiu i aprofundir en la comprensió dels edificis esportius.

Després d'aquesta revisió literària inicial, seria útil realitzar un estudi de les condicions ambientals interiors (temperatura, humitat relativa, qualitat de l'aire interior) en diferents tipus d'instal·lacions esportives i durant diferents activitats esportives. Aquest estudi permetria avaluar el nivell de confort ambiental interior i identificar possibles mesures preventives i de control que es podrien implementar. A més, aquesta investigació podria contribuir a establir límits o guies per a aquests paràmetres en espais esportius i promoure la millora de la ventilació i la renovació de l'aire, amb l'objectiu de garantir un entorn més segur per als participants i condicions de temperatura i humitat més adequades.

En aquest sentit, es proposa fer un treball de camp que estudiï les tipologies de sales més comunes i les activitats més freqüents a Catalunya. Resumint, les sales més rellevants per a aquest estudi pertanyen a les categories següents:

- Sala amb equipament
- Sala esportiva 1
- Altres sales

A més, les activitats que es realitzen en aquestes sales i que són especialment interessants per a l'estudi inclouen:

- Condicionament físic
- Musculació i tonificació
- Expressió corporal
- Ciclisme interior

7. BIBLIOGRAFIA

- [1] Consell Català de l'Esport, "Enquesta sobre l' activitat física i esportiva a Catalunya 2019. Anàlisi de resultats," vol. 2019, 2022, [Online]. Available: https://esport.gencat.cat/web/.content/home/arees_dactuacio/documentacio_i_recerca/enquestes-i-estudis/AFEC_2019_informe_resultats.pdf
- [2] Generalitat de Catalunya, "Fitxes tècniques", [Online]. Available: https://esport.gencat.cat/ca/arees_dactuacio/equipaments-esportius/estudis-tecnics-sobre-equipaments-esportius/fitxes-tecniques-requeriments-tipologics-i-aspectes-normatius/
- [3] I. C. de l'Energia Generalitat de Catalunya, Departament d'Empresa i Ocupació, *L'energia a les instal·lacions esportives*. 2012. [Online]. Available: https://adecaff.cat/wp-content/uploads/2022/03/06_installacions_esportives.pdf
- [4] Generalitat de Catalunya. Departament d'Ensenyament, "Criteris per a la construcció de nous edificis per a centres docents públics," 2011, [Online]. Available: <http://www20.gencat.cat/docs/Educacio/Documents/ARXIUS/LLIBRE DE CRITERIS 25 juny 09.pdf>
- [5] Generalitat de Catalunya, "Base metodològica del Cens d'Equipaments Esportius de Catalunya-CEEC," *Cens d'Equipaments Esportius Catalunya*, [Online]. Available: https://esport.gencat.cat/web/.content/home/arees_dactuacio/equipaments_esportius/cens_dequipaments_esportius_de_catalunya/Base_metod_CEEC.pdf
- [6] C. López Jurado, "Enquesta sobre l'ús i la gestió de les instal·lacions esportives amb piscina coberta a Catalunya. PCO-2013," 2013, [Online]. Available: <http://www20.gencat.cat/portal/site/sge>
- [7] División de Estadística y Estudios, S. G. Técnica, and M. de C. y Deporte, "ESTADÍSTICA ANUARIO DE ESTADÍSTICAS DEPORTIVAS 2022," 2022. Accessed: Jan. 11, 2023. [Online]. Available: <https://www.fagde.org/uploads/app/1285/elements/file/file1657621985.pdf>
- [8] Consejo Superior de Deportes, "Salas Y Pabellones," 2021, [Online]. Available: https://www.csd.gob.es/sites/default/files/media/files/2021-10/SP_SALAS Y PABELLONES_2021_Edición.pdf
- [9] Leitat and Sea, "D2.2. Integrated report. Energy audits and Energy Performance Certification," 2014. [Online]. Available: https://build-up.ec.europa.eu/sites/default/files/content/State_of_the_art_of_EPC_sport_buildings_Publicable_Report.pdf
- [10] INDESCAT, "Proyecto EFISport," 2012, [Online]. Available: http://www.indecat.org/images/documentos/uploads/indecat_doc_es_5_efisport_eficiencia_energetica_en_instalaciones.pdf
- [11] "Intelligent Management System to integrate and control energy generation, consumption and exchange for European Sport and Recreation Buildings (SPORTE2)." https://www.up2europe.eu/european/projects/intelligent-management-system-to-integrate-and-control-energy-generation-consumption-and-exchange-for-european-sport-and-recreation-buildings_18781.html
- [12] Generalitat de Catalunya, "Superfície dels espais esportius", [Online]. Available: https://esport.gencat.cat/ca/arees_dactuacio/equipaments-esportius/cens-dequipaments-

- esportius-de-catalunya-ceec/analisi-installacions-censades-ceec/superficie-espais-esportius/
- [13] du commerce et de l'artisanat Ministre de l'industrie, "Arrêté du 25 juillet 1977 relatif à la limitation de la température de chauffage de locaux où s'exercent des activités à caractère scientifique, sportif, artisanal, industriel, commercial ou agricole Article 1 Article 2," vol. 1974, pp. 25–27, 1977.
- [14] W. Lv *et al.*, "Relative importance of certain factors affecting the thermal environment in subway stations based on field and orthogonal experiments," *Sustain. Cities Soc.*, vol. 56, no. February, p. 102107, 2020, doi: 10.1016/j.scs.2020.102107.
- [15] Υ. Π. Ε. Κ. ΚΛΙΜΑΤΙΚΗΣ, "ΑΝΑΛΥΤΙΚΕΣ ΕΘΝΙΚΕΣ ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ ΓΙΑ ΤΟΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟ ΤΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΚΤΗΡΙΩΝ ΚΑΙ ΤΗΝ ΕΚΔΟΣΗ ΤΟΥ ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΤΙΚΟΥ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ," 2014.
- [16] Ministry of the Environment Housing and Building Department, "Indoor Climate and Ventilation of Buildings Regulations and Guidelines." 2003. Accessed: Jan. 12, 2023. [Online]. Available: <https://www.edilex.fi/data/rakentamismaaraykset/d2e.pdf>
- [17] Sport England and S&P Architects, "Fitness and Exercise.," *Mil. Med.*, vol. 129, pp. 175–176, 2008, doi: 10.1017/9781316537459.021.
- [18] Sport England, Robin Wilson Consulting, S&P Architects, and DJ Deloitte, "Sports Halls Design & Layouts," 2012, [Online]. Available: <https://sportengland-production-files.s3.eu-west-2.amazonaws.com/s3fs-public/sports-halls-design-and-layouts-2012.pdf>
- [19] American College of Sports Medicine, *ACSM's Health/Fitness Facility Standards and Guidelines*. 2012. [Online]. Available: <http://books.google.com/books?id=euuSjsEE-d4C&pgis=1>
- [20] European Gymnastics, "Medical Guidelines of European Gymnastics," 2022, [Online]. Available: [https://backend.europeangymnastics.com/sites/default/files/paragraph/document/2022 Medical Guidelines_EN.pdf](https://backend.europeangymnastics.com/sites/default/files/paragraph/document/2022%20Medical%20Guidelines_EN.pdf)
- [21] Fédération Internationale de Gymnastique, "Technical Regulations 2023," 2023. [Online]. Available: https://www.gymnastique.sport/publicdir/rules/files/en_1.1 - Technical Regulations 2023.pdf
- [22] European Fencing Confederation, "Handbook of regulations for European Championships," 2022, Accessed: Jan. 12, 2023. [Online]. Available: www.eurofencing.info
- [23] X. Huang, G. Chen, C. Zhao, Y. Peng, and W. Guo, "Post occupancy evaluation of indoor environmental quality of sports buildings at hot and humid climate from the perspective of exercisers," 2022.
- [24] H. Tang, Y. Ding, and B. C. Singer, "Post-occupancy evaluation of indoor environmental quality in ten nonresidential buildings in Chongqing, China," *J. Build. Eng.*, vol. 32, no. August, p. 101649, 2020, doi: 10.1016/j.job.2020.101649.
- [25] J. Ortiz, M. L. Gonzalez Matterson, P. Taddeo, and J. Salom, "Post-occupancy evaluation of indoor environmental quality in a nZEB sport hall in a mediterranean climate," *E3S Web Conf.*, vol. 111, 2019, doi: 10.1051/e3sconf/201911102048.
- [26] K. Strelets, E. Perlova, M. Platonova, A. Pankova, M. Romero, and M. S. Al-Shabab, "Post

- Occupancy Evaluation (POE) and Energy Conservation Opportunities (ECOs) Study for Three Facilities in SPbPU in Saint Petersburg," *Procedia Eng.*, vol. 165, pp. 1568–1578, 2016, doi: 10.1016/j.proeng.2016.11.895.
- [27] M. Žitnik *et al.*, "Exercise-induced effects on a gym atmosphere," *Indoor Air*, vol. 26, no. 3, pp. 468–477, 2016, doi: 10.1111/ina.12226.
- [28] K. Bralewska, W. Rogula-Kozłowska, and A. Bralewski, "Indoor air quality in sports center: Assessment of gaseous pollutants," *Build. Environ.*, vol. 208, no. July 2021, 2022, doi: 10.1016/j.buildenv.2021.108589.
- [29] G. Buonanno, F. C. Fuoco, S. Marini, and L. Stabile, "Particle resuspension in school gyms during physical activities," *Aerosol Air Qual. Res.*, vol. 12, no. 5, pp. 803–813, 2012, doi: 10.4209/aaqr.2011.11.0209.
- [30] G. M. Revel and M. Arnesano, "Measuring overall thermal comfort to balance energy use in sports facilities," *Meas. J. Int. Meas. Confed.*, vol. 55, pp. 382–393, 2014, doi: 10.1016/j.measurement.2014.05.027.
- [31] ASHRAE, *ASHRAE fundamentals (SI)*. 2017.
- [32] B. W. Olesen, "Thermal Comfort Requirements for Floors Occupied By People With Bare Feet," *ASHRAE Trans.*, vol. 83, no. Pt 2, pp. 41–57, 1977.
- [33] T. Parkinson, R. De Dear, and G. Brager, "Energy & Buildings Nudging the adaptive thermal comfort model," *Energy Build.*, vol. 206, p. 109559, 2020, doi: 10.1016/j.enbuild.2019.109559.
- [34] N. L. Nagda and H. E. Rector, "A critical review of reported air concentrations of organic compounds in aircraft cabins," *Indoor Air*, pp. 292–301, 2003.
- [35] R. L. Hedrick *et al.*, "Ventilation for Acceptable Indoor Air Quality," vol. 8400, 2015.
- [36] Jefatura del Estado, *Real Decreto-ley 21/2020, de 9 de junio, de medidas urgentes de prevención, contención y coordinación para hacer frente a la crisis sanitaria ocasionada por el COVID-19*. 2020. Accessed: Feb. 01, 2023. [Online]. Available: <https://www.boe.es/buscar/pdf/2020/BOE-A-2020-5895-consolidado.pdf>
- [37] Consejo Interterritorial Sistema Nacional de Salud, "Acuerdo nº : 1331," pp. 1–24, 2020.
- [38] Ministerio para la transición ecológica i el reto demográfico i Ministerio de Sanidad IDAE, "RECOMENDACIONES".
- [39] Ministerio de Cultura y Deporte, "Comunicado COVID-19 Evita el sedentarismo".
- [40] Gobierno de España, M. de C. y Deporte, and C. S. de Deportes, "COVID-19. Protocolo de actuación para la vuelta de competiciones oficiales de ámbito estatal y carácter no profesional (Temporada 2020-2021)," 2020.
- [41] D. Kong, H. Liu, Y. Wu, B. Li, S. Wei, and M. Yuan, "Effects of indoor humidity on building occupants' thermal comfort and evidence in terms of climate adaptation," *Build. Environ.*, vol. 155, no. November 2018, pp. 298–307, 2019, doi: 10.1016/j.buildenv.2019.02.039.
- [42] P. . Fanger, "Thermal Comfort," *Danish Technical Press*. Copenhagen, 1970.