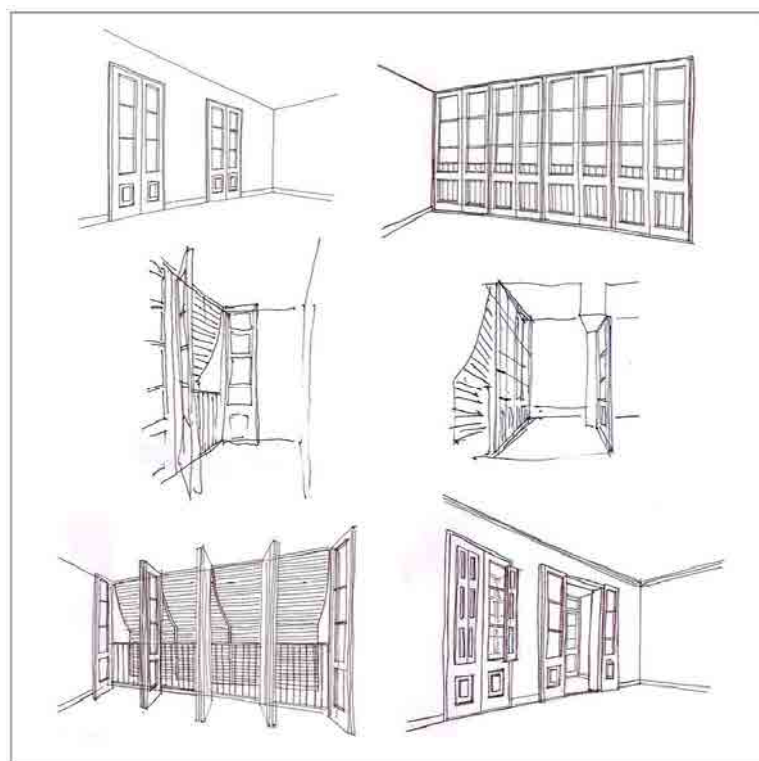




LA CARA OCULTA DE BARCELONA

XAVIER SOLSONA PAIRÓ

LA CARA OCULTA DE BARCELONA

l'ambient a les galeries dels patis de l'Eixample Cerdà

Tesi presentada per
XAVIER SOLSONA PAIRÓ

Tutora i Directora
HELENA COCH ROURA
(Rafael Serra Florensa)

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA
Departament de Construccions Arquitectòniques I
Programa Àmbits de Recerca en l'Energia i el Medi Ambient a l'Arquitectura

Barcelona, hivern de 2015

ÍNDEX

INTRODUCCIÓ	9
0.1 Pròleg	10
0.2 Justificació de l'estudi	25
0.3 Abast de l'estudi	31
0.4 Metodologia	36
 CAPÍTOL 1. INFORMACIÓ DE BASE	 42
1.1 Precedents arquitectònics	43
1.1.1 La <i>Galeria</i>	45
1.1.2 Localització	52
1.1.3 Tipologies	77
1.2 Precedents urbanístics	87
1.2.1 L'Eixample	91
1.2.2 Descripció de l'illa	95
1.2.3 Tipologia edificatòria	97
1.2.4 Normes urbanístiques i ordenances municipals	99
1.2.5 Normativa vigent	115
1.3 Precedents ambientals	128
1.3.1 Clima	129
Clima mediterrani (temperat humit)	131
Clima de Barcelona	132
Clima de l'Eixample	135
Microclima a l'interior de l'illa	140
1.3.2 Llum natural	143
Nivells lumínics al paral·lel 41,1ºN	145
1.3.3 Acústica	147
Nivells sonors a l'Eixample	149
Nivells sonors a l'interior de l'illa	150
Normativa acústica	152

	CAPÍTOL 2. COMPORTAMENT AMBIENTAL	153
2.1	ÚS i FUNCIONS DE LA <i>GALERIA</i>	154
2.1.1	Usos que se li han donat	155
2.1.2	Funcionament global	162
2.1.2	Les falses <i>galeries</i>	164
2.2	Principis de funcionament energètic de la <i>galeria</i>	167
2.2.1	Efecte hivernacle i protecció a la radiació	168
2.2.2.	Transferència de calor. Inèrcia tèrmica	173
2.2.3.	Ventilació	178
2.2.4.	Control lumínic. Ombratge i difusió de la llum	181
2.2.5.	Control acústic. Aïllament	186
2.3	El confort	187
2.3.1	La percepció de l'ambient	188
2.3.2	L'ambient de la <i>galeria</i>	191
2.4	Funcionament global	192
	CAPÍTOL 3. ESTUDI DE MODELS REPRESENTATIUS	197
3.1	MODEL REAL DE REFERÈNCIA	199
3.1.1	L'edifici	200
3.1.2	La <i>galeria</i>	201
3.2	MODEL TEÒRIC DE <i>GALERIA</i>	205
3.2.1	Versió de <i>galeria</i> segons l'any de construcció	206
3.2.2	Models de <i>galeria</i> segons l'àmbit considerat	206
3.2.3	Models segons la seva orientació	207
3.2.4	Simulació climàtica	208
3.2.5	Simulació lumínica	209
3.2.6	Simulació acústica	209
3.2.7	Consideracions generals	209
3.3	Resposta climàtica	211
3.3.1	Mesures de temperatura. Model real	212
3.3.2	Càlculs amb models teòrics	225
3.3.3	Comparació dels resultats. Model real - models teòrics	243
3.4	Resposta lumínica	246
3.5	Resposta acústica	259

	CAPÍTOL 4. PROPOSTES D'ÚS OPTIMITZAT	274
4.1	Com han de ser les galeries	277
4.1.1	L'alçada de l'espai habitable	277
4.1.2	La <i>galeria</i> versió 2014	278
4.1.3	La <i>galeria</i> com espai intermedi	279
4.1.4	El sistema d'inèrcia	279
4.1.5	El tancament interior de la <i>galeria</i>	280
4.1.6	El tancament de la <i>galeria</i> a l'exterior	282
4.1.7	La persiana	283
4.2	La <i>galeria</i> 2014. Proposta	285
	CAPÍTOL 5. CONCLUSIONS	290
5.1	Síntesi o resum	291
5.2	Primera conclusió	292
5.3	Conclusions generals	294
	CAPÍTOL 6. PERSPECTIVES DE FUTUR	295
6.1	Proposta de debat	296
6.1.1	Recuperar la <i>galeria</i> als patis d'illa	297
6.1.2	Les <i>galeries</i> espontànies	299
6.2	Proposta de revisió de la normativa	300
6.3	El paper dels arquitectes, i les Escoles d'Arquitectura	302
	ANNEX 1. ANÀLISI LINGÜÍSTICA	305
A1	Anàlisi lingüística	306
	ANNEX 2. SIMULACIÓ AMBIENTAL DE LA GALERIA	321
A2.1	Comportament climàtic	323
A2.2	Comportament lumínic	476
A2.3	Càlculs acústics	501
	ANNEX 3. BIBLIOGRAFIA	509
A3	Bibliografia	510

INTRODUCCIÓ

0.1 PRÒLEG

L'anàlisi de l'ambient

Vitruvi. *De Architectura*

El tractament de l'ambient arquitectònic

El concepte de *confort*

El paper dels arquitectes

0.2 JUSTIFICACIÓ DE L'ESTUDI

La pell: factor de protecció

L'Eixample de Barcelona

0.3 ABAST DE L'ESTUDI

0.4 METODOLOGIA

Procediment

Organització de l'estudi

Estructura de la tesi

0.1 PRÒLEG



fig. 1 L'Eixample. Pati interior d'illa, jardins de Maria Matilde Almendros

La història de l'Eixample de Barcelona (1859) és apassionant i alhora contradictòria. Avui dia és considerat un model urbanístic exemplar, però fa més de 150 anys va ser qualificat com la pitjor solució per al creixement de la ciutat. L'enginyer Ildefons Cerdà, un dels referents de l'urbanisme modern, llavors fou injuriat i sistemàticament desqualificat, sobretot per les forces vives de la ciutat de Barcelona. Va haver de passar més d'un segle abans que no es comencés a valorar la seva aportació.

La quantitat de documentació sobre l'Eixample que estudia el model urbanístic, recull la seva història i analitza la seva evolució és inabastable. Exposicions, estudis, classificacions, anàlisis d'elements, etc. S'han fet infinitat de tesis, articles i llibres, fotografies, dibuixos i aixecament de plànols d'edificis, de carrers i d'elements urbans. I se'n segueixen fent, encara dona per a una pila més d'anàlisis, classificacions, dibuixos i reportatges fotogràfics; dels fanals a les llambordes, passant pel mobiliari urbà, la forja dels balcons i els aparadors de les botigues.

Troblem a faltar però, estudis que traspassin el llindar de l'àmbit públic del carrer i la façana dels edificis, i s'endinsin a través de les cases fins aquest altre espai urbà que són els patis d'illa.

L'anàlisi de l'ambient

Em cal fer una reflexió prèvia a la presentació de la tesi, que tracta un tema tan concret com és *l'ambient a les galeries dels patis de l'Eixample*, però que porta implícita una manera d'entendre l'anàlisi de l'ambient arquitectònic. Aquesta actitud -que no és la més habitual en el món de l'arquitectura- tinc la pretensió d'aprofundir en una problemàtica a la que generalment se li dóna un tractament massa superficial.

És àmpliament acceptat que més enllà del llenguatge formal utilitzat, qualsevol arquitectura hauria de respondre a determinats requeriments del lloc on s'inscriu: clima, entorn, topografia, orientació, etc., com passa en les arquitectures vernacles o més ben dit construccions populars. Tot i això hi ha un tipus d'arquitectura que prescindeix d'aquests condicionants, que Guillermo Yáñez anomena *la arquitectura del no-lugar*¹.

Generalment es tracta d'edificis amb façanes lleugeres i alhora hermètiques, tipus *mur cortina* amb un comportament ambiental desastrós que ... *sería difícil situarlos en el grado cero de la relación climática y solar, es decir la indiferencia o peor la neutralidad puesto que en muchos casos la respuesta de estos edificios es tan negativa que podría hablarse casi con más propiedad de arquitecturas negativas al lugar*².

D'això en diem *arquitectures que funcionen pitjor que el clima*³.

¹ Guillermo Yáñez. *Arquitectura solar*, p.13

² Guillermo Yáñez, *op. cit.* P.13

³ Hi ha arquitectures de gran qualitat en les qual s'ha sacrificat el confort dels usuaris a canvi d'afavorir altres aspectes -generalment formals o estètics- gràcies als quals han obtingut precisament el seu status de gran obra arquitectònica.

Vitruvi. *De Architectura*

Marc Vitruvi Pol·lió (*Marcus Vitruvius Pollio*, Roma 75–10aC) arquitecte, escriptor i enginyer romà del segle I aC, és l'autor del tractat d'arquitectura més antic que es coneix, *De Architectura Libri X⁴*, escrit probablement entre els anys 27 i 23aC i dedicat a l'emperador Cèsar August.

El primer dels *Deu Llibres d'Arquitectura* descriu l'arquitectura com una ciència que ha d'anar acompanyada d'altres molts coneixements i estudis. Aquesta ciència, diu, s'assoleix per la pràctica i per la teoria.

Segons Vitruvi l'arquitectura es divideix en tres parts: Construcció, Gnomònica⁵ i Mecànica, i es compona d'Ordre, Disposició, Proporció i Distribució.

Dels coneixements que han de tenir els arquitectes diu que han d'estudiar Gramàtica, tenir aptituds pel Dibuix i coneixements de Geometria i d'Aritmètica, que estiguin versats en Història, Filosofia, Jurisprudència i altres disciplines directament relacionades amb la pràctica de l'arquitectura. Però també parla de matèries que tot i la seva importància generalment no es relacionen amb l'arquitectura. Algunes les descriu així:

No poden desconèixer l'Òptica, amb la que sabran donar la millor llum als edificis, segons la diferent disposició del cel.

Cal que tinguin coneixements de Música perquè puguin entendre les lleis de les proporcions canònica i matemàtica (...en els teatres, els vasos de bronze, que es col·loquen per llei matemàtica, segons la diferència de sons, que els grecs anomenaven "ejeia", es situen en cel·les a sota de les grades, agrupats i distribuïts en circumferència, segons les associacions musicals de sons o consonàncies en quarta, quinta i octava, de manera que, al ferir amb el seu xoc un d'aquests vasos, la veu que arriba de l'escena s'acreix considerablement i la perceben les oïdes dels espectadors, més clara i amb major intensitat. Per la mateixa raó, ningú que desconegui la música podrà construir màquines hidràuliques ni altres instruments semblants).

No poden ignorar la Medecina, ja que els cal conèixer quins són els aspectes del cel, que els grecs anomenen "climes", les condicions de l'aire de cada lloc; quins indrets son nocius i quins saludables, i quines propietats tenen les seves aigües, perquè sense el coneixement d'aquestes circumstàncies no és possible construir edificis sans.

⁴ Vitruvio, *Los diez libros de arquitectura*

⁵ Ciència relativa a les trajectòries del sol per sobre de l'horitzó que s'aplica sobre el disseny i construcció de rellotges de sol i en la cartografia (projecció gnomònica).

*Finalment a través de l'Astrologia i el moviments dels astres, es coneix l'Orient, l'Occident, el Migdia i el Septentrió, així com la constitució del cel, els equinoccis, els solsticis i el curs dels astres.*⁶

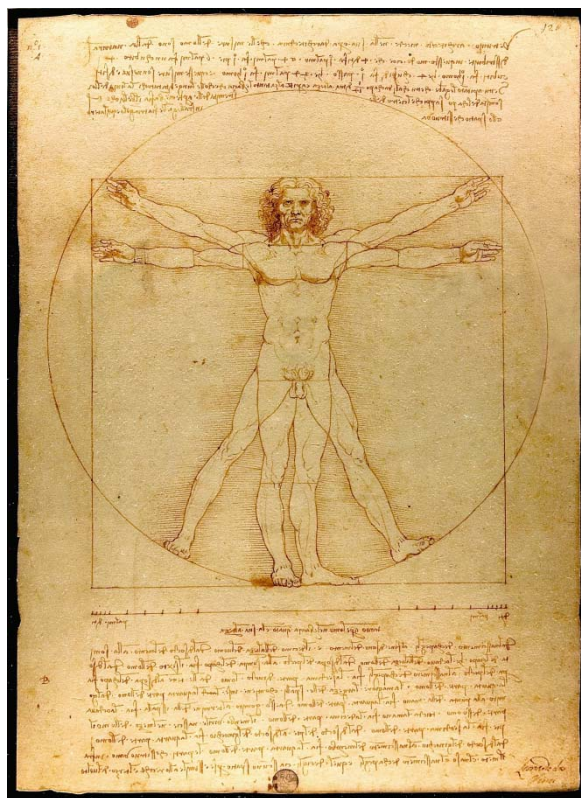


fig. 2 Leonardo da Vinci. L'home de Vitruvi

Podem comprovar doncs, que la tractadística arquitectònica de l'època de l'imperi Romà, no ha perdut vigència. Cal remarcar que tot i que *De Architectura Libri X* és l'única obra d'aquesta mena que l'antiguitat ens ha transmès, fa contínues referències a textos o tractats grecs anteriors, no per qüestionar-los, si no per reforçar els seus arguments. Això demostra que l'arquitectura es fonamenta en uns principis que no s'han improvisat de la nit al dia. Són fruit de molts segles d'evolució i per tant els arquitectes no podem ignorar aquests orígens, ni creure que l'arquitectura va néixer amb el Moviment Modern.

Algun historiador ha qualificat aquesta obra com a prototip dels tractats arquitectònics del Renaixement *...potser perquè coincidí amb els ideals arquitectònics dels artistes de l'època*⁷. Aquesta afirmació es pot fer extensiva a altres moviments culturals o períodes històrics europeus, i segurament no hauria de contradir el punt de vista dels academicistes de l'arquitectura actual.

⁶ Vitruvio. *op. cit. Libro primero*, p. 6. Traducció lliure del castellà

⁷ JGaR. VITRUVI Pol·lió, Marc. *Gran Enciclopèdia Catalana*, volum 15

El tractament de l'ambient arquitectònic

Totes les parts de l'arquitectura, a bastament estudiades i publicades, des de l'anàlisi més ampli i genèric de la implantació a gran escala fins al detall concret de la solució constructiva; des dels aspectes teòrics, estètics i formals, passant pels condicionaments econòmics, legislatius i deontològics fins a les noves aportacions tecnològiques i les necessitats del mercat, es pot dir que segueixen una evolució normal i coherent.

Hi ha però algunes disciplines que dona la impressió que com a mínim han quedat estancades. Com si un dia s'haguessin donat per vàlids els seus principis i ja mai més no calgués replantejar-los. Això en la pràctica ha portat a l'oblit d'uns valors i unes virtuts, diluïts enmig del procés evolutiu que per la seva bondat cal recuperar-los, per no perdre les referències d'origen i identitat de la nostra professió.

Alguns d'aquests temes -n'hi ha d'altres- es situen al voltant del concepte del *confort*, entès no només des del punt de vista físic o funcional, si no també a nivell fisiològic i psicològic.

En el seu tractat, Vitruvi fa contínues referències als aspectes relacionats amb l'estudi de l'entorn i les condicions de salubritat dels llocs; amb l'orientació de les habitacions i la disposició dels edificis segons les propietats dels emplaçaments, el curs del sol, etc.

Aquesta temàtica, actualment poques vegades es té en compte –gairebé mai a nivell urbanístic- i en molts casos es considera irresoluble des de la pròpia arquitectura. Al mateix temps s'addueix que tècnicament es pot compensar qualsevol mancança amb l'aplicació de sistemes mecànics, cosa que només és certa en part. Tot això fa que moltes vegades aquestes qüestions ni tant sols es plantegin en els inicis dels projectes arquitectònics.

És cert que la tecnologia actual aplicada a l'arquitectura pot proporcionar unes condicions ambientals adequades a una activitat concreta. Però generalment això no serà suficient per aconseguir allò que anomenem *espai ideal*. D'altra banda aquesta opció comporta un alt grau de subordinació de l'individu a complexos i costosos sistemes mecànics i energètics, i en definitiva una dependència econòmica excessiva i en gran part innecessària.

Amb un plantejament més racional es poden evitar aquestes servituds i alhora aconseguir hàbitats més afables, com passa en l'ambient fresc d'estiu a dins d'una masia que és més agradable que l'interior d'una agència bancària amb climatització mecànica, o bé amb la llum natural, més sana i agradable que la llum elèctrica.

És important no confondre els conceptes *espai ideal* i *espai perfecte*, ja que si bé el primer és el tipus d'ambient que volem aconseguir per a unes funcions precises, el segon s'associa generalment a un lloc amb unes condicions teòricament perfectes i constants -temperatura, nivell lumínic, nivell acústic-. És el que des de posicions pro tecnològiques⁸ pretenen proporcionar a uns tipus d'edificis als quals paradoxalment es qualifica d'intel·ligents⁹.

Aquests espais teòricament perfectes, de condicions constants -tan presents en les històries de ciència ficció- que es relacionen d'alguna manera amb el sinus matern, de perfecte en tenen ben poc. Fixem-nos que no podem estar gaire estona asseguts en la mateixa posició en una butaca, per còmoda que sigui. La fisiologia humana necessita canvis constants i contrastos en l'ambient -dia/nit, hivern/estiu- que li permetin mantenir la sensibilitat a les percepcions. *L'individu quan s'adapta a unes condicions determinades perd capacitat de resposta als estímuls.*¹⁰

⁸ S'autoanomenen *high-tech* i avantguardistes però són precisament les que subestimen els aspectes mediambientals, com si fossin coses del passat.

⁹ Un edifici que necessita sofisticats sistemes de climatització mecànica i d'il·luminació artificial, per molt eficients que siguin i per molts automatismes que disposin, no es pot dir que sigui més intel·ligent que un altre capaç d'obtenir uns bons nivells de confort climàtic gràcies a la seva orientació i que aprofiti la llum natural durant el dia, degut a una bona disposició de les seves obertures.

¹⁰ Rafael Serra Florensa, *Les energies a l'arquitectura*.

El concepte de confort.

Generalment hi han paraules i expressions que de tant repetir-les perden el seu ètim -forma originària- o sentit etimològic, fins al punt que un mot s'associa a una situació que només fa referència parcialment al seu significat.

Això passa per exemple amb la paraula *confort* que tal vegada al ser una de les més encertades per inserir als missatges publicitaris i comercials, actualment es relaciona massa directament amb un producte o una situació determinada, que per altra banda sol tenir poc a veure amb la realitat. Per això val la pena, abans de continuar, conèixer la definició que en fan els diccionaris d'aquest concepte.

confort m. Absència de tot allò que pot constituir una molèstia o incomoditat material, disposició de les coses adreçada a fornir major benestar físic. *Viure en un gran confort. El confort dels trens moderns.* (Gran enciclopèdia catalana)

confortable adj. Disposat de manera que procura confort. *Una casa confortable. Una cadira confortable.* (Diccionari de la llengua catalana).

Altres diccionaris donen definicions semblants i generalment associen el concepte *confort* amb els de *comoditat*, *benestar*, *plaent*, etc.

Des del punt de vista arquitectònic, la definició de confort apuntada es considera genèricament vàlida, si bé hem d'afegir que *l'individu té la necessitat de rebre constantment estímuls, i això només es pot produir en un ambient amb un cert dinamisme i canvi*¹¹.

Mirant d'ampliar aquestes definicions veiem que, des dels aspectes arquitectònics i en relació amb les necessitats fisiològiques de l'individu, a partir d'una alimentació i un descans adequats, l'espai habitat ha de complir un conjunt de requeriments -que fins fa no massa temps s'anomenaven *condicions mínimes*, però que actualment són les *condicions adequades*- per poder ser qualificat de *confortable*. Els diferents aspectes que afecten aquests requeriments els classificarem per ordre de prioritat¹² com segueix:

¹¹ Rafael Serra Florensa, *op. cit.*

¹² Proposo establir una jerarquia de propietats vinculants ja que es dona el cas, per exemple, que un ambient amb totes les comoditats funcionals però sense la temperatura adequada serà totalment inútil per als usos previstos. Igualment, amb unes bones condicions tèrmiques i lumíniques però amb una acústica deficient es podran realitzar les funcions que calgui, encara que no sigui de la millor manera.

En primer lloc se situa la necessitat del confort climàtic. L'espai ha de tenir la temperatura i la humitat adequades. En aquest aspecte cada activitat té unes exigències diferents, depenent per exemple de si es tracta d'un treball físic i actiu o d'una tasca intel·lectual i passiva.

Un ambient excessivament calorós o massa fred, o bé amb una humitat inadequada no resultarà confortable per a una funció concreta i conseqüentment aquesta no es podrà realitzar òptimament. De la mateixa manera, un lleuger corrent d'aire afecta la sensació higrotèrmica i pot produir incomoditat.

A continuació hi ha el confort lumínic. Ha de ser el correcte: cal tenir la llum i la il·luminació adequada -ni més ni menys- disposada d'acord amb la funció o funcions previstes. Un dèficit de llum dificulta la visió, obliga a forçar la vista i produeix cansament, però un excés o una mala distribució de la il·luminació produeix reflexions i enlluernaments, molesta i dificulta la concentració i l'atenció al treball, i a sobre pot provocar irritacions i alteracions nervioses. Les condicions lumíniques d'un ambient es determinen pel tipus i el nivell de la llum o font lumínica i a més pels colors de les superfícies de l'entorn i per les seves característiques de reflexió de la llum.

Després tenim les condicions acústiques d'un lloc que han d'adaptar-se necessàriament a les funcions que s'hi realitzin. Hi ha activitats que generen soroll però que no interfereix en el seu funcionament; tot i això caldrà evitar que es transmeti a l'exterior. Altres activitats o no fan soroll o la seva finalitat és precisament la producció de so, però en qualsevol cas necessiten un nivell sonor pràcticament nul, per tant caldrà evitar la immissió de sorolls aliens. És evident que una sala de música, una biblioteca o un gimnàs han de tenir qualitats acústiques ben diferents.

Finalment, l'amplitud i les proporcions d'un espai han de ser apropiades a l'ús que se'n faci. Un habitacle ha de tenir unes dimensions mínimes perquè sigui funcional, però no és correcte allò de que pot ser tant gran com es vulgui, ja que a partir d'unes determinades mides els espais es desfiguren i perden el seu caràcter. A més, les proporcions de les coses i dels llocs poden ser harmòniques i compensades, relacionades amb les lleis de la proporcionalitat, el nombre d'or, etc., o tenir unes relacions desafortunades que facin que la seva forma sigui desequilibrada, inadequada, i en definitiva incòmoda.

Quan en un ambient no es donen les *condicions de confort*, llavors es produeixen situacions d'incomoditat i malestar. En alguns casos és fàcil identificar la causa que produeix la molèstia, però en altres no, perquè no es deu a un únic motiu sinó a la suma de petits factors desequilibrants. En aquestes situacions és quan es té, sense saber ben bé perquè, la sensació que un lloc no és agradable ni confortable.

Per altra banda també és cert que moltes vegades, a nivell individual se suporten situacions incòmodes i desplaents de manera sistemàtica ja que en l'escala de valors de l'individu i de la societat en la qual es mou, existeixen altres prioritats que passen per davant dels *factors de confort*. Però això ja s'escapa totalment de la influència del control ambiental i se situa en l'àmbit de disciplines sociològiques i de comportament, que no tractarem.

El paper dels arquitectes

L'actitud dels grans arquitectes, que han determinat amb la seva obra les tendències de l'arquitectura, ha estat tan diversa i heterogènia que fa molt difícil treure'n conclusions en un o altre sentit.

Als arquitectes se'ns retreu sovint -sobretot des de fora de la professió- que ens preocupem més per l'estètica que pel funcionalisme i modestament hem d'admetre que moltes vegades és cert, com també ho és que quan es tracta d'un arquitecte reconegut aquest fet es considera justificat, ja que, diuen, el simbolisme i la representativitat d'una gran obra bé s'ho val.

Conceptes com *arquitectura d'autor* i l'etern dilema de si els arquitectes han d'estar al servei de l'arquitectura o l'arquitectura al servei dels usuaris, solen generar deficiències en les prestacions dels edificis, de manera que de la *utilitas*, *firmitas*, *venustas* de Vitruvi¹³, moltes vegades la funcionalitat i la comoditat queden seriosament compromeses per l'estètica.

Per exemplificar-ho analitzarem els aspectes més rellevants de l'obra d'alguns dels considerats grans mestres del Moviment Modern: Ludwig Mies van der Rohe, Frank Lloyd Wright i Le Corbusier, en els quals hi trobem tres actituds diferents i contrastades davant de problemàtiques similars.



fig. 3 Mies Van der Roe - Farnsworth house

¹³ *Utilitas, firmitas, venustas*: la utilitat o funcionalitat, la fermesa i la bellesa; famosa triada de Vitruvi que resumeix les principals característiques que ha de complir l'arquitectura.

Mies van der Rohe *...máximo representante de lo que se denominó "Estilo Internacional" ...El vidrio constituyó para Mies el material de cerramiento más apropiado a su concepción arquitectónica. ...Pero dicha universalidad solo se podía conseguir a costa de abstracción, y en consecuencia, de una indiferencia con el entorno y con el clima. ...existe un ejemplo muy significativo como es la famosa vivienda unifamiliar Farnsworth, Fox River, Illinois 1945, ...con un clima de fuertes contrastes con inviernos muy fríos y veranos cálidos y húmedos. ...En algún momento su propietaria llegó a decir que era inhabitable "esa caja de cristal".*¹⁴

Ningú no qüestiona la indiscutible qualitat arquitectònica ni l'elegància i la innovació tecnològica de l'obra de Mies van der Rohe, ni la puresa de les seves formes, i tot i això se l'ha justificat en uns casos o criticat en d'altres per la seva manca de relació amb el lloc, el clima, l'aïllament, la funció o les activitats internes dels edificis.

Mies, sota el lema *less is more* com a precepte del *minimalisme* buscava la simplificació extrema de les solucions i la reducció al mínim dels seus elements. En canvi, en l'obra de Frank Lloyd Wright –amb una actitud contraposada- hi ha una gran complexitat de geometries i multiplicitat de solucions i de sistemes constructius.

Wright va demostrar una gran sensibilitat per a l'entorn natural i per a les condicions climàtiques del lloc, i això es fa evident al llarg de tota la seva obra. La seva inquietud el va portar a fer nombroses aportacions tècniques, on destaquen, a més dels sistemes pioners de calefacció per terra radiant (Prairie houses) o d'aire condicionat (edifici Larkin), dissenys innovadors en el camp de la il·luminació natural, ventilació natural, protecció solar, etc.

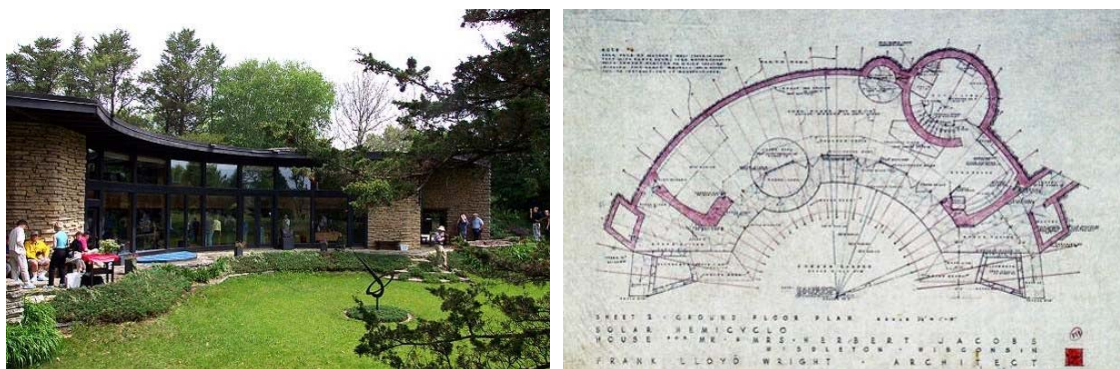


fig. 4 Frank Lloyd Wright – Casa Herbert Jacobs II (Solar Hemicycle House)

¹⁴ Guillermo Yáñez, *op. cit.* p.37

*Donde Wrigth demostró su habilidad como arquitecto para enfrentarse con los problemas de adaptación al clima y al entorno natural, teniendo en cuenta la economía de construcción y de mantenimiento, fue en las "Usonian Houses" ... En su libro "La casa natural" Wrigth establece la necesidad de diseñar con la naturaleza y con el clima como claves fundamentales ... Indica la necesidad de orientar siempre que se pueda la casa al sur: La parte sur de la casa es la "living side". Desconfía del aire acondicionado y recomienda "ir de acuerdo con el clima antes de introducir un clima artificial."*¹⁵

En aquest cas, les crítiques li han vingut per raons totalment contràries a les de Mies. Així Yáñez cita a Banham: *Se apoderó de importantes tecnologías con entusiasmo, pero sin dogma, aplicándolas cuando las necesitaba, sin prejuicios hacia preferencias estilísticas.*

Le Corbusier es situa, probablement, en un terme equidistant entre totes dues posicions: la simplicitat abstracta de Mies i la diversitat orgànica de Wrigth. Yáñez diu: *Se mueve precisamente entre dos extremos contradictorios: la máquina y la Naturaleza... La casa es una máquina de habitar... Consideró siempre al sol como una de las claves de la arquitectura y el urbanismo: El sol, la vegetación y el espacio son las tres materias primas del urbanismo. Introducir el sol es el nuevo y más imperioso deber del arquitecto.*

Tot i això, en realitat Le Corbusier només va començar a considerar el sol després d'un sonor fracàs a la *Cité de Refuge* de l'*Armé du Salut* (Paris 1929-33). Aquest edifici, definit a partir del concepte de *la Machine à Habiter*¹⁶ que ell mateix va encunyar, originalment va ser projectat amb façana de *mur cortina* o mur *neutralitzant* amb vidres fixos i un sofisticat sistema de climatització, que per problemes de pressupost no es va arribar a instal·lar. El resultat no podia ser pitjor, amb temperatures molt elevades, manca de ventilació i excés de radiació fins i tot a l'hivern; durant l'estiu el mur cortina sense protecció solar va provocar sobreescalfaments als espais situats a la façana sud, arribant a temperatures interiors de 30-33°C. Les queixes dels usuaris van originar un procés judicial. Le Corbusier va ser condemnat a instal·lar finestres practicables al mur cortina, per evacuar l'aire calent i ventilar. L'any 1951 va introduir un *brise-soleil* a la façana per evitar la incidència directa de la radiació.

A partir d'aquest fet és quan Le Corbusier va demostrar una gran motivació pel control solar i per fer arribar el sol a qualsevol racó dels seus edificis, aspectes aquests que moltes vegades s'obvien, fins i tot per molts dels que es declaren admiradors incondicionals de la seva obra.

¹⁵ Guillermo Yáñez, *op. cit.* p.40

¹⁶ *La máquina per viure-hi*. Le Corbusier estava fascinat per les llavors noves màquines: en especial els automòbils i els avions; considerava que tenien dissenys pràctics i funcionals com a model per una arquitectura en què la bellesa es basés en la practicitat i funcionalitat.

Yáñez segueix dient: *La carrera tras el sol está expresada en los dos solsticios. Una forma adecuada de edificio sería abierta y bañada por el sol, por el este, el sur y el oeste; otra forma sería en espina (sol del este y del oeste) otra, frontal, con el sol al sur. Pero no está dicho todo.*

En el estudio como en la experiencia, la regla del sol impone nuevas ordenaciones. El sol de la canícula es abrumador a través de la pared de vidrio, que constituye sin embargo la conquista magistral e irrenunciable de las técnicas modernas. En verano hay que proteger del sol el sur y el oeste indudablemente y el este eventualmente. Pero en invierno los rayos solares deben poder penetrar en la vivienda. La trayectoria de verano es alta y el toldo instalado frente al vidrio lo protegerá sin oponerse a la entrada de luz difusa. La trayectoria baja del invierno hace innecesario el toldo de verano y el sol penetra directamente en el interior.

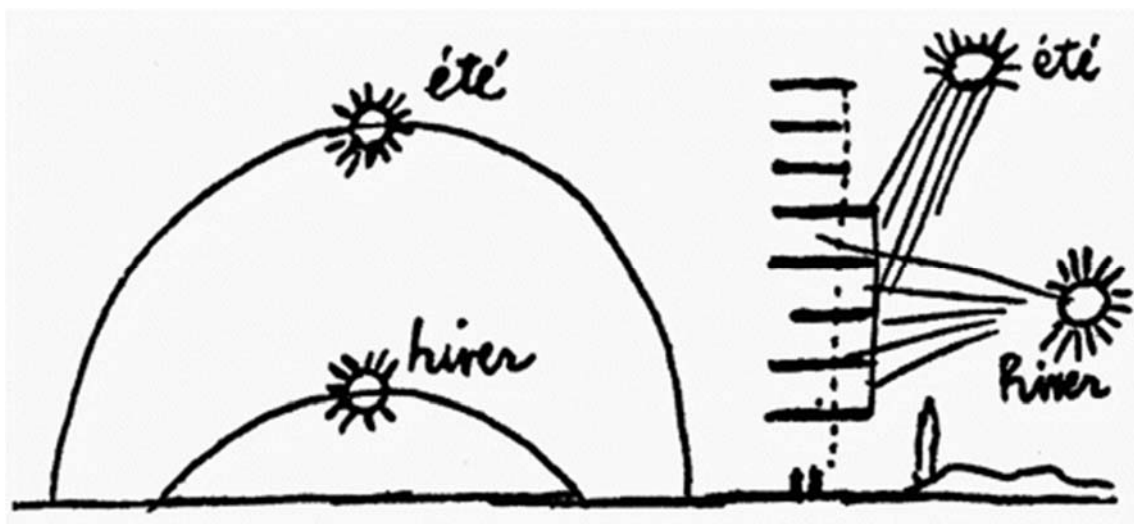


fig. 5 Comportament del *brise-soleil* situat a la façana sud segons Le Corbusier

La seva proposta és òbvia i elemental i tot i això avui dia encara és ignorada moltes vegades. Es basa en dos aspectes fonamentals: per una banda la relació de la forma de l'edifici amb el recorregut del sol per optimitzar la distribució de la radiació solar a l'edifici, i per altra banda la necessària protecció de la pell de l'edifici, que haurà de ser diferent segons quina sigui la seva orientació. Això, ja ho hem dit, va portar a Le Corbusier a formular la proposta del *brise-soleil* que alhora va resultar un element formal característic de les façanes de molts dels seus edificis.



fig. 6 Le Corbusier – Casa Curutchet

En resum, podem dir que la construcció eficaç d'edificis -en resposta a un programa, unes necessitats i uns pressupostos- només assoleix la categoria d'Arquitectura quan compleix determinats requeriments. Però això no garanteix que s'hagin resolt els aspectes ambientals, de comoditat i confort ni que la dependència de l'edifici respecte dels sistemes energètics no sigui desmesurada i excessivament costosa.

Prioritzar els aspectes ambientals en el projecte arquitectònic depèn, per descomptat, del criteri de l'arquitecte a l'hora de definir el programa i les necessitats de projecte¹⁷. Aspectes que lamentablement moltes vegades no es tenen en compte, no perquè s'ha decidit així -cosa que seria discutible però respectable- sinó per omissió i sobretot per desconeixement.

En molts casos els arquitectes passen de puntetes per sobre dels aspectes del confort, confiant que els *sistemes mecànics* ja els resoldran. Això suposa, per una banda renunciar a controlar una part del projecte, deixant-lo en mans d'altres professionals que es limitaran a instal·lar unes màquines -generalment amb uns consums energètics exagerats- que s'haurien pogut minimitzar. Per altra banda amb aquests sistemes no arriba a obtenir mai el mateix nivell de confort que s'aconsegueix de manera natural.

¹⁷ *El programa del projecte es defineix en l'inici del procés de disseny. Entenem com a "volicions" el conjunt de dissenys o tendències que, dins del procés de disseny, es volen obtenir en un determinat ambient, normalment per a unes funcions i per a uns usuaris determinats. L'origen o base per conèixer quines han de ser les volicions es troben normalment en el programa del projecte que s'hagi de fer, en les característiques dels usuaris previstos i, lògicament en les primeres intencions del dissenyador* (Rafael Serra Florensa, *op. cit.* p. 109).

El Moviment Modern va generar, en la seva versió més purista, l'anomenat Estil Internacional (1920) irònicament enquadrat dins del Funcionalisme, que propugnava una forma de projectar *universal* desproveïda de trets regionals. És a dir que ja no calia tenir en compte les característiques del lloc, bàsicament climàtiques i lumíniques, perquè els sistemes mecànics ja ho resoldrien.

Els resultats, de sobres coneguts, són edificis que menystenen, ignoren i prescindeixen de les preexistències del lloc. Només per això ja podem assegurar que són inadequats. Segons aquests principis, un mateix edifici pot estar situat a Hèlsinki, a Rio de Janeiro o a Dubai, que respectivament tenen el clima fred, càlid humit i càlid sec. El pitjor de tot és que l'edifici d'Estil Internacional no funcionarà bé en cap dels tres emplaçaments. El confort dependrà únicament dels sistemes mecànics i aquests tindran uns consums desmesurats i excessius. Aquests edificis, amb els criteris actuals són totalment insostenibles.



fig. 7 Mies van der Rohe. Edifici Seagram, arquetip de l'Estil Internacional

0.2 JUSTIFICACIÓ DE L'ESTUDI

En el Mediterráneo la sombra es el lujo, ho diu Ignacio Paricio al començament del seu llibre, *La protección solar*, en el qual a més de la recopilació i descripció dels sistemes que poden plantejar-se actualment, des dels més tradicionals fins als *high tech*, per protegir la *pell dels edificis*¹⁸, sobretot les seves obertures, critica les tendències actuals, que tret de notables excepcions, massa sovint prescindeixen d'aquesta protecció. *Hasta los años veinte los huecos... estaban protegidos por un sin número de filtros que matizaban las relaciones con el exterior. Todos estos filtros se podían combinar para dar lugar a las precisas condiciones de confort que cada local y cada uso podían tener en la vivienda tradicional... La galería que se abre a los patios de manzana del ensanche barcelonés es un muestrario de los recursos que se han utilizado en la ciudad para combatir el sol.*¹⁹



fig. 8 Sistemes de protecció solar a la façana. Hotel Trias, Palamós

¹⁸ Envolupant o capa superficial que recobreix l'edifici i el separa del medi extern. La componen les façanes, la coberta i les parts de l'edifici en contacte amb el terreny o amb edificis veïns. La pell de l'edifici és molt important a l'hora de regular, conservar i emmagatzemar l'energia: calor, llum i soroll, i també és on es disposen el aïllaments i els sistemes de ventilació.

¹⁹ Ignacio Paricio, *op. cit.* p. 5

La pell: factor de protecció

Un dels objectius d'aquesta tesi és proposar un debat sobre la idoneïtat i adequació de determinades architectures contemporànies que prescindeixen alegrement de qualsevol tipus de protecció solar i lumínica. Al mateix Eixample de Barcelona es troben no pocs edificis d'habitatges on ni les sales d'estar ni les habitacions -que és més greu- disposen de cap més protecció a les seves obertures que el tancament vidrat -això sí, sempre amb doble vidre amb cambra, tot i que moltes vegades no és practicable, ni que sigui només per netejar-lo-. Això fa que per al control tèrmic i lumínic, els usuaris només poden posar cortines per l'interior, que en el cas dels dormitoris seran opaques, però només controlen la llum. No protegeixen de l'excés de radiació durant el dia -calor- ni, com aïllament tèrmic, del fred de dia i de nit. *...siglos de prueba y error han convergido en este sofisticado sistema de protecciones fácilmente graduables que dan a los interiores domésticos esa calidad de luz y sombra de la que todos tenemos algún recuerdo en la memoria. Hasta bien entrado este siglo cualquier edificio que se preciase planteaba y resolvía el tema de la protección solar.*²⁰

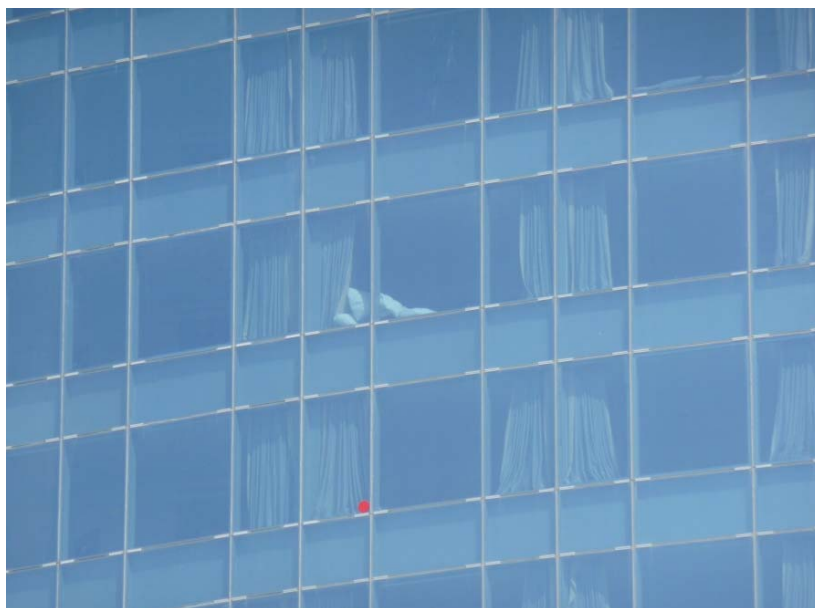


fig. 9 Edificis sense protecció solar. Hotel Vela, Barcelona. Ricardo Bofill, arq.

²⁰ Ignacio Paricio, *op. cit.* p. 5

És preocupant que si fa pocs anys *cualquier edificio ...planteaba y resolvía el tema de la protección solar*, actualment en molts casos ni tant sols es planteja, s'ignora i per descomptat no es resol per més sistemes de climatització que es disposin.

En aquests edificis, els seus arquitectes probablement creien fer una reinterpretació minimalista dels edificis de l'Eixample, i formalment es pot dir que és així, però per aconseguir-ho han prescindit d'elements tan necessaris com la persiana de llibret dels balcons o bé han eliminat les *galeries*, que ara s'han convertit en una prolongació de l'espai interior. Aquestes façanes de disseny tan acurat tenen el mateix comportament que un *mur cortina*²¹.

²¹ El comportament ambiental del *mur cortina* es pot qualificar de desastrós. No controla la radiació: afavoreix l'efecte hivernacle i produeix un sobreescalfament a l'interior que només es pot compensar amb aire condicionat perquè generalment les obertures són fixes, no practicables. L'única manera d'evitar, en part, aquest sobreescalfament és posant vidres foscos, que en absorbir part de la radiació que els hi arriba, també s'escalfen, i a més, no deixen passar la llum natural. El *mur cortina* és un tancament de vidre –que té un comportament pèssim a la transmissió de calor- i a sobre no es pot protegir ja que no disposa de persianes ni de cap altre element de protecció solar. És cert que hi ha *murs cortina* amb vidres reflectants, que no s'escalfen tant com els vidres tintats -de color-, però tant els uns com els altres deixen passar poca llum i això obliga als seus usuaris a funcionar amb llum artificial, fins i tot de dia.

L'Eixample de Barcelona

El projecte d'Ildefons Cerdà per a l'Eixample de Barcelona (1859) va configurar la ciutat d'una manera determinant. La idea és tan potent que ha resistit les successives modificacions d'ordenances a les que s'ha vist sotmès des dels seus inicis amb continus increments d'alçades i d'edificabilitat. *Hom creu sobretot que la realitat de l'Eixample arriba a ser millor que el projecte inicial i, encara que sembli un contrasentit, aquesta és la prova de foc dels projectes urbanístics contemporanis.*²²



fig. 10 L'Eixample Cerdà. Projecte inicial de 1863

Ens podem preguntar què passaria si agaféssim les *mansanes* -illes de cases o illes urbanes- de l'Eixample i, com si fossin mitjons, els hi donéssim la volta de manera que les façanes dels patis passessin a ocupar el front dels carrers i les altres quedessin a l'interior, *Le Corbusier va proposar que aquesta vista posterior, només contemplable des dels patis interiors de la mansana es convertís en la façana principal.*²³ Segur que ens trobaríem sobtadament una ciutat diferent; la mateixa estructura urbana però amb un aspecte desconegut: funcional enlloc de representatiu, racionalista enlloc d'eclèctic. Però també ens adonaríem del mal estat de manteniment de les façanes dels patis interiors.

És cert que una gran majoria de façanes dels patis d'illa poques vegades han rebut ni tan sols una capa de pintura o les finestres una mà de vernís, ja que fins i tot les iniciatives municipals de *posar guapa* la ciutat s'han encaminat, lògicament, a les façanes principals. Això reforça la idea que es considera *ciutat* només la cara del carrer i per tant els patis prenen la categoria de *cara oculta*.

²² Joan Busquets, *Cerdà i la Barcelona del futur*. Catàleg de l'exposició. P. 14

²³ Lluís Permanyer, *Història de l'Eixample*

Hi ha un element en les façanes interiors que a poc a poc va desapareixent. Es tracta de la *galeria*. Una mena d'afegit de fusta i vidre sobreposat a la façana com tancament de balcons, que dóna aquest aspecte tant domèstic i humà als patis de l'Eixample. Possiblement és l'element que més els caracteritza.



fig. 11 Galeries al pati interior d'illa. Torre de les Aigües

Hi ha edificis que també tenen *galeries* cap al carrer, que en aquest cas reben el nom de *tribunes* o *miradors*, i certament aquests edificis destaquen respecte dels que no en tenen, ja que les tribunes els hi proporcionen la gràcia i la lleugeresa pròpia del vidre i, a diferència de les *galeries* dels patis, un cert luxe en els detalls i acabats. Això, al carrer només es dóna en casos comptats i ni molt menys esdevé una singularitat arquitectònica de l'Eixample: de *tribunes* i *miradors* se'n troben en molts altres llocs.

En canvi als interiors d'illa la *galeria* ha estat molt present –fins fa no massa temps d'una manera generalitzada- i en aquest cas sí que constitueix una tipologia digna d'estudi, donada la seva difusió i varietat de repertori, tot i que limitada a un àmbit tant localitzat com són els patis de l'Eixample de Barcelona.

Sembla doncs que hi ha prou material per estudiar aquest *sistema*, conegut pel nom de *galeria*.

Ens interessa analitzar com i en quines condicions s'ha desenvolupat la *galeria* i també perquè, a partir de determinades premisses, no només deixa d'evolucionar sinó que desapareix sobtadament d'escena²⁴ i en canvi, en altres àmbits es reproduïx d'una manera espontània²⁵. També tractarem d'entendre perquè, quan darrerament s'ha reproduït la *galeria* en nous edificis de l'Eixample, només s'ha mantingut el seu aspecte formal, ignorant o desconeixent el seu funcionament, i en conseqüència obtenint un producte que, més enllà d'embellir la façana, crea unes servituds i incomoditats als seus usuaris que previsiblement, més tard o més d'hora faran seva la frase –citada al Pròleg– de la propietària de la casa Farnsworth de Mies van der Rohe.



fig. 12 Tribunes i/o miradors al carrer Aragó

²⁴ Concretament la *galeria* dels patis de l'Eixample.

²⁵ Per exemple, els tancaments de balcons i terrasses deguts a iniciatives individuals, que es fan de forma incontrolada.

0.3 ABAST DE L'ESTUDI

Des del bell mig de l'Eixample, en qualsevol carrer, envoltats d'arquitectura pública i privada i al mateix temps immersos en la seva frenètica activitat, ens endinsem, a través dels edificis, fins aquest altre espai urbà que són els patis interiors d'illa.

En aquest àmbit, que hem anomenat *la cara oculta de Barcelona*, es presenta als nostres sentits una imatge insòlita de la ciutat, amb una calma que ens fa sentir força lluny del carrer, dels seus tràfecs i sorolls. La remor del carrer no ha desaparegut del tot, però per la seva llunyania tenim la impressió que l'hem deixat molt enrere. En aquest lloc qualsevol soroll domèstic pren molta més importància i fa desaparèixer el *soroll de la ciutat*.

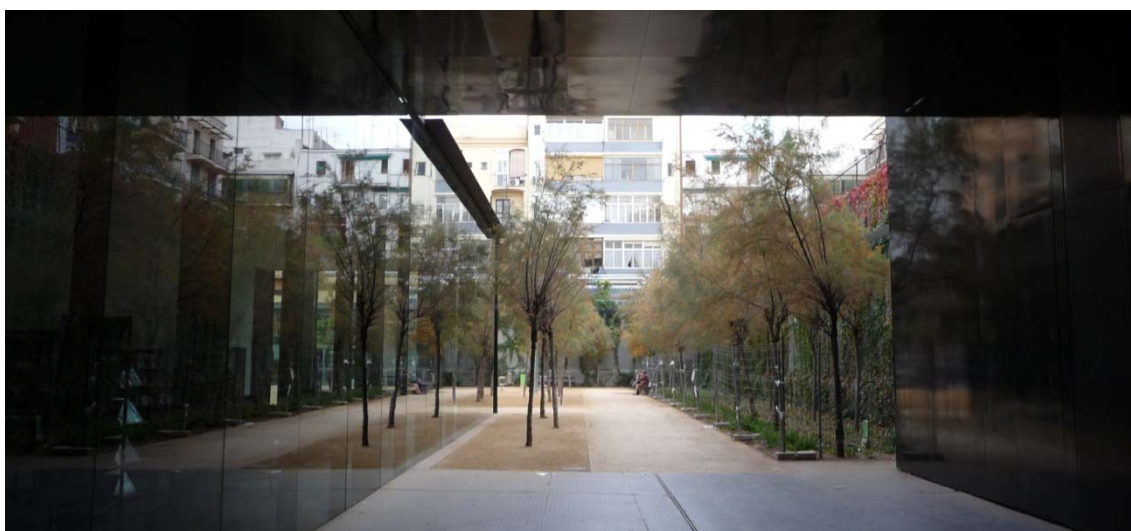


fig. 13 Entrada a l'interior d'illa. Jardins de Cànida Pérez, Comte Borrell 44

*Sempre he viscut en pisos que tenien balcó al carrer i galeria al pati. Hi ha un Eixample exterior i un d'interior. Al capvespre m'assec a la galeria i observo com s'encenen els llums de les cases del pati. És com tenir una llotja preferent a l'interior de la bèstia, és com espiar l'engranatge que fa moure el barri".*¹⁹

¹⁹ Jordi Puntí, *Barcelona Metròpolis* núm 76, tardor 2009, p. 99

Manel Bosch, pintor, diu: *és un dels temes que m'atrau pintar. N'he fet alguns. Són un garbuix de formes i colors dins d'uns ambients a vegades silenciosos i d'altres sorollosos. La gamma de colors de les vivendes és un repte per a la paleta del pintor.*²⁰ És interessant que el pintor, més enllà de la llum i els colors, que són elements bàsics per a la seva obra, destaquí aspectes acústics que en principi no queden reflectits en el quadre, però formen part de l'ambient.

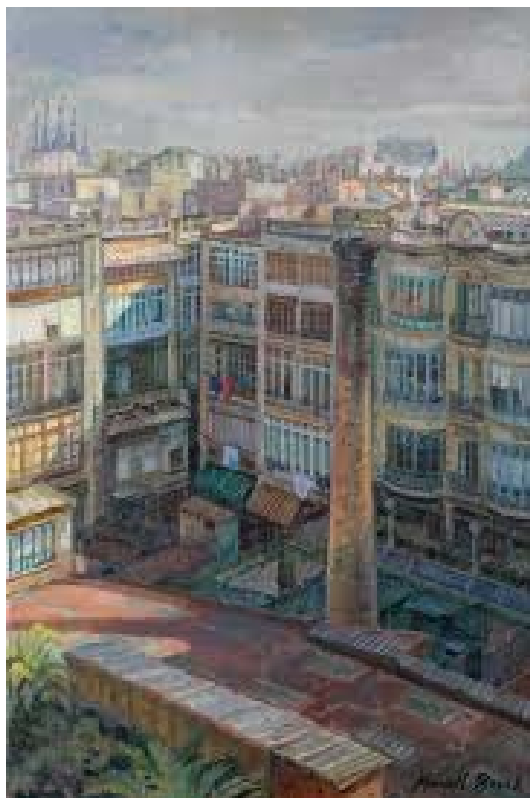


fig. 14 Manel Bosch. Galeries i patis de l'Eixample

La imatge dels edificis des del pati, té realment poc a veure amb la que presenten cap al carrer. Aquí no hi ha ornaments ni elements representatius o simbòlics, les façanes interiors de molts dels edificis de l'Eixample es poden qualificar de *racionalistes*, desproveïdes dels repertoris decoratius manifestats abastament a la façana principal. *"La façana posterior era generalment de rajol arrebossat, galeries tirades o tancades amb vidrieres i sostingudes per columnes de fosa, també vistes"*.²¹

Estem descobrint una ciutat dins la ciutat, una altra cara de la ciutat, que fins ara teníem poc present. En el millor dels casos sabíem que existia, però de cop ens adonem que una part molt important de l'Eixample és aquí dins, amagada.

²⁰ Manel Bosch, pintor, www.manelbosch.com/ Ens vam posar en contacte amb ell per incloure el seu quadre "Galeries i patis de l'Eixample" (fig. 14) i quan li vam demanar un comentari ens va dir això.

²¹ Lluís Permanyer, *op. cit.*

Això ens fa pensar que potser estem oblidant una part important de nosaltres mateixos. Tal vegada estem desaprofitant uns valors que la pròpia ciutat ens posa al nostre abast, però que no sabem apreciar.

Prefereixo la realitat de l'illa tancada per quatre costats a la idea original de blocs paral·lels. Això sí, exigiria el pati d'illa totalment lliure i amb accés, com a mínim, per dues parts oposades de l'illa. M'agrada l'illa tancada, perquè és capaç de crear el contrast entre la vida urbana intensa perimetral i el silenci i la tranquil·litat de l'interior.²²

Si fins ara hem destacat els aspectes més lúdics dels patis d'illa, una visió més objectiva ens fa veure aquest lloc com les entranyes dels edificis, amb un aspecte molt desendregat: edificis amb fondàries i alçades diferents que es fan nosa els uns als altres i es tapen la llum i el sol; edificacions auxiliars de dubtosa legalitat amb teulades *d'uralita*, terrats que serveixen d'aparcament, claraboies, patis, conductes de ventilació, xemeneies, etcètera.



fig. 15 Alçades i fondàries diferents a la mateixa illa

Però enmig d'aquest paisatge gris hi ha un element, la presència del qual formalitza i dignifica el pati, donant-li el caràcter que té. És la *galeria*.

²² Lluís Domènech, *Barcelona metròpolis, tardor (octubre – desembre 2009)*

A més del seu impacte formal i la seva elegància, fins i tot la *galeria* més senzilla resulta ser un element amb un excel·lent comportament ambiental, i per tant és digna d'estudi.

Aquest és l'objectiu de la tesi.

L'interès d'aquest treball es situa doncs en els aspectes arquitectònics relacionats amb el concepte del *confort*, entès aquest com l'objectiu a obtenir a partir del *control ambiental*.

Aquest *control ambiental* el determinen els mecanismes amb què l'arquitectura, a través del projecte o bé l'espai construït, amb les seves característiques, actuen sobre els paràmetres mediambientals, modifiquen determinades *preexistències* o condicions prèvies d'un lloc i les optimitzen per d'adaptar-les als usos previstos.

Les *preexistències ambientals* es poden desglossar en tres aspectes: *clima, llum i acústica*.

Els mecanismes que permeten modificar-les són els *mitjans de control ambiental*, que es subdivideixen en dos grups: *mitjans naturals i sistemes energètics*.²³

Segons aquest criteri l'arquitectura ha d'aconseguir -des del projecte- a partir de les *preexistències*, unes bones condicions de *confort* aprofitant primer *els mitjans naturals de control ambiental* i després *els sistemes energètics*, als que per descomptat no s'hi ha de renunciar però només s'han de començar a utilitzar quan els *mitjans naturals* ja no són suficients²⁴.

²³ Rafael Serra, *Les energies a l'Arquitectura*, p.119

²⁴ Per exemple, la llum artificial és necessària quan es fa fosc però no durant el dia. Actualment hi ha molts edificis que depenen de la llum artificial –amb la conseqüent pèrdua de qualitat ambiental i el cost afegit del consum energètic- perquè en el seu disseny es va prescindir de l'aprofitament de la llum natural.

Així l'arquitectura s'adapta al lloc, té en compte l'entorn, aprofita les condicions favorables i es protegeix de les que no ho són.

En aquest sentit la *galeria* és un espai intermedi –intercalat a la pell- entre l'interior i l'exterior. Per tant és un *sistema de control ambiental*.

En aquesta tesi estudiarem el seu comportament i explicarem com funciona i, en definitiva, perquè cal recuperar-la en la nostra memòria.

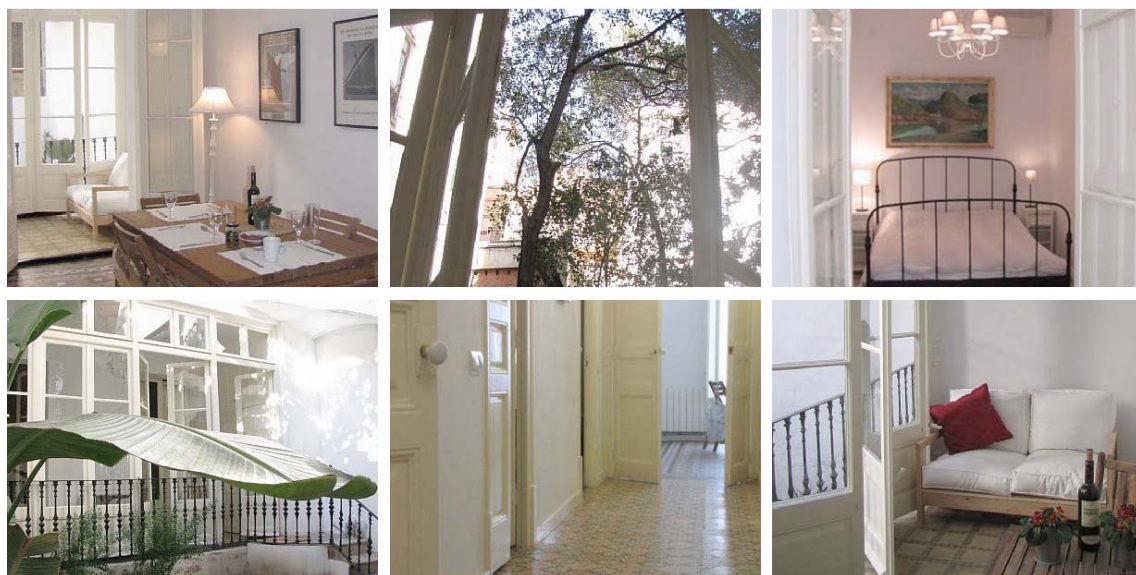


fig. 16 L'ambient a la *galeria*

0.4 METODOLOGIA

El tema de la tesi és la *galeria*. Concretament ens interessa estudiar les *galeries* dels patis de l'Eixample de Barcelona. Inicialment, aquest tema va ser escollit per diferents raons.

Primer hi ha, des del punt de vista personal, fascinació per aquest magnífic àmbit intermedi: *“...nosaltres també som l'entorn i no podem mirar el món des de dins i des de fora alhora. Això també és el que fan els espais intermedis: mirar l'espai interior i el món exterior, i formar part dels dos.”*²⁵

Des de dins, es pot definir com un espai senzill i complex alhora. Un espai reversible que unes vegades és interior, altres exterior i unes altres només intermedi, ni interior ni exterior.

Per fora dignifica l'aspecte dels edificis; l'elegància, fragilitat i lleugeresa del vidre, amb el seu joc de reflexos i transparències, canviant segons la llum, confereix als edificis que disposen de *galeries*, encara que siguin modestes, una categoria que no assoleixen els que no en tenen. Els primers són presumits, orgullosos, és com si anessin sempre vestits de diumenge, i juguen amb la màgia de la llum d'una manera que les parts opaques de les façanes no poden fer-ho.

En segon lloc tenim l'interès i la motivació personal en relació als aspectes ambientals i de confort²⁶, moltes vegades menystinguts o senzillament ignorats a l'arquitectura contemporània, que cal reivindicar a partir de l'aprofitament dels *mitjans naturals de control ambiental*.

Els sistemes mecànics -mitjans artificials o sistemes energètics de control ambiental- són molt més costosos que els sistemes naturals: al preu d'adquisició de la màquina cal afegir la despesa continuada del seu consum energètic (llenya, carbó, electricitat, gas, etc.). A més, una màquina tard o d'hora s'espatlla i per tant necessita un manteniment que suposa un cost afegit.

Els *mitjans naturals*, que s'havien utilitzat tota la vida, els tenim a l'abast. Per aprofitar-los només cal que l'urbanisme i l'arquitectura –des del projecte- els hagin tingut en compte, cosa que encara que sembli mentida no acostuma a succeir.

²⁵ Helena Coch, *La utilitat dels espais inútils*. p.23

²⁶ Referit al confort ambiental a l'arquitectura en general i en els aspectes higrotèrmics, lumínics i acústics en particular.

Tercer. Podem assegurar què la *galeria* és un excel·lent sistema de control ambiental, integrat a l'arquitectura i d'una gran simplicitat. Es tracta senzillament d'un balcó tancat amb fusteria i vidre, adossat a la façana, al qual se li afegeix una persiana de corda. El conjunt dóna una gran resposta tant climàtica com lumínica o acústica.

I per últim resulta que les ordenances del Pla General Metropolità d'Ordenació Urbana de l'Entitat Metropolitana de Barcelona (1976) van prohibir els cossos volats tancats a la façana interior dels patis d'illa de l'Eixample i amb ells la construcció de noves *galeries*. Simultàniament es dóna la paradoxa que les necessitats d'un espai de desembaràs en uns casos i les de millorar l'aïllament tèrmic i/o als sorolls de la ciutat²⁷ en altres, o bé totes dues alhora, van afavorir la proliferació espontània d'un nou tipus de *galeries*, podem dir-ne alegals²⁸, que consisteixen en el tancament de balcons en habitatges d'edificis existents, que els seus propietaris realitzen a títol individual.²⁹

Procediment

Un cop escollit el tema: "l'ambient a la galeria de l'Eixample Cerdà" el mètode de treball ens porta, en primer lloc a voler entendre com es van generar les *galeries*, no només les de l'Eixample. Això ens farà remuntar en la història per establir els seus precedents, que es poden desglossar en tres grups:

- Precedents arquitectònics: origen, localització i tipologies de les *galeries*.
- Precedents urbanístics, el cas de Barcelona: història i evolució de l'Eixample Cerdà.
- Precedents ambientals: aspectes climàtics, lumínics i acústics favorables a determinats tipus de *galeries*. Anàlisi del cas de l'Eixample.

Una premissa important que segurament ha condicionat el desenvolupament de la tesi, és la de considerar, sempre, la *galeria* com un espai arquitectònic. A partir de la convicció que el control ambiental s'ha de fer, fins on és possible des de l'arquitectura aprofitant de manera natural, els recursos que proporcionen els elements que la componen quan estan ben disposats -és a dir ben projectats-, com són l'aprofitament de la llum natural durant les hores de dia, del sol que escalfa suau però suficient a l'hivern i del que ens hem de protegir de la seva radiació excessiva a l'estiu, o la ventilació natural sense necessitat de sistemes mecànics.

²⁷ L'increment progressiu del trànsit ja havia convertit el soroll en un problema ambiental important, i una manera de alleujar-lo és amb el tancament dels balcons i les dobles finestres.

²⁸ Realment la *galeria* no ha estat mai regulada en cap ordenança. En tot cas havia estat tolerada.

²⁹ Aquestes "noves" *galeries* -en parlarem més endavant- desfiguren les façanes dels edificis. Es fan de forma incontrolada, sense més criteri que el del gust particular del seu propietari. Això fa que en un mateix edifici apareguin diferents models de *galeries*, creant una imatge moltes vegades caòtica. Els ajuntaments no saben -o no poden- fer-hi res.

El procés s'ha fonamentat en la lectura i consulta de la bibliografia -l'especialitzada i la que no ho és-, consultes a la xarxa, visites a exposicions, però sobretot moltes passejades per l'Eixample, procurant, sempre que ha estat possible, treure el nas als patis interiors i si la llum ho permet fer-hi fotografies.



fig. 17 Galeries al pati i tribunes a les cantonades del xamfrà

La documentació gràfica ocupa una part molt important del treball. En aquest tema i generalment en la nostra professió hi ha molts aspectes que resulten més fàcils d'explicar amb un dibuix que amb mil paraules.

I finalment la recopilació fotogràfica com a complement de les innombrables passejades, que en el cas de l'Eixample ens ha donat l'estranya i al mateix temps agradable sensació de sentir-nos turistes a casa nostra. Cal afegir després la feina més complicada d'aquesta part del treball que és la classificació impossible d'un nombre de fotografies que tendeix a l'infinit.

Per a l'elaboració de la part del "comportament ambiental" de la *galeria* hem partit d'una *galeria* real a la qual hi tenim accés, fent un seguiment de les seves prestacions climàtiques, lumíniques i acústiques.

Els “models representatius” han estat obtinguts –a partir d'aquesta *galeria* existent- generant un model virtual, que s'ha simulat per a les diferents situacions i orientacions considerades, obtenint respostes climàtiques, lumíniques i acústiques que ens han portat a formular les “propostes d'ús optimitzat”.

Organització de l'estudi

El procés que ha portat a desenvolupar la tesi treball va començar molt abans que el propi treball. Ja he dit que la *galeria* des d'abans de ser-ne conscient ja em produïa certa fascinació.

L'anàlisi i recull de documentació, que va ser més intens a l'inici però s'ha mantingut durant tot el termini del treball, s'ha basat en diferents fonts d'informació:

- Informació bibliogràfica. Llibres, articles i altres publicacions especialitzades i no especialitzades.
- Informació a la xarxa. Consultes, cerca d'articles i documentació gràfica i fotogràfica a Internet.
- Documentació fotogràfica. D'elaboració pròpia obtinguda bàsicament a l'Eixample i aliena.
- Documentació gràfica. D'elaboració pròpia, i a partir dels programes informàtics utilitzats.
- Treball de camp. Sobre el terreny, vivint l'Eixample des dels carrers, des del patis i des de les *galeries* que s'han pogut visitar, i en altres indrets on també hi ha *galeries*.

La primera fase va suposar l'estudi de la informació recollida i ens va permetre esbossar una primera versió del guió, que posteriorment ha anat evolucionant. Aquesta contextualització va propiciar el treball de desenvolupament, més o menys en el següent ordre:

- Anàlisi lingüística i Bibliografia.
- Precedents arquitectònics: tipus de *galeria* i la seva localització.
- Precedents urbanístics i normativa vigent: l'Eixample Cerdà.
- Precedents ambientals: Clima, Llum natural i Acústica.
- Comportament ambiental de la *galeria*; us i funcions; funcionament energètic.
- Principis del Confort.
- Models representatius i la seva resposta climàtica, lumínica i acústica.
- Propostes d'ús optimitzat.
- Conclusions i Perspectives de futur.

Estructura de la tesi

El treball comença amb un Pròleg en el qual s'exposen les inquietuds i motivacions que han portat a escollir el tema de la tesi i l'enfocament que se li vol donar. Segueix amb la Introducció -Capítol 0- que descriu la justificació i l'abast de l'estudi sobre la galeria de l'Eixample Cerdà i la metodologia seguida per elaborar-la.

El Capítol 1 comença fent l'anàlisi dels orígens, l'evolució i el desenvolupament de la *galeria*, amb un recorregut històric i geogràfic d'allò que anomenem "Precedents arquitectònics". Continua amb la cronologia de l'evolució històrica de l'Eixample Cerdà "Precedents urbanístics" i de com la *galeria*, en funció de les diferents ordenances municipals, s'hi ha fet un lloc, tant en les façanes interiors com en les del carrer, i com aquestes ordenances l'han anat condicionant. Segueix amb la descripció de les condicions ambientals climàtiques, lumíniques i acústiques, "Precedents ambientals" primer a nivell general i després per al cas concret de l'Eixample.

El Capítol 2 descriu els usos que tradicionalment ha tingut i té actualment la *galeria*. A més, aprofitem per explicar el seu comportament ambiental -climàtic, lumínic i acústic-³⁰. A partir d'aquí es tractarà d'establir els patrons de comportament global.

El Capítol 3 presenta els models de *galeries* considerats representatius, amb l'anàlisi del seu comportament ambiental. Proposem un model teòric, orientat a sud-est³¹ que permetrà comparar la seva resposta climàtica i lumínica amb la d'altres orientacions. El resultat acústic no està condicionat per l'orientació.

En el Capítol 4 fem les "Propostes d'us" optimitzades a partir dels models representatius segons tipologies i orientacions, i expliquem com han de ser les *galeries*.

En el Capítol 5 presentem les Conclusions, i el Capítol 6, a mode d'Epíleg, planteja unes Perspectives de futur on proposem la Recuperació de la *galeria* als patis i expliquem com creiem que s'hauria d'enfocar el fenomen dels tancaments indiscriminats de balcons.

Com a complement del treball s'adjunten els següents documents Annexos que desenvolupen aspectes específics directament relacionats amb la tesi.

³⁰ En aquest apartat tenim l'oportunitat d'explicar els principis físics dels fenòmens ambientals que intervenen en el funcionament de la *galeria*. Són fonamentals a l'hora de projectar els sistemes arquitectònics que han de controlar determinats fluxos energètics. El seu desconeixement, moltes vegades fa que els elements projectats tinguin el comportament invers al que se li havia suposat i que se'n derivin patologies, potser no molt greus però que ocasionen incomoditats i encareixen considerablement la despesa del consum energètic.

³¹ És l'orientació de la *galeria* on s'han pres les mesures.

A l'Annex 1 hi ha l'Anàlisi lingüística de les diferents maneres de descriure la *galeria* -una paraula d'ampli espectre que serveix per definir conceptes o àmbits molt diferents- i les seves diferències amb el balcó, la tribuna, etc. També s'aclareixen els conceptes que poden induir a interpretar erròniament com a *galeries* espais que encara que ho semblin, pel seu comportament no ho són.

Els Annexos 2, 3 i 4 recullen respectivament els desenvolupaments dels Càlculs Climàtics, Lumínics i Acústics.

Finalment l'Annex 5 conté la Bibliografia de referència consultada durant tot el procés.

CAPÍTOL 1. INFORMACIÓ DE BASE

1.1. PRECEDENTS ARQUITECTÒNICS

1.1.1. LA GALERIA

1.1.2. LOCALITZACIÓ

Zona septentrional del massís central

Zona de l'Espanya plujosa

Àrea Mediterrània

Andalusia i les illes Canàries

Zona meridional del Massís Central

1.1.3 TIPOLOGIES

Ubicació

Materials

Suports

Morfologia

Disposició volumètrica

1.1. PRECEDENTS ARQUITECTÒNICS

Abans d'entrar de ple en l'estudi de la *galeria* dels patis de l'Eixample cal conèixer els seus orígens i entendre l'evolució i desenvolupament de les diferents tipologies.

En primer lloc veurem què és una *galeria* i quines són les seves característiques segons de quina època es tracta i dels llocs on s'ubica. És important entendre -com a referència posterior del treball- per a una determinada localització, com la climatologia o la situació social i tecnològica condicionen i configuren el seu aspecte i determinen el seu ús.

La *galeria* no és res més que un balcó tancat³² però practicable, que en qualsevol moment es pot convertir en un balcó semi obert o obert. El seu tancament es pot regular segons l'aspecte o aspectes ambientals que es vulguin controlar. Les seves versatilitat i possibilitats d'adaptació la fan apropiada per a qualsevol situació i requeriment ambiental.



fig. 18 Galeries gallegues

Tot i que no és un ordre cronològic, podem començar en primer lloc per la *galeria gallega* amb el seu tancament vidrat, de tipus guillotina que la fa molt adequada per a un clima plujós i algunes, no totes, tenen una cortina interior o de vegades una persiana també interior, gairebé mai exterior. Després hi ha el *balcó canari*, que té un tancament de gelosia, permeable al vent i sense vidre. És una bona solució per protegir de la forta radiació solar i alhora permet la ventilació.

³² Tancaments de vidre amb carcasses i bastiments de fusta, alumini, PVC, etc.

En el primer cas, a Galícia la *galeria* es comporta com un *hivernacle*, és a dir un espai captador del sol, apte pel temps fred. En canvi a les illes Canàries és un *umbracle* -un espai en ombra- que protegeix de la radiació en un ambient calorós.



fig. 19 El balcó canari

Comparant aquests dos tipus amb la *galeria* de l'Eixample, es veu que la nostra d'entrada s'assembla molt a la gallega -tot i que gairebé mai no té els tancaments de guillotina que aquí acostumen a ser del tipus practicable-, però al mateix temps, moltes vegades també disposa d'una persiana de corda, exterior, enrotllable i separada del vidre, que desplegada fa d'umbracle protegint del sol excessiu a l'estiu i en canvi a l'hivern -recollida- deixa passar el sol.

Es tracta de tres casos amb unes característiques climàtiques ben diferents, Galícia, Canàries i Barcelona, i en tots tres s'hi troba el mateix sistema de *balcó tancat*, tot i que amb unes varicions que li permeten adaptar-se -en cada cas- a les exigències de cada lloc.

És evident que en qualsevol d'aquests casos, obrint les fusteries -ja siguin practicables, de guillotina o corredisses- s'obté un balcó més o menys obert.

1.1.1. LA GALERIA

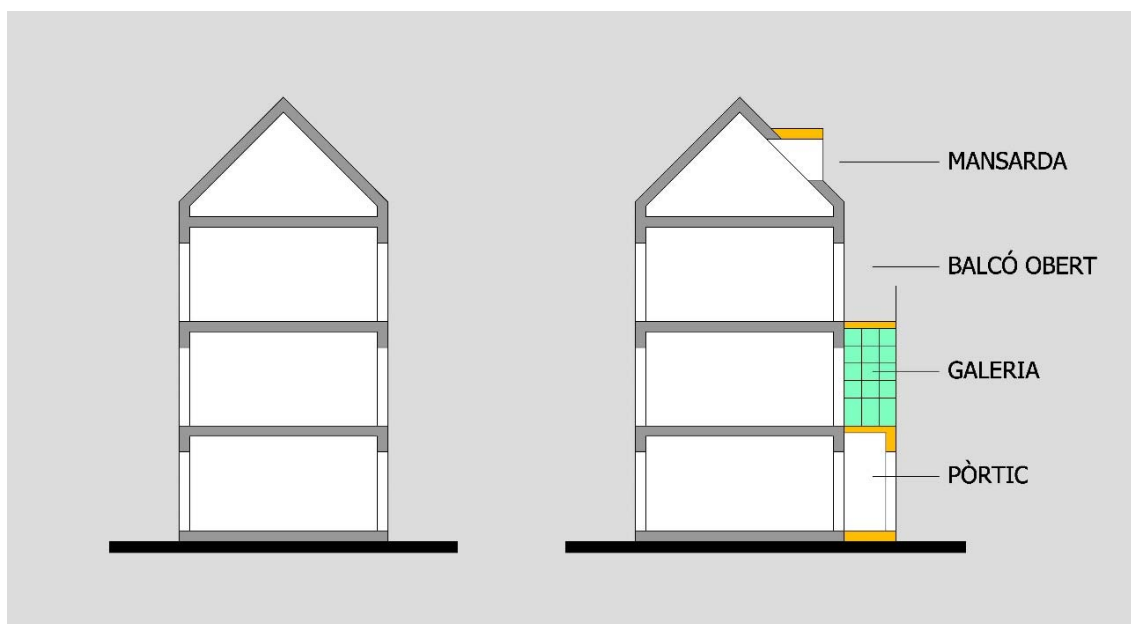


fig. 20 Evolució dels espais annexes als habitatges

Entenem per *galeria* aquell volum annex que se situa afegit a la façana dels edificis, generalment amb un tancament de fusta³³ i vidre, que actua com un espai intermedi entre l'interior i l'exterior.

La *galeria* o *balcó tancat* constitueix, juntament amb el *balcó obert* i la *mansarda*, una de les modalitats mitjançant les quals l'espai interior d'un edifici es projecta cap a l'exterior, envaint l'àmbit públic.

Els orígens de la *galeria*, encara incerts, es remunten a les primeres referències del *balcó* que apareixen en el món antic.

Alguns autors inicien aquesta història amb una data precisa: 318aC, l'any en que el pretor *Gaius Maenius* feia erigir varies *galeries* suspeses en el fòrum romà -com les llotges de teatre, que serien les antecessores dels balcons-, perquè els espectadors poguessin veure millor els jocs que es feien en aquest lloc. Però en realitat les urnes cineràries etrusques, amb forma de casa, presenten unes petites llotges que poden ser anteriors. Això sense comptar que Aristòtil es refereix a una llei atenenca de l'any 403aC destinada a imposar que *cap balcó sigui construït de manera que es projecti sobre el carrer*.

³³ Antigament es feien sempre de fusta. A finals de 1950 es van començar a fer de ferro i actualment gairebé sempre són d'alumini o de PVC.

A Mesopotàmia -a l'alba de la civilització- sembla ser que els balcons, potser oberts o potser tancats, van aparèixer el segle XXII aC al palau sumeri del príncep Gudea, a l'antiquíssima ciutat de Tello³⁴.

Altres autors suposen que els balcons tancats, comuns a Itàlia a partir dels segles XIII o XIV i després gairebé desapareguts a causa –potser- del final del "misteriós" fred de l'alta Edat Mitja, es remunten a les *barbacanes*, aquelles construccions provisionals de fusta que sobresortien de les muralles dels castells en els períodes d'emergència.

Tot i això, diferents hipòtesis a més de les d'ordre climàtic, han pretès justificar la presència de *galeries* a l'arquitectura europea establint el seu origen al continent asiàtic, on els balcons tancats abunden des del Mediterrani fins al subcontinent indi, però no proveïts de vidres com a Occident si no protegits per sòlides reixes de fusta, ferro o pedra. *En qualsevol cas, la falta de confirmació d'aquestes hipòtesis no n'impedeix el reconeixement de la seva difusió.*³⁵

Xosé de Castro Arines al parlar de la *galeria*, prescindeix de qualsevol referència històrica i li atribueix un origen molt més localitzat. *Más aún, diría yo que esta invención de las galerías gallegas y de tantas otras novedades de la constructiva popular española...*³⁶

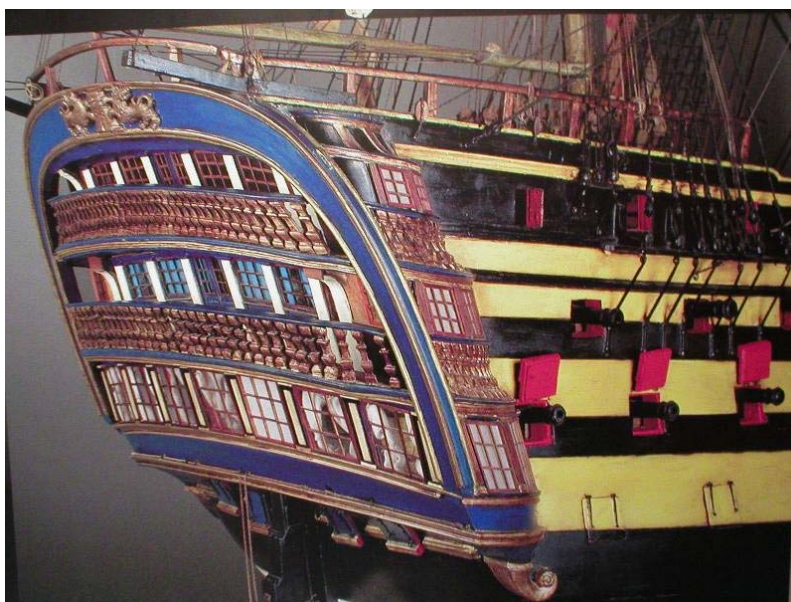


fig. 21 Galeria de popa d'un vaixell

³⁴ Ettore Camesasca, *Historia ilustrada de la casa*, p.407

³⁵ Mercè Gambús i Sebastià Màs, *Els miradors en l'arquitectura de Palma*, p.10

³⁶ Xosé de Castro Arines, *O libro das galerias galegas*, p.51

Joaquín Fernández Madrid³⁷ també situa el seu origen a Galícia, i més concretament a La Corunya i Ferrol. El relaciona amb les construccions navals i amb les *galeries de popa* dels vaixells i únicament estableix un paral·lelisme amb el *mirador o costurero castellano*, el *cierro andaluz* i el *balcó canari*, dels que tampoc n'explica l'origen.

En canvi Luis Feduchi³⁸, quan parla del *balcó canari* diu que, segons José Pérez Vidal, el seu origen prové del *mucharabyeh*³⁹, que a Canàries rep el nom de *destiladera*⁴⁰, denominació que també rep al Perú, Xile i Mèxic i que a Veneçuela i Equador s'anomena *tinajero*. Segurament es tracta d'un element que arriba a les Canàries des d'Andalusia, en forma de *galeria*, tancada per una gelosia de fusta.



fig. 22 Mucharabyeh a Zabid, Iemen

³⁷ Joaquín Fernández Madrid, *La galeria en Galicia*,

³⁸ Luis Feduchi, *Itinerarios de Arquitectura Popular Española*

³⁹ Mucharabyeh. Element de creació oriental que consisteix en una obertura practicada en una paret de la casa, on es col·locaven atuellis o gerres de fang porós plenes d'aigua. Aquesta obertura es tancava a l'exterior amb una gelosia de fusta i de vegades sobresortia en forma de torreta volada.

⁴⁰ Destiladera. Balcó amb tancaments de gelosia o de llibret (també pot ser un moble) en el que s'hi disposa una tina de fang porós plena d'aigua que es conserva fresca i que al passar-hi l'aire refresca l'ambient.

En un altre sentit es pot dir que l'aprofitament de l'espai públic amb finalitats privades, mitjançant la disposició de volades practicades a les façanes -en forma de balcons, llotges o galeries porticades i envans o estructures tancades-, constituïa un recurs arquitectònic freqüent des de l'època medieval, ... *aleshores van començar a bastir arcs en ple carrer, per edificar-hi a sobre, tècnica molt utilitzada des del segle XIII... un altre estratagema fou el d'aixecar façanes reculades, que a mesura que pujaven s'endinsaven escalonadament sobre el buit del carrer.*⁴¹ Les golfes o mansardes ja existien durant l'Edat Mitja, tres o quatre segles abans que l'arquitecte François Mansard (París 1598-1666) els donés el seu propi nom.⁴²

Tant el *balcó* com la *galeria*, aquesta en la seva accepció de *tribuna*, es van prodigar durant els segles següents, circumscrits preferentment a l'arquitectura senyorial i pública. Amb el barroc van assolir el nivell més alt de difusió en les residències del segle XVIII.

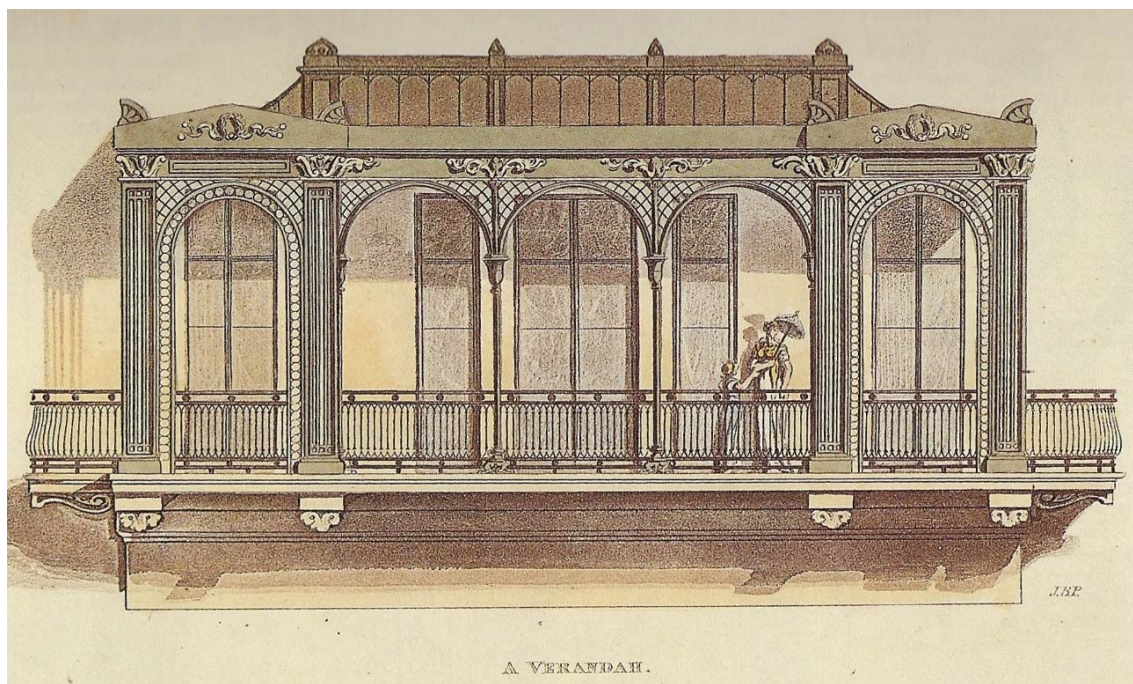


fig. 23 Tribuna o veranda

Els hàbitats populars també utilitzaven aquestes estructures volades per ampliar les seves reduïdes superfícies. Des dels segles XIV i XV, *l'envà* o volada tancada –de vegades recolzada sobre mènsules, pilars o columnes- fou un recurs per prolongar l'espai privat, cosa que afavoria en molts casos l'aparició de places i carrers porticats. L'aprofitament comercial d'aquests pòrtics va determinar els nuclis d'activitat mercantil de moltes poblacions fins a la meitat del segle XVIII.

⁴¹ Lluís Permanyer, *op. cit.*

⁴² Ettore Camesasca, *op. cit.*

A partir d'aquí, polítiques municipals de renovació urbana, amb objectius dirigits cap a l'embelliment de les ciutats, van concretar disposicions encaminades a la desaparició dels envans, que eren causa d'insalubritat i de l'entorpiment de la via pública ... Palma de Mallorca, a partir de 1757, on aquesta operació finalitzava durant el segle XIX.⁴³

A Barcelona l'ajuntament va prohibir-los el 1770, pretextant que impediien la lliure circulació de l'aire.



fig. 24 Arcs sobre el carrer i volades tancades "Envà"

Els frontispicis responien a criteris de regularitat i eren objecte d'atenció per part de les autoritats municipals que establiren, entre altres aspectes, les alineacions, les dimensions de les volades i l'altura dels balcons. *Ordenanzas de Policía Urbana y Rural de la ciudad de La Coruña y su término* 1854. Cap. II.) Art. 75, pág. 19: "No se permite la construcción de galerías y miradores en los pisos principales o primeros; en los segundos y demás podrán hacerse; pero se prohíbe formar de tabicón el antepecho; si este fuera todo de madera habrá de ser entrepañado y a ensamble". Art. 75, pág. 20: "Se prohíbe la colocación de balcones o galerías sobre repisas de madera, por la inseguridad y el mal aspecto que ofrecen. Si la debilidad o fábrica de la pared no permitiese construir éstas de cantería se suprimirán dichos balcones y galerías."⁴⁴

⁴³ Mercè Gambus, Sebastià Màs, *op. cit.* p.11

⁴⁴ Xosé de Castro Arines, *op. cit.* p.57

A partir de la segona meitat del segle XIX la *galeria*, com a tancament de balcons es va anar consolidant. Per a la seva construcció es van adoptar fusta i vidre en els habitatges populars i ferro i vidre a les residències burgeses.

A l'Eixample de Barcelona, la solució més usual a la façana interior consistia en tancar només una part o tot un *balcó*, que estava recolzat per columnes de fosa o per la prolongació de les parets mitgeres. El tancament generalment es feia amb vidrieres de fusta, encara que no és estrany trobar-ne de tancades amb obra.



fig. 25 Galeries al pati d'illa a l'Eixample Cerdà

La majoria d'estudis i tractats arquitectònics que es refereixen a la història de la *galeria*, en aquest punt donen el tema per acabat. Però el cert és que existeix una "segona part" de seva l'evolució que, tot i no ser d'un fenomen pròpiament arquitectònic, en alguns moments es desenvolupa paral·lelament a la història que hem vist i encara avui dia segueix la seva evolució.

Abans hem dit que a Barcelona, *la solució més usual, consistia en tancar només una part o tot un balcó, ...* Això és suposant que la *galeria* s'obtenia a partir del tancament d'un *balcó*, i sembla que és així com anava, tot i que moltes vegades l'operació es feia ja en el mateix moment de bastir l'edifici. D'altra manera seria molt difícil entendre com totes les *galeries* d'un mateix edifici tenen el mateix tractament.

Per tant, si aquesta suposició és certa, l'evolució de la *galeria* no només no s'ha acabat sinó que es tracta d'un fenomen de la màxima actualitat, ja que se segueixen tancant balcons i terrasses de la mateixa manera que s'ha fet fins ara.

Aquesta segona evolució de la *galeria*, que per les seves característiques segurament no es troba reflectida en cap tractat arquitectònic, s'està produint des de fa 30 o 40 anys, coincidint amb la popularització de l'alumini com a material de fusteria dels tancaments de façanes. *"... En estos últimos años estamos asistiendo, en nuestras ciudades a la operación de cerramiento de muchas terrazas, creando galerías acristaladas."*⁴⁵

Aquest tipus de fusteria -en una ràpida evolució- es va estendre àmpliament fins al punt que va desplaçar totalment la fusteria de fusta. Però sobretot va afavorir una aplicació que no es donava amb la fusta: el tancament de terrasses i balcons, donant lloc a aquest renaixement de la *galeria*, de manera molt semblant a com sembla que es va produir antigament. En aquest cas però, els tancaments apareixen espontàniament i de forma anàrquica en les façanes principals o posteriors dels edificis, de manera puntual i individualitzada. A més ho fan de manera incontrolada, i no responen a un plantejament de conjunt.



fig. 26 Tancaments "espontanis" de balcons

Avui dia és força habitual trobar edificis d'habitatges amb afegits a la seves façanes -no previstos inicialment- tancant balcons o terrasses amb elements d'alumini i vidre. Curiosament, als edificis de l'Eixample, en la seva façana principal això no ha passat.

⁴⁵ Guillermo Yáñez. *Energía solar. Aspectos pasivos, bioclimatismo e iluminación natural*,

1.1.2. LOCALITZACIÓ

Segons els seus orígens -que hem vist en l'apartat anterior- el *balcó* obert o tancat, en les seves diferents modalitats, ja sigui provenint del continent asiàtic, de la Grècia clàssica o de la Roma imperial, el cert és que s'ha estès àmpliament.



fig. 27 Solana. Cuacos de Yuste, Extremadura

Actualment se'n poden trobar, de diferents formes, per a tot el món. Tot i això, per no allargar excessivament aquesta part del treball, ens limitarem a analitzar només els models més representatius.

La *galeria* és un *balcó* o un espai arquitectònic interior sostingut per arcs o columnes. Així és com la descriuen la majoria d'enciclopèdies⁴⁶. Un *pòrtic*, un *porxo* o una *llotja* són alhora una *galeria* de columnes. Una *veranda* és una *galeria* oberta formada per columnes o pilars que sostenen arcades. Una *tribuna* és un lloc elevat en forma de *llotja* o *galeria* i també pot ser un espai cobert i tancat amb vidre, construït sobre la llosana d'un *balcó*. I un *mirador* és una *tribuna* o un *balcó* cobert.

En qualsevol d'aquestes variants, la *galeria* es localitza en qualsevol racó del món. Pot ser oberta o tancada, amb columnes o sense, generalment annexa a l'edificació i de vegades exempta, però sempre constitueix un àmbit singular que no és ni interior ni exterior.

⁴⁶ A l'annex A1. Anàlisi lingüística, fem un recorregut exhaustiu del terme *galeria* i les seves accepcions i variants, així com les diferents denominacions que rep en altres idiomes.

Hi ha magnífics exemples de *porxos*, *galeries* i *miradors* que en principi no han rebut influències de la cultura occidental però compleixen les mateixes funcions. Podem citar el Palau dels Vents (Jaipur, Índia, 1799) d'estil mogol, que és un immens harem amb 953 finestres o *galeries* amb tancament de gelosia que permetia a les dames del Maharajà Sawai Patrap Singh observar els carrers de la ciutat sense ser vistes. El seu nom li ve de la permeabilitat al vent que li proporciona aquesta façana, que a l'estiu permet mantenir l'interior fresc i agradable.



fig. 28 Palau dels Vents –Hawa Majal- Jaipur, Índia

També és molt interessant la *galeria* d'algunes cases tradicionals japoneses, però fins i tot quan no hi és, gràcies a la *shōji*⁴⁷ l'ambient interior es fusiona amb l'exterior de manera que el porxo – sempre present- es converteix en una prolongació de l'espai interior.



fig. 29 Cases tradicionals japoneses. Relació interior-exterior

⁴⁷ Porta tradicional japonesa lliscant o corredissa, a base de *paper washi* (paper japó translúcid) i marc de fusta.

Per explicar els diferents tipus de *galeria* que es poden donar i com s'adapten a unes determinades condicions, farem un recorregut exhaustiu per l'arquitectura popular espanyola on es troben totes les versions possibles de *balcons* oberts i tancats. La seva varietat geogràfica i diversitat climàtica, i les diferents característiques socioculturals degudes a les influències que ha rebut històricament d'altres cultures, ens proporciona un ventall suficient de models per analitzar, on hi ha des de *galeries* i "*solanas*" fins a *miradors* i *balcons*. Comprovarem que es tracta del mateix element que, amb determinades variacions, s'adapta en cada cas a les respectives exigències culturals, funcionals i climàtiques.

La principal font de consulta, escollida per la claredat i amplitud del seu plantejament, és l'obra de Luis Feduchi "*Itinerarios de Arquitectura Popular Española*"⁴⁸. Aquest treball desenvolupat en cinc volums estableix una divisió del territori (península i arxipèlags) en cinc zones geogràfiques, segons les seves característiques de geografia i clima, que juntament amb les influències culturals rebudes proporcionen les corresponents tipologies.

⁴⁸ Luis Feduchi, *Itinerarios de arquitectura popular española*. (5 volums) Barcelona. Editorial Blume, 1974-1984

Zona septentrional del massís central.

La primera zona està formada per l'altiplà *-meseta castellana-* i la terra lleonesa, amb una tipologia constructiva molt variada. Té clima continental, i juntament amb l'altiplà meridional constitueix la zona més extensa de la península.

Un element característic de les construccions populars molt freqüent en aquesta zona del Massís Central és la *galeria* o *solana*. Es tracta d'un balcó generalment volat i orientat a migdia, que rep el sol durant tot el dia -d'aquí el seu nom-, protegit de la pluja per una prolongació del ràfec de la teulada i moltes vegades, encara que no sempre, tancat amb vidre. S'utilitza per assecar-hi la collita. Se suposa que, com passa en altres llocs, també serveix de magatzem, de traster i per estar-s'hi.

Tant important és la *solana*, que Feduchi la qualifica com la característica més peculiar de la *casona montañesa*⁴⁹ de Burgos.



fig. 30 Casona montañesa, Burgos

⁴⁹ Luis Feduchi, *Itinerarios de arquitectura popular española. 1. La Meseta septentrional*, p.22

Arribant al nord de Burgos, que és zona de pluges, la *galeria* canvia el seu nom pel de *mirador* i s'alternen les dues denominacions oblidant, en aquesta zona, el terme *solana*. Seguint les descripcions, apareixen exemples en els que les *galeries* o *solanas* ja no només es troben orientades a sud, cosa que ja es veurà que és bastant normal, i si bé l'orientació ideal és a migdia, el funcionament d'aquest espai en altres orientacions també és acceptable, "...son típicas las solanas abiertas a mediodía o S-E cubiertas con el tejado, como en la provincia de Santander".⁵⁰ Observem però que no estan mai orientades a nord.

Hi ha moltes referències a espais urbans amb *galerías cerradas en planta superior y soportales* que generen un espai porticat d'àmbit públic que conforma la plaça, ...en la plaza el pórtico llega a tener 9m y es de dos crujías en ciertos tramos.⁵¹



fig. 31 Galeries i "soportales"

⁵⁰ Luis Feduchi, *op. cit.* 1, p.170

⁵¹ Luis Feduchi, *op. cit.* 1, p.188

A Logroño, en los pueblos limítrofes con Aragón, el empleo de ladrillo con aparejo más cuidado demuestra una ascendencia mudéjar, lo mismo que detalles como el empleo de la galería en la última planta destinada a granero, que en Aragón se llama la angolfa o el solanar.⁵² De manera que Luís Feduchi vincula la *galería* amb la cultura àrab, en contradicció amb Xosé de Castro Arines -*O libro das galerías galegas*- i Joaquín Fernández Madrid -*La galería en Galicia*- que afirmen que el seu origen és gallec⁵³.

De Segòvia explica que les cases antigues estan totes coronades per una *galería*, generalment tancada.

Durant aquest recorregut apareixen repetidament elements com la *galería*, la *solana* o la *golfa*, que tot i rebre diferents denominacions locals responen al mateix concepte elemental: disposar d'un espai assolellat, ventilat i protegit de la pluja, per assecar-hi la collita. Aquest pot ser el primer objectiu,⁵⁴ tot i que l'excepció la trobarem a la cornisa cantàbrica, des de Galícia fins a Euskadi passant per Lleó i Navarra on disposen d'una construcció específica per emmagatzemar el gra, denominada *hórreo*, i alhora també disposen de *galerías* en la seva aplicació més evolucionada, com espai annex a l'habitatge.

⁵² Luis Feduchi, *op. cit.* 1, p. 204

⁵³ Els hem citat a les pàg. 46 i 47

⁵⁴ Ja hem dit que també serveix de magatzem o traster, per eixugar la roba o per prendre la fresca.

Zona de l'Espanya plujosa.

La segona zona s'estén al nord de la península en una estreta faixa entre l'Atlàntic i els Pirineus, limitada per la serralada Cantàbrica. Comprèn Galícia, Astúries, Cantàbria, Euskadi i Navarra. És el que Feduchi denomina *La España del hórreo*, en referència a aquestes construccions tan característiques, els graners independents de l'edificació principal. Els *hórreos* estan construïts sobre pilars per aïllar les collites de l'aigua en zones de clima humit i plujós i al mateix temps ventilar-les perquè el gra s'assequi i sobretot protegir-lo de la humitat del terreny així com de la voracitat d'insectes i rosegadors⁵⁵. En canvi, a la *meseta* els magatzems de gra se situen a les golfes -que en aquesta zona es denominen *sobrado*, *fayado* o *altillo*- ben ventilades i seques a tota l'Espanya àrida.



fig. 32 "El hórreo"

Quan descriu la casa de Galícia, Feduchi explica que exteriorment és tota de pedra i només són de fusta les *galerías, solanas y miradores y la carpintería de los huecos, ventanas y balcones*. Assenyala el *mirador* com l'element més bonic i destacat, que es repeteix per tota aquesta zona i cita com l'exemple més important *...la bellísima y singular fachada de las calles Real y Los Cantones de La Coruña, con una espléndida composición...* i el contraposa a un altre cas, a l'altre extrem de l'Espanya plujosa, a Vitòria *...dónde las teorías de miradores se suceden en bellos esquemas de la España romántica en los barrios viejos de la ciudad...*

Feduchi lamenta que aquest element estigui desapareixent per una *especulación disfrazada de un hipócrita avance de la civilización, la técnica, el bienestar y el urbanismo, en bien de la vivienda popular*.⁵⁶

⁵⁵ Tot i que l'*hórreo* generalment s'associa a aquesta zona del nord d'Espanya, és possible trobar aquests tipus de graner elevats sobre peus a tot el món. A Europa se'n troben a Noruega, Suècia, Polònia o Sèrbia, i fins i tot n'hi ha a Àfrica subsahariana i a Japó.

⁵⁶ Luis Feduchi, *Itinerarios de arquitectura popular española. 2. La orla cantàbrica. La España del hórreo*, p.20

No queda clar, però és possible que s'estigui referint a les disposicions de caire higienista que prohibeixen ventilar una cambra a través d'una altra cambra -*dobles luces*-, que en el cas de la *galeria* farien que no s'admetés la ventilació d'habitacions a través seu.

En la polèmica de quins van ser els primers *miradors* de tot el nord d'Espanya, diu que els de la Corunya son anteriors als de Vitòria però no n'explica l'origen.



fig. 33 Els miradors a l'avinguda de la Marina, A Coruña

Joaquín Fernández Madrid -*La galeria en Galicia*-, si que ho explica. Segons ell l'origen de la *galeria* és gallec⁵⁷ i es va produir durant la segona meitat del segle XVIII, fruit de la transposició als edificis de les *galeries de popa* dels vaixells de l'època. Diu que lògicament es van desenvolupar a prop de les drassanes a La Corunya i El Ferrol. En la mateixa línia també estableix relacions d'influències anglesa, francesa i holandesa, sobretot en relació amb els sistemes de tancament més generalitzats en la *galeria gallega*. Es tracta de la finestra guillotina -*sahs window*-, una solució molt apropiada per a climes plujosos.

En els pobles més importants, sobretot en habitatges de 3 i 4 pisos, es freqüent la presència de *miradors* recolzats en *soportales*, *no tan abundantes como sería de esperar en un clima tan lluvioso*.

⁵⁷ Tot i que no ho especifica clarament, s'entén que es refereix a les galeries tancades amb vidre, ja que com hem explicat l'origen de la *galeria* és molt més antic.

A la zona d'Astúries destaquen les *galeríes y solanas* protegides pels murs laterals, que aquí reben la denominació de *almanques* i generalment estan coberts per la prolongació de la teulada.



fig. 34 Espolones o almanques

A Oviedo, a partir dels *espolones* o tallafocs, que és com se'n diu dels murs laterals que avancen sobre la façana, es disposa a nivell de planta pis, la balconada o *solana*.

A Cantàbria, es repeteixen els elements oberts com la *solana* protegida pels murs laterals, però en canvi no es fa referències a *galerías* o *miradores*. Cantàbria, juntament amb Astúries, són les úniques regions que van resistir la invasió àrab, fet que podria *a priori* justificar l'absència de *miradors* a la regió càntabra⁵⁸, però tot seguit caldria trobar una explicació per la seva presència a Astúries.

De la tipologia de la casa a Euskadi, destaca la permanència del balcó corregut al llarg de la façana principal, per exemple a Hondarribia, Pasaia o Algorta. Aquesta façana sempre que es pot s'orienta a migdia o llevant, ja que les façanes laterals no tenen cap valor i les posteriors de vegades son totalment opaques.

Com a curiositat podem dir que els tancaments de fusta *fraileros* o *contraventanas* eren necessaris fins fa més de 100 anys, per la manca de vidres a les finestres. Això pot donar idea de quan es poden començar a tancar balcons, que fins aleshores segurament haurien estat oberts.

⁵⁸ Aquesta afirmació no és exacta ja que a Cantàbria hem trobat *galeríes* per exemple a Santander o a San Vicente de la Barquera, encara que podrien ser més modernes.



fig. 35 La casa a Euskadi (Hondarribia)

De Navarra a més de la semblança amb la casa basca, subratlla *la buena orientación de la fachada principal, donde va un gran balcón o solana de madera, cubierta, muy práctica para secar en ella los frutos, ...*⁵⁹

Crida l'atenció que al propi Feduchi li estranyi que les *galeries* al nord-oest d'Espanya no siguin *tan abundantes como sería de esperar en un clima tan lluvioso*, fet que associa implícitament la *galería* amb el clima plujós, cosa que com veurem no és certa, encara que sigui una idea força generalitzada.

⁵⁹ Luis Feduchi, *op. cit.* p.36

Àrea Mediterrània.

La tercera zona comprèn Aragó, Catalunya, València i les illes Balears.

D'Aragó, Feduchi explica l'existència, sovint, d'una darrera planta destinada a graner o assecador. A les cases infantones urbanes, *dels hidalgos, apareixen i es fan remarcar en les golfes unes finestretes molt espaciades, origen de les característiques galeries... A la façana no son rars els grans balcons, però encara no apareixen en la darrera planta les galeries d'arcs*⁶⁰

Aquesta darrera planta és una estança airejada i oberta a migdia amb una *galeria* d'arcs sobre un ampit, que ara rep la denominació de *solanar o angolfa*, i que a la zona lleidatana se'n diu *esgolfa*, mot que deriva del català *golfa*, aplicat al pis més alt no habitable, que serveix per guardar-hi trastos vells o de graner. S'hi fa vida a l'hivern per prendre el sol i protegir-se del fred i a l'estiu s'hi assequen la fruita i les collites. També serveix d'estenedor i de magatzem.



fig. 36 Masia catalana amb *galeria* d'arcs, Olot

Gairebé totes les cases, siguin burgeses o riques, oficials o populars, en una gran proporció tenen aquesta *galeria que va des de la successió de petits arcs de punt rodó, senzills o doblats,... fins a una simple teoria d'arquets o una més modesta galeria d'obertures de llinda horitzontal amb els pilastres de pedra sense tallar, o de fusta*. Fins al punt que ... *és potser l'àmbit més popular de la casa aragonesa*.⁶¹

⁶⁰ Luis Feduchi, *Itineraris d'arquitectura popular espanyola. 3. Catalunya, Aragó, Llevant i Balears*, p.10. En aquest cas les cites són en català, ja que el volum de la versió consultada també ho és.

⁶¹ Luis Feduchi, *op. cit.* 3, p.12

A Catalunya, per la seva diversitat geogràfica i climàtica, cal fer distinció segons de quina comarca parlem.

Així doncs, a les cases de la zona meridional o prepirinenca ja s'hi troben *galeries* i *golfes* ben orientades, aquí anomenades *d'eixidor*. A la Cerdanya, les cases tenen un gran clos: els estables, amb grans porxos o *galeries* que, obertes o tancades, fan de pallissa.

A la casa popular, anomenada *mas* o *masia* a Catalunya, la cuina és el punt central i el més corrent és que cuina i menjador siguin una sola peça. A les zones meridionals de la plana de Vic, *...veurem que el menjador es troba a l'aire lliure, arrezerat a la galeria, tan corrent a les masies.*⁶²



fig. 37 Masia catalana amb doble *galeria* d'arcs, Santa Maria de Corcó

Feduchi diu que Puig i Cadafalch va ser el primer que es va adonar de l'extraordinària semblança del *mas* català amb les vil·les romanes. Adduï el testimoni de les restes d'un mosaic descobert a Centelles de Tarragona, on s'aprecia l'inici d'una *galeria* en el frontó amb teulada a dues aigües. Un esplèndid mosaic descobert a Tabarca, Tunis, representa un vila romana amb la seva *galeria* d'arcs de mig punt i la seva teulada a dues aigües, *...que igualment podria ser una esplèndida masia de la plana de Vic.*⁶³

En una altra zona catalana, formada per les terres tarragonines de l'Ebre, antiga província romana, *...es mantenen les solanes i galeries que donen tant de caràcter als pobles, amb els violents contrastos de llum i ombra en les façanes.*⁶⁴

⁶² Luis Feduchi, *op. cit.* 3, p.19

⁶³ Luis Feduchi, *op. cit.* 3, p.21

⁶⁴ Luis Feduchi, *op. cit.* 3, p.26

Si a Catalunya la relació amb Roma va ser constant i ha deixat empremtes inequívokes, la influència àrab és més evident a la regió valenciana.

Complement indispensable de la barraca valenciana, és l'emparrat que feia ombra a la façana. La cuina moltes vegades es troba a l'aire lliure, i consisteix en dos petits murs adossats a la façana, amb una coberta d'un sol vessant i amb el davant completament obert.

Tal com també hem vist a Catalunya i a l'Aragó, dalt de tot de la casa hi ha una renglera de tres o més finestres, baixes i petites, protegides pel ràfec de la teulada. Aquest pis es destina a magatzem de fruita i de gra, i a València rep el nom de *andana*. També és present a les barraques.



fig. 39 La barraca valenciana

A Mallorca es fa visible no solament la influència catalana si no també la italiana, aquesta darrera sobretot al palau, que han influït lleugerament a l'arquitectura popular. Al palau s'hi entra per una tramada que dóna pas a un gran pati central, lloc on es troba sempre l'escala que generalment ocupa un dels fronts del pati, i que acaba en una loggia⁶⁵, mot italià que s'utilitza per designar la galeria o arqueria que ocupa tot el front.

⁶⁵ En català es tradueix per *llotja* amb el mateix significat, tot i que en llenguatge col·loquial s'associa a altres conceptes com la *llotja del peix* o bé una *llotja al teatre*.



fig. 38 La "loggia" (casa dei Cavalieri di Rodi, Fòrum de Trajà, Roma)

Per tant podem assegurar que la *galeria* no només respon a les necessitats del clima plujós, si bé en aquest cas és molt normal que estigui tancada amb vidre. Donades les seves possibilitats d'adaptació pot funcionar per a qualsevol condició climàtica. Aquesta idea reforça la hipòtesi -ja apuntada- del seu possible origen múltiple i la teoria que a Catalunya i Mallorca hi arriba segurament a través de la cultura romana.

Andalusia i les illes Canàries.

Andalusia, també va estar sota control de l'imperi romà. Posteriorment la influència que va rebre de la cultura islàmica –d'on pren el nom *Al-Andalus*– juntament amb la gran unitat morfològica, climàtica i racial li proporcionen unes característiques culturals que determinen uns tipus d'assentament certament diferents dels que hem vist fins ara.

El sistema social i els costums àrabs fan que es pugui identificar l'origen morisc de certs barris. Els dels cristians i fins a l'actualitat tenen normes molt més rígides -molts en retícula, amb places i carrers més amplis- que han anat envoltant els nuclis primitius àrabs o jueus.

*En estos barrios todas las calles son de trazado estrecho y sinuoso, muchas veces en fondo de saco,... estas callejuelas y adarves (callejones sin salida) estaban cubiertos muchos de ellos por cobertizos y plantas altas de casas que saltaban de un lado a otro de la calle...*⁶⁶

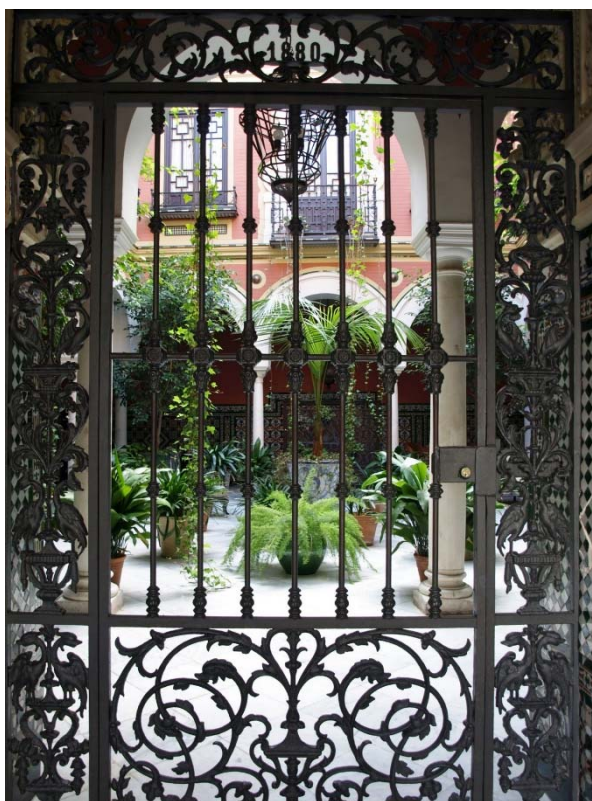


fig. 40 *Patio andaluz*

Per a la cultura àrab, la relació de la casa amb l'espai públic del carrer arriba a ser gairebé inexistent. Feduchi ho defineix amb el concepte de *concavitat* de la casa andalusa.

⁶⁶ Luis Feduchi, *Itinerarios de arquitectura popular española. 4. Los pueblos blancos*, p.12

La vida en estos pueblos se hacía en el interior de la casa, casi sin contacto con el exterior; eran, por decirlo así, casas "cóncavas", cuya iluminación y ventilación se hacían a través de patios y pequeños jardines, ...separadas por altas tapias, sin huecos a las callejuelas del barrio.

Es tracta d'una evolució de la casa romana amb pati, que en aquest cas ha arribat a tenir entitat pròpia, rebent la denominació de *patio andaluz*.

En general, el patio era el centro de la vida familiar árabe, y más tarde andaluza, sin que podamos olvidar el antecedente y la función del patio de las casas romanas de dos pisos, con el "peristilo" y el "impluvium", ...

Per tot això, amb aquesta situació és normal que aquí no es doni un element, que a Galícia o bé a Mallorca rep el nom de *mirador*, almenys com a lloc de relació entre interior i exterior de la casa.

Los huecos en estas casas judías y árabes, más tarde cristianas con la misma estructura, eran siempre pequeños y escasos, mal protegidos de las inclemencias del tiempo con celosías y postigos, hasta que el vidrio fue utilizándose poco a poco, en las viviendas populares, a finales del siglo XVI. ...están dispuestas claramente de modo que sus vidas se desarrollan hacia el interior como una defensa natural contra el exceso de luz; pero sobre todo, completamente independientes del tráfico exterior, con una relación interfamiliar a veces excesiva.

En canvi aquestes mateixes característiques proporcionen un tipus d'espai que es pot relacionar, amb matisos, amb la *galería*. Luis Feduchi cita les "Cartas de España" de Blanco White: *Es general en Andalucía, la costumbre oriental de construir las casas en los cuatro lados de un espacio cuadrangular abierto; las casas tienen, por lo regular, dos pisos, cada uno de ellos con una galería o corredor que, como dice su nombre, "corre" a lo largo de los cuatro lados del patio central o por lo menos en tres de ellos. Este corredor sirve también de comunicación exterior a las habitaciones del piso alto, y en la planta baja forma un pasillo cubierto al que dan las puertas de las habitaciones que allí se encuentran.*⁶⁷

Es tracta doncs del mateix concepte del carrer porticat, però en aquest cas amb una orientació privada i allunyada del carrer.

⁶⁷ Luis Feduchi, *op. cit.* 4, p.13-14



fig. 41 El Corral del Coliseo, Sevilla

Per l'interès general de la tesi ens fixarem en aquestes característiques, per entendre una de les moltes evolucions que ha experimentat la *galeria*. Es tracta de la resultant de la seva transposició des d'Andalusia -sota influència àrab- cap a les illes Canàries sota les directius de les ordenances cristianes.

Totes dues regions tenen un clima semblant -tot i ser un continental i l'altre insular o marítim- tant pel que fa a temperatures com a nivells d'assolellament -més extremitat l'andalús- i fins i tot amb la sequera. Aquests factors afecten fortament la seva estructura econòmica, ja sigui pels tipus de cultiu que s'hi donen com pel privilegi d'atraure el turisme, més desenvolupat a les illes Canàries.

Històricament totes dues regions van ser annexionades a la nació espanyola pels Reis Catòlics. A partir d'aquell moment el contacte i les comunicacions entre la península i les illes es feia principalment des del port de Cadis, per això Canàries rebia influència directa d'Andalusia.

La proximitat d'Àfrica, que va ser molt beneficiosa per Andalusia, va representar poc per les Canàries. A les illes es troben algunes traces d'arquitectura àrab, però segurament són procedents dels *alarifes* -artesans andalusos- que hi van anar a treballar.

La seva estructura econòmica -exportació de productes primaris, importació dels elaborats, es a dir relació de dependència-, la consciència social -en tots dos casos és de marginació a resultes de l'eliminació progressiva dels elements aborígens-, son conseqüències de la política latifundista que es va aplicar després de l'annexió -la conquesta de Canàries o la reconquesta d'Andalusia- per part del regne de Castella i Aragó, i que va significar la redistribució de les terres a Andalusia i de les aigües en el cas canari, per part dels conqueridors. Aquesta política també va propiciar un desplaçament de la població indígena en benefici dels colonitzadors, amb la conseqüència de l'emigració; els andalusos cap al nord i el canaris cap Amèrica, concretament a Veneçuela. És interessant aquest fet ja que aquests emigrants al tornar, construeixen les seves cases amb unes traces, de vegades importades dels llocs de destí.

Finalment, ja sigui com a resultat d'un o varis dels factors esmentats, totes aquestes analogies també es reflecteixen en el paisatge, especialment en l'arquitectònic. *Citemos... la semejanza entre los pueblos blancos andaluces y canarios, que extienden, bajo el sol, en las llanuras, o deslizan suavemente por las laderas, recortándola en el cielo, su cristalina arquitectura.*⁶⁸



fig. 42 Poble blanc andalús. Granada, amb l'Alhambra al fons

A Canàries, el traçat de les primeres ciutats data de principis del segle XVI, seguint probablement les ordenances sevillanes -ja d'influència cristiana-, que en aquells temps transformaven la fesomia tradicional àrab procurant alinear les cases en carrers rectes i més amples.

⁶⁸ Luis Feduchi, *op. cit.* 4, p.27

Les obres, per exemple a Tenerife, van ser encarregades a paletes i fusters sevillans. Aquest canvi d'orientació, en relació al que hem vist a Andalusia, es va reflectir també en la importància atorgada a l'obertura cap al carrer de finestres, generalment grans i verticals, balcons i gelosies que, tot i això, també continuen a l'interior dels patis. *Aparece aquí el balcón o galería corrida sobre la puerta de la planta baja, accediéndose a la alta por una escalera exterior, de un solo tramo, situada en un extremo paralelamente al balcón.*⁶⁹

Abans, al parlar dels orígens de la *galeria* ja hem esmentat *la destiladera* com a precedent del *balcó canari* i la seva procedència morisca, tot i que certament també existeixen elements semblants localitzats a Amèrica del Sud i per tant igualment podrien haver estat importats -o exportats- pels emigrants que es van dirigir cap aquells països.



fig. 43 *Destiladeras*

En qualsevol cas, sembla que la hipòtesi més sòlida és la que presenta el *balcó canari* com una evolució del balcó de gelosia, procedent d'Andalusia. *En Andalucía, de donde pasa a las islas, se simplifica debido a las ordenanzas cristianas que propugnan una mayor abertura de las casas al exterior, con lo que el mirador de celosía se transforma en balcón.*⁷⁰

Es tracta doncs del mateix element -però ara orientat cap al carrer- que segueix mantenint les mateixes característiques del balcó de gelosia.

⁶⁹ Luis Feduchi, *op. cit.* 4, p.39

⁷⁰ Luis Feduchi, *op. cit.* 4, p.43

Un element que segons la classificació de Whilhelm Giese, en el seu estudi dels balcons canaris, citada per Luis Feduchi, distingeix fins a cinc tipus i en localitza els casos:

1. *En forma de caja cerrada... en Tenerife, en Icod de los Vinos, La Orotava y la Laguna.*
2. *Con antepecho y pilares de madera, cubiertos con tejado inclinado en Las Palmas y Guía, en Gran Canaria y en La Orotava, en Tenerife.*
3. *Con antepecho en dos filas, la inferior maciza y la superior de tablitas diagonales., en La Laguna, en Tenerife y Las Palmas y Telde en Gran Canaria.*
4. *Iguales a las anteriores, con dos filas superiores de enrejado, den Las Palmas.*
5. *Con antepecho de tres filas de enrejado, otra vez en Las Palmas.*⁷¹



fig. 44 *Balcó canari* amb empit, pilars de fusta i teulada

També anomena diferents localitats sud-americanes on n'hi havia, a Perú, Cuba, Veneçuela, Colòmbia i Argentina.

En un altre moment, Feduchi es pregunta fins a quin punt, en la finor i l'elaboració de la fusteria d'aquestes regions Canàries hi podia tenir influència el fuster de ribera dedicat a la construcció de vaixells. *¿No nos parece observar en las galeras españolas e inglesas de los siglos XV y XVI, en el reflejo exterior de sus partes habitables, en sus barandillas y mobiliario curiosas concomitancias con los miradores, balcones y mobiliario de las viviendas de sus costas?* Qüestió que es pot fer extensiva a les *galeries* gallegues, que es troben en la mateixa àrea d'influència de les rutes marítimes del litoral atlàntic així com, a més d'Espanya i Anglaterra, a Holanda i Portugal.

⁷¹ Luis Feduchi, *op. cit.* 4, p.43

Encara va més enllà al parlar de la finestra quan diu: *Las ventanas que observamos en las calles de Vilaflor en Tenerife, ... serían una transposición plana de los miradores, transposición en que se repite la compartimentación y diseño característico de su carpintería.* Fins i tot suggereix la possible influència de la finestra de guillotina, en l'aspecte formal dels balcons i miradors, *...que pasa de Holanda a Inglaterra en el siglo XVII, de Inglaterra a Portugal a principios del XVIII y que posiblemente da el salto con los portugueses a las islas Canarias.*⁷²



fig. 45 Carrer Vilaflor, Tenerife

Aquest plantejament és molt interessant, ja que si bé la gelosia proporciona un espai ombrejat i permet la circulació de l'aire, la finestra, en aquest cas de guillotina, presenta avantatges contrastats com deixar passar la llum, aturar el vent i si cal la pluja.

Per tant, podem afirmar que la versatilitat de la *galeria* com a sistema, reunint aquestes diferents característiques, li permet funcionar bé siguin quines siguin les condicions climàtiques.

⁷² Luis Feduchi, *op. cit.* 4, p.44

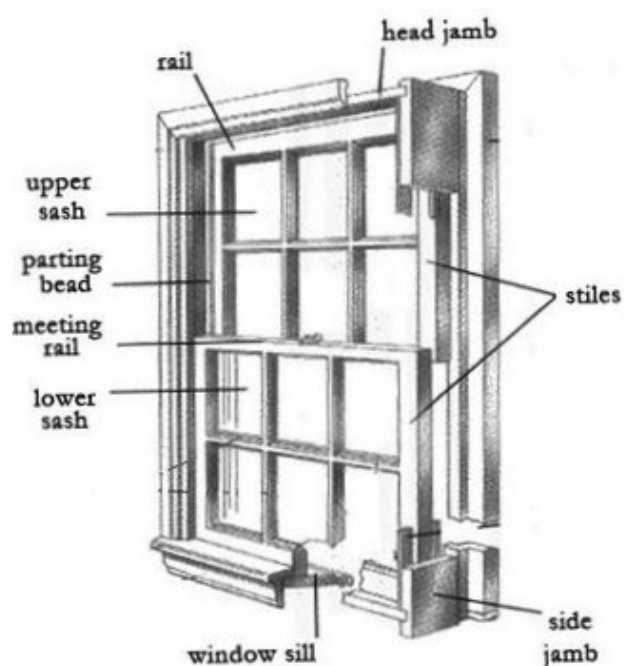


fig. 46 Finestra de guillotina *-sash window-*. Vista interior

A Canàries però, almenys tradicionalment, aquests elements es col·loquen per separat, *Se observa así, en muchos ejemplos, ...una convivencia entre los citados tipos de mirador, balcón y ventana, que proporcionan a sus fachadas una pintoresca vibración,... y unos curiosos efectos compositivos,... en que alternan balcones y pequeñas ventanas en una original secuencia rítmica.*⁷³



fig. 47 La galeria canària

⁷³ Luis Feduchi, *op. cit.* 4, p.44

Zona meridional del Massís Central.

La cinquena zona comprèn Extremadura, La Manxa i Múrcia. Situada entre el Sistema Central i Sierra Morena, que la limiten a nord i sud respectivament. Es tracta d'una àmplia franja de territori que va d'Extremadura -que limita a l'oest amb el Guadiana i les terres de Portugal- fins a la Mediterrània a l'est, per Múrcia.

Es potser de tota Espanya la zona on es troben més exemples de carrers porticats, suportats per columnes de pedra o de fusta -que ara reben el nom de *soportales*- o per arcs. En aquest cas però, l'ampliació de les plantes pis es tanca amb obra i les obertures, degudes al clima⁷⁴, es limiten a petits forats.



fig. 48 Soportales

També es pot atribuir als condicionants climàtics el fet que si bé hi ha una gran profusió de *galeries*, de vegades ocupant tota la façana principal, aquestes no estan tancades. Aquí prenen la forma del balcó corregut, que en altres zones s'han anat tancant progressivament amb vidre. Així, es troben exemples a la zona de Càceres amb balcó corregut, cobert per la teulada, recolzat sobre la prolongació dels murs de mitgera, que a Oviedo en diuen *espolones*.

⁷⁴ Climàticament el Massís Central es caracteritza per una prolongada sequera estiuenca i la irregularitat en les precipitacions que la converteixen en una zona àrida. Tot i que és de clima mediterrani, l'efecte de continentalitat i l'altitud, sobretot a la Manxa i fa que els hiverns siguin rigorosos i els estius càlids i secs.

Un dels edificis emblemàtics i de gran impacte formal d'aquesta zona és la *posada*, que va inspirar a Cervantes més d'una de les *andanzas de Don Quijote*. Alguns d'aquests edificis, com la *posada de Tomelloso*, tenen la façana totalment porticada, amb dos pisos de *galeria* correguda oberta.



fig. 49 Posada de los Portales, Tomelloso

Una altra de les tipologies freqüents és la *casa-patio* com agrupació d'un conjunt d'edificacions al voltant d'un o dos patis. El primer pati amb caràcter senyorial és el d'accés i, quan hi és, el segon té un tractament més pobre i es dedica a les activitats agrícoles, magatzem, etc.

Aquestes edificacions, fruit de la influència àrab, tenen un aspecte molt sobri en les seves façanes exteriors, en canvi el tractament de les que donen al pati, al qual generalment s'hi accedeix des d'un pòrtic d'entrada on es situa la porta d'accés, és molt més ric i expressiu -aquí amb un altre caràcter que a Andalusia-. En aquest pati és freqüent trobar-hi galeries corregudes obertes.

Un cas particular d'aquesta tipologia, aplicada a les cases de pisos en alçada, és el que hi ha a Madrid i que rep el nom de *corrala*. Es tracta d'un pati, que deriva del "*fondack*" àrab⁷⁵, envoltat per *galeries* d'estructura adovellada que donen accés a les habitacions. Aquest pati moltes vegades té una font o un pou i fins i tot una comuna -*retrete comunal*-.

És un espai de gran interès arquitectònic que segons Feduchi afavoreix la relació entre els seus veïns ...*constituir un sustituto de la plaza del pueblo, donde los vecinos tenían sus talleres y sus negocios, se reunían a hacer sus labores y a charlar y celebraban sus fiestas, favorecido por el*

⁷⁵ Fondack. Al Marroc, hospederia i magatzem on es negocia amb les mercaderies que hi porten els traficants.

*equilibrio entre espacio libre y construido que proporcionaba unas condiciones de vida aceptables.*⁷⁶



fig. 50 *Corrala* de Sombrerete. Barri de Lavapiés, Madrid

De tot el que hem vist en aquest recorregut per la geografia espanyola se'n poden treure algunes conclusions, que per l'objectiu de la tesi són força aclaridores.

En primer lloc resulta que la *galeria* no és un fenomen que només es produeix en situacions molt concretes ni amb unes condicions climàtiques determinades.

De *galeries* no només n'hi ha d'un sol tipus. Des de les *galeries gallegues*, fins a la *galeria d'arcs* de la masia catalana, o la *loggia* d'origen barroc, passant pel *balcó canari*, o el *corredor* de les *corralas*, es dona una gran varietat d'espais d'aquest tipus, que compleixen amb una àmplia diversitat de requeriments.

Per tant, com dèiem al parlar del *balcó canari*, podem assegurar que —encara que la majoria d'exemples solen ser tipus elementals que només responen a un o dos requeriments funcionals o ambientals—, amb l'adequada superposició d'elements, la *galeria* es pot adaptar a situacions i exigències tan diverses, que fins i tot poden ser oposades.

⁷⁶ Luis Feduchi, *Itinerarios de arquitectura popular española. 5. La Mancha, del Guadiana al mar*

1.1.3 TIPOLOGIES

Ens proposem fer una classificació de la *galeria* en les seves diferents modalitats de *galeria*, *tribuna* i *mirador*. Ho farem a partir dels seus trets més característics, és a dir: la seva ubicació, el sistema constructiu i les diferents formes que pot adoptar.

En l'apartat anterior hem vist que el terme *galeria* té un sentit molt ampli, però ara ens centrarem en les *galeries* tancades, generalment amb vidre, deixant de banda les obertes. Més endavant ens ocuparem només de les que ocupen la major part de la façana, com als interiors d'illa de l'Eixample, descartant les altres modalitats -*miradors* i *tribunes*-.

Amb aquesta idea de centrar el tema en les *galeries* dels patis, distingirem les tipologies més pròpies de les façanes principals respecte de les posteriors.



fig. 51 *Galeries* dels patis interiors d'illa

Ubicació.

Les façanes de les plantes pis dels edificis destinats a habitatge són el lloc principal on es localitzen les *galeries*.

En les façanes a carrer poden aparèixer a partir dels pisos principals⁷⁷ i després tenir continuïtat o no cap als pisos superiors. En les façanes a l'interior de l'illa, generalment arrenquen a nivell del principal, que per aquesta banda queda a nivell del terrat –de coberta de la planta baixa o entresòl-.



fig. 52 Ubicació de les *galeries* al carrer

⁷⁷ Planta principal (*piano nobile* en italià) és el pis situat per sobre de la planta baixa (o de l'entresòl quan n'hi ha. Aquest acostuma a tenir els sostres baixos i normalment és utilitzat de magatzem). El pis principal té els sostres més alts de totes les plantes pis de l'immoble i és on solien viure els propietaris, ja que la majoria dels edificis, sobretot els construïts a finals del segle XIX, eren de renda i els habitatges de les plantes pis eren de lloguer.

Materials.

Hi ha tres tipus constructius bàsics que es troben sobretot al carrer. Les *galeries* de les façanes interiors solen ser molt elementals:

- a) Carcassa de fusta, de vegades tallada però gairebé mai a l'interior d'illa, on és molt més senzilla, i pintada, amb tancament de vidre incolor o policrom. De vegades tenen la barana vista de ferro sobreposada al tancament.
- b) Carcassa de pedra, que pot ser tallada, amb tancament de vidre incolor o policrom. Ocasionalment amb baranes vistes de ferro forjat. Aquest tipus es dóna exclusivament a la façana principal.
- c) Carcassa de ferro forjat amb tancament de vidre incolor o policrom. És una tipologia poc freqüent però notable per la seva gran riquesa formal, basada principalment en la senzillesa de línies i en la seva lleugeresa. Es dóna gairebé sempre a la façana principal.



fig. 53 *Galeries* segons el tipus de carcassa

El tipus més habitual a les façanes dels patis és amb carcassa de fusta -actualment substituïda per la d'alumini o de PVC- i obra, vidre incolor i generalment amb la barana vista, senzilla, de ferro forjat sense ornaments. És la solució més funcional i menys representativa de les esmentades.



fig. 54 Galeries habituals dels patis d'illa

Suports.

Les bases on es recolzen els miradors poden tenir diferents formats. Es caracteritzen pels elements estructurals que les suporten.

Ja hem dit que als interiors d'illa les *galeries* arrenquen gairebé sempre des de la planta principal. Les bases o forjats es recolzen en la prolongació de les parets mitgeres i, segons la seva amplada, en pilars de fosa -ferro colat-.

Per tant aquesta classificació implica només a les *galeries* situades en les façanes al carrer. Per altra banda la única repercussió d'aquestes tipologies és formal i/o estilística. Entre d'altres, destaquen:

- a) Base plana. El forjat base de la *galeria* és pla i surt en forma de voladís des de la façana. No té motllura o en tot cas és molt discreta.
- b) Base sobre peanyes motllurades. El forjat base es recolza sobre una peanya en voladís, que ve reculada respecte del pla més sortint de la galeria. En aquest cas ja disposa d'un cert treball motllurat.

- c) Base plana sobre peanya convexa. La base de la *galeria* es converteix en una peanya convexa, que vola des del pla de la façana.
- d) Bases planes sobre mènsules de pedra. La base es recolza sobre mènsules treballades de pedra. En aquest cas la base també acostuma a ser de pedra.
- e) Bases planes sobre mènsules de ferro forjat. Cal assenyalar en aquest cas la col·locació de rajoles a la cara inferior de la base. Es tracta d'un model molt poc freqüent a l'Eixample, en canvi es pot trobar en altres poblacions com ara Palma de Mallorca.

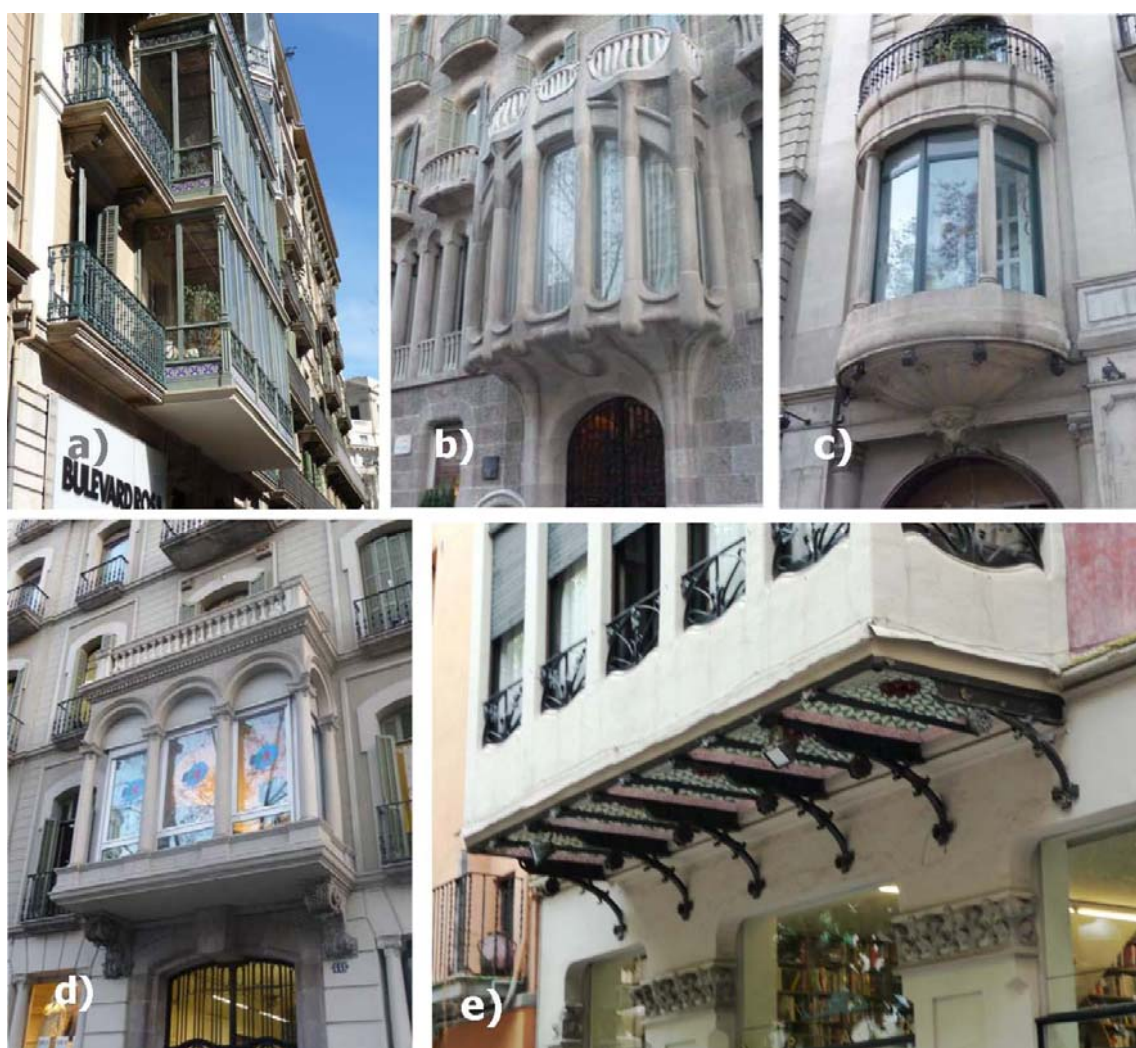


fig. 55 Tipus de suport

Morfologia.

Segons la seva volumetria, hi ha dues classes de *galeries*. La de volum unitari i la de doble volum, que es caracteritza per una reducció de l'espai inferior per situar-hi la barana.

Les característiques del segon tipus –poc habitual- proporcionen a la *galeria* alguns avantatges a més d'una major protecció de la part inferior. El canvi de volum a l'alçada de la barana, permet la visió cap al carrer des de l'interior sense necessitat de treure el cap per la finestra i alhora proporciona un prestatge molt adequat per situar-hi testos amb plantes -recordem que una *galeria* funciona com un hivernacle-. Aquest prestatge pot ser practicable i llavors permet un tipus de ventilació molt controlable i alhora segur.



fig. 56 Morfologia. Tipus volumètric

Una segona classificació -que pot incorporar qualsevol dels dos tipus esmentats-, té diferents modalitats segons ocupi un o diversos buits. Aquests són els casos que es poden donar:

- a) Puntual. Quan ocupa un sol buit. És l'opció més elemental de la *galeria* originada a partir del tancament d'un balcó. El seu aspecte és el d'un element singular que configura una façana.
- b) Lineal. Quan ocupa diversos buits i es desenvolupa -sobre la façana- de forma lineal, ja sigui vertical cobrint diversos pisos o bé horitzontalment en una sola planta, que en aquest cas sol ser la principal.
- c) Angular.- És un cas particular de les modalitats a) i b), ja sigui puntual o lineal quan ocupa un o més buits situats a la cantonada d'un edifici. Formalment és un element molt interessant que articula el gir del mur. És un model present en bastants edificis del centre l'Eixample situats als xamfrans.

- d) Superficial o Extensiva. Quan ocupa la major part de la façana. Aquest és el cas més freqüent als patis, mentre que els altres ho són per a les façanes principals.



fig. 57 Morfologia: puntual, lineal/angular o superficial

Disposició volumètrica.

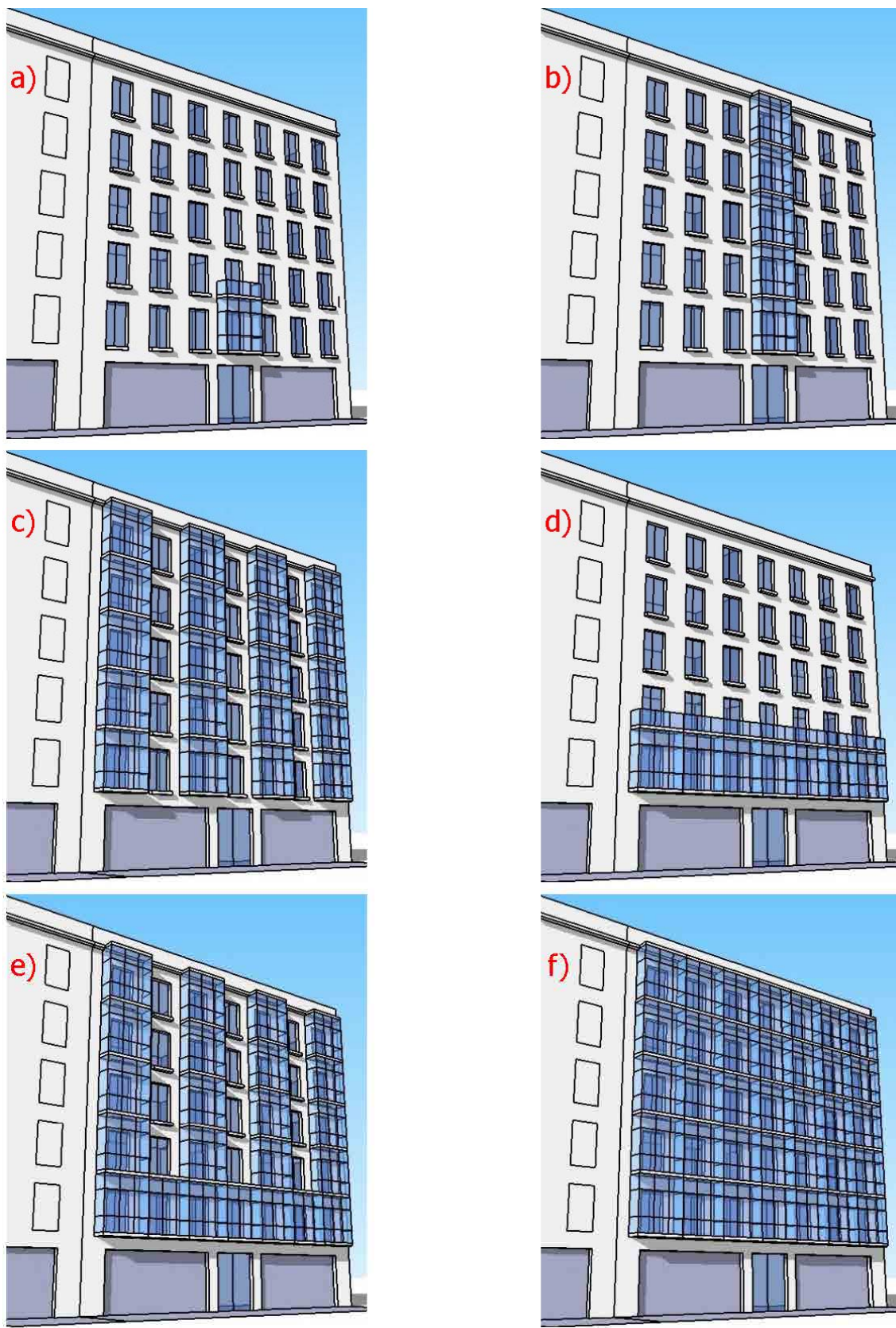


fig. 58 Tipus de galeria segons la seva disposició volumètrica

La disposició de la *galeria* com a principal element de la composició d'una façana, dóna lloc a una nova classificació, que en alguns punts té un cert paral·lelisme amb la de "*morfologia*". Però es tracta de dos conceptes diferents.

D'entre els tipus més habituals en destaquen els següents:

- a) Puntual. Quan ocupa un sol buit. És la mateixa definició feta a *morfologia*.
- b) Eix vertical simple.- A *morfologia* l'hem definit com lineal. Es genera a partir de la superposició de dues o més *galeries*, coincidint generalment amb l'eix de simetria de l'edifici o bé amb una cantonada.
- c) Eix vertical múltiple.- Dues o més línies de *galeries* superposades regulen el ritme compositiu de la façana.
- d) Eix horitzontal.- És l'altra possibilitat de la disposició lineal explicada a *morfologia*. Es configura mitjançant *galeries* adossades, que ocupen la major part de la façana d'un sol pis, generalment, coincidint amb el pis principal, que és el més important de l'edifici.
- e) Eix vertical i horitzontal. Es combinen els dos ritmes descrits. És freqüent trobar exemples d'una disposició horitzontal a l'alçada del principal que es desplega en un o més eixos verticals, amb dimensions decreixents a mesura que augmenta l'alçada.
- f) Extensiva. Coincideix amb la classificació de *morfologia*: d) *superficial o extensiva*. És la modalitat més comuna a les façanes dels patis. Atenyent-nos a les mides més normals de crugia dels edificis de l'Eixample i a la tipologia que generen, podem parlar de doble eix vertical, o bé d'un eix vertical de doble cos. Aquest serà el tipus més estudiat; és el més freqüent.

Un aspecte important que diferencia les *galeries* dels patis d'illa respecte de les *tribunes* i *miradors* de la façana principal, és que mentre unes han d'anar *mudades* perquè que es situen a la façana representativa, les altres van *d'estar per casa*⁷⁸ i poden disposar d'elements senzills -mòbils o practicables- gràcies als quals l'usuari pot optimitzar el seu funcionament segons els diferents requeriments ambientals de cada moment.

⁷⁸ Més endavant parlarem de les diferències de tractament i manteniment que reben les dues façanes. La del carrer ha de ser representativa perquè és la façana "important" i per tant es cuida, en canvi la façana del pati es considera secundària, poques vegades s'hi fa manteniment i el seu aspecte és totalment funcional.

És el cas d'una simple persiana de corda, enrotllable, de llistonets de fusta, que baixada converteix la *galeria* en umbracle i alhora permet la ventilació quan fa calor, mentre que si fa fred es recull, enrotllada, i llavors la *galeria* es comporta com un hivernacle.

Això a les *tribunes* de la façana principal, no se'ls hi permet; una persiana d'aquest tipus *no hi queda bé*. I sobretot en el cas de la ventilació, és més difícil obrir la tribuna ja que ventilar suposa també l'entrada de pols -molt més present al carrer que al pati- i a sobre segons en quins carrers els nivells de soroll poden resultar insuportables. N'hi ha que no tan sols es poden obrir, no són practicables i llavors només es poden netejar des de fora, o senzillament no es netegen.



fig. 59 *Galeria* a carrer sense proteccions; no es neteja

CAPÍTOL 1. INFORMACIÓ DE BASE

1.2 PRECEDENTS URBANÍSTICS

1.2.1 L'EIXAMPLE

1.2.2 DESCRIPCIÓ DE L'ILLA

1.2.3 TIPOLOGIA EDIFICATÒRIA

1.2.4 NORMES URBANÍSTIQUES I ORDENANCES MUNICIPALS. EVOLUCIÓ HISTÒRICA

Ordenança d'edificació de 1857

Ordenança d'edificació de 1891

Ordenances de 1932

Ordenances de 1947

Ordenances de 1958

Ordenança de 1976

Ordenanza de Rehabilitación y Mejora del Ensanche (1986)

Creació de la qualificació 13E per l'Eixample, a Barcelona

Ordenança de Rehabilitació i Millora de l'Eixample (2002)

1.2.5 NOMATIVA VIGENT

Decret d'Habitabilitat 141/2012

Codi Tècnic de l'Edificació (CTE)

DB HS Salubritat. Higiene, salut i protecció del medi ambient

DB HR Protecció enfront del soroll

DB HE Estalvi d'energia

Decret d'Ecoeficiència

1.2 PRECEDENTS URBANÍSTICS



fig. 60 L'Eixample de Barcelona. Illa de la discòrdia.

Els motius que van afavorir la proliferació de les *galeries* d'una manera tan generalitzada a l'Eixample Cerdà i en canvi no ho van fer en altres ubicacions -o només ho van fer de forma aïllada-, tenen una possible explicació en la sèrie de circumstàncies que es van donar coincidint en el temps, sense les quals probablement no s'hauria produït aquest fet o bé el resultat hauria estat molt diferent.

En primer lloc hi ha el fet de disposar d'un instrument de gestió del creixement de la ciutat de Barcelona més enllà de les seves muralles, de manera planificada i a gran escala, com és el Projecte de l'Eixample d'Ildefons Cerdà, el qual va ser aprovat pel *Ministerio de Fomento* (1859). El Pla Cerdà, des d'abans de la seva aprovació ja comptava amb l'oposició del consistori barcelonès, no tant pel seu contingut si no per allò que representava: la seva imposició des del govern d'Espanya, en contra del Pla d'Antoni Rovira i Virgili que havia guanyat el concurs de l'Ajuntament de Barcelona.

El caràcter igualitari i racionalista del Pla Cerdà topava frontalment amb la burgesia barcelonina que preferia un model més jerarquitzat com el projecte Haussman de París. El Pla d'Antoni Rovira i Virgili anava en aquesta direcció ja que proposava una malla circular que creixia radialment a partir de la ciutat emmurallada amb el centre ubicat a la plaça de Catalunya.

El corrent d'opinió que es va generar en contra del Pla d'Ildefons Cerdà -avui dia considerat el pare de l'urbanisme modern-, va ser tant agressiu que l'arquitecte Lluís Domènech i Montaner, *hizo correr la especie de que en aquellas calles tan anchas del Eixample no se podría vivir a causa de las corrientes de aire; e imprimió una orientación a su Hospital de Sant Pau con el fin de que no armonizara con la trama Cerdà. Y Cerdà era un hombre razonable...*⁷⁹

El mateix Enric Prat de la Riba que fou el primer president de la Mancomunitat de Catalunya (1914-1917) va arribar a dir que se sentia *envaït per una profunda indignació contra els governs que ens van imposar la monòtona i vergonyosa quadrícula del pla oficial*⁸⁰

Aquest context d'oposició a Cerdà i al seu Pla, no és gens estrany que afavorís l'aparició d'activitats especulatives per tal d'aconseguir més edificabilitat. Amb l'excusa que els carrers de 20 metres eren molt amples, es va començar augmentant la fondària edificable i a continuació es va ocupar la part central de les illes amb edificacions baixes destinades a tallers i magatzems. Amb això van desaparèixer la major part dels jardins centrals i ben aviat -amb les ordenances de 1891- la mançana va passar a ser d'illa tancada amb pati interior, enlloc de l'edificació oberta que proposava Cerdà.

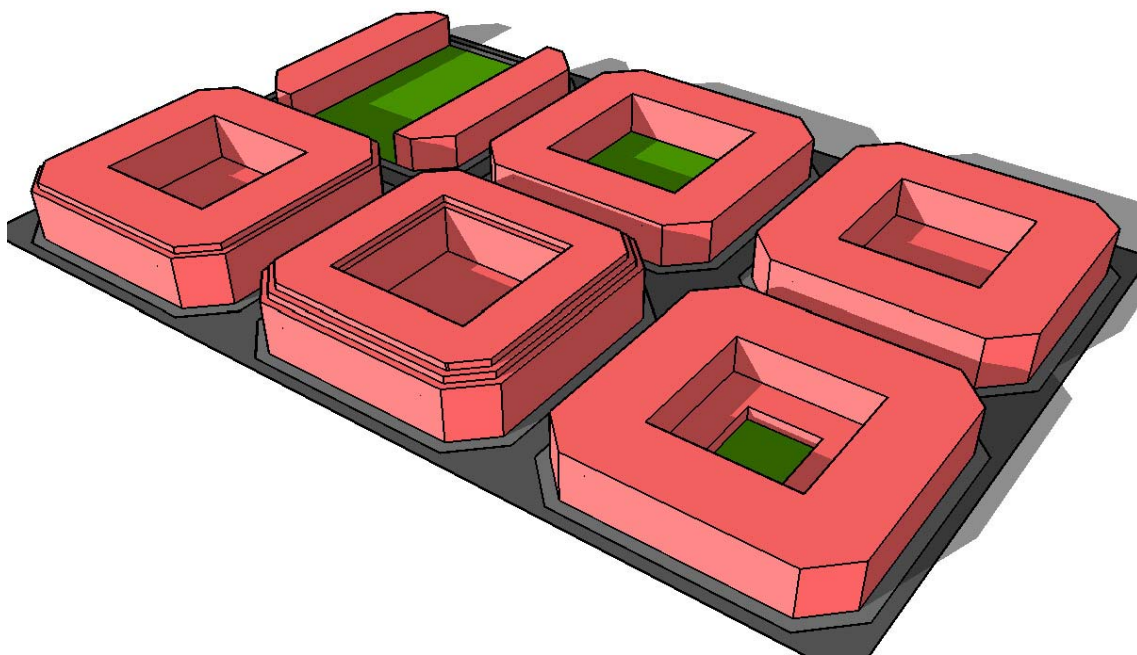


fig. 61 L'Eixample de Barcelona. Evolució de l'illa des de l'inici fins a l'actualitat, segons les ordenances.

⁷⁹ Lluís Permanyer, *La Vanguardia (Vivir p.10)*, 28 maig 2009. Aquesta interpretació és discutible. S'ha d'admetre que l'orientació a sud del magnífic Hospital de Sant Pau és perfecta.

⁸⁰ Alexandre Cirici-Pellicer, *Cuadernos de Arquitectura núm. 35*, Any 1959. Traduït del castellà.

La tipologia edificatòria resultant també es va veure afectada com a conseqüència de la fondària edificable (ordenances de 1857)⁸¹ de 28,00 metres, tot i que Cerdà havia proposat una fondària de 24,00m -que potser també hauria donat una tipologia molt semblant-. Amb aquesta fondària es va implantar generalment la solució de dos habitatges per replà, passants; és a dir amb façanes a carrer i al pati interior d'illa (fig. 66). Per altra banda, les Normes Urbanístiques i Ordenances Municipals es van anar modificant successivament i sempre -fins l'any 1976- ampliant l'edificabilitat⁸². Això va afavorir el creixement dels edificis en fondària, alçada i número de plantes, i també l'aparició de les *galeries* fins i tot en edificis existents en els quals o es van afegir posteriorment o es van fer tancaments de balcons.

Quan per raons de mercat, econòmiques i socials, a partir de 1947 va anar canviant el tipus edificatori passant de dos habitatges per replà al de quatre habitatges per replà -dos al davant amb façana al carrer i dos al darrera amb façana al pati-, llavors la *galeria* es va convertir en un balcó obert i la façana posterior de les plantes pis va passar a assemblar-se força a la façana principal, encara que generalment amb una qualitat més baixa ja que no és la façana representativa.

Aquest fet també es va veure recolzat per unes Ordenances Municipals que si bé en el cas de la façana principal continuava admetent els cossos volats tancats –*tribunes*-, en canvi a la façana del pati, a partir de 1976 ja únicament s'hi van admetre cossos volats oberts, és a dir *balcons*.

⁸¹ Les primers ordenances de L'Eixample daten de l'any 1857, dos anys abans de l'aprovació del propi Pla Cerdà

⁸² Les successives modificacions de les ordenances van anar incrementant l'edificabilitat, l'alçada i la fondària edificable fins que a partir de les de 1976 es va iniciar el retorn a l'esperit de l'ordenança de 1901.

1.2.1 L'EIXAMPLE

Urbanísticament, la configuració actual de la ciutat de Barcelona la determina l'Eixample Cerdà. La seva imatge és tan potent que fa pensar que l'Eixample és Barcelona. *Poques ciutats tenen una forma urbana que les identifica, i Barcelona com Nova York, Roma o París gaudeixen d'aquesta característica.*⁸³

Construït a partir del projecte d'Ildefons Cerdà (1859) dóna una resposta global a la problemàtica plantejada per la Revolució Industrial i a les necessitats de creixement de Barcelona més enllà de les seves muralles, alhora que resol la connexió de la ciutat vella amb els antics nuclis que actualment formen el municipi: Sant Martí de Provençals, Sant Andreu de Palomar, Horta, Gràcia, Sant Gervasi de Cassoles, Sarrià, Les Corts de Sarrià i Sants.

Basat en especulacions teòriques com l'anàlisi de l'impacte del maquinisme sobre l'estructura urbana de Barcelona (*Teoría general de la urbanización, I. Cerdà*) i el de les necessitats de la classe obrera (*Monografía estadística de la clase obrera de Barcelona en 1856, I. Cerdà*) i fent-se ressò dels treballs dels socialistes utòpics, internacionalistes i higienistes que ja eren coneguts a Barcelona des de 1835.

Els trets característics del Pla Cerdà són: equipament social, i cultural, orgànicament distribuït damunt d'una xarxa viària oberta, assaig de fusió amb la natura: baixes densitats, illa edificada només en dues bandes o en un angle, trama sense centralització, creació de nuclis d'interès generadors d'un barri, uniformitat de la retícula destinada a la circulació i inexistència d'edificis i d'espais polítics. *La exergía de su memoria, idea fundamental podría ser suscrita por el más ambicioso urbanista actual: independencia del individuo en el hogar, independencia del hogar en la urbe, independencia de los diversos géneros de movimiento en la vía urbana. Ruralizad lo urbano, urbanizad lo rural.*⁸⁴

Configurat per una quadrícula d'illes de 133,3 x 133,3 metres disposada a 45° respecte dels eixos cardinals, de manera que totes les edificacions tinguin la mateixa disposició cap al sol, ja sigui en orientació sud-est o sud-oest.

La trama és força uniforme, per l'amplada i les característiques dels carrers. Aquests generalment tenen 20 metres d'amplada, amb idèntic espai per a la circulació rodada: 10,00m, que per als vianants: dues voreres a banda i banda del carrer de 5,00m d'ample.

⁸³ Joan Busquets, *Cerdà i la Barcelona del futur, Catàleg de l'exposició*, 2009

⁸⁴ Alexandre Cirici-Pellicer, *op. cit.*

Amb la quadrícula de 133,3 metres s'obté un mòdul de 400x400 metres amb 9 illes. Aquesta uniformitat es pot fer extensiva als edificis, ja que la majoria van ser construïts entre 1860 i 1930.

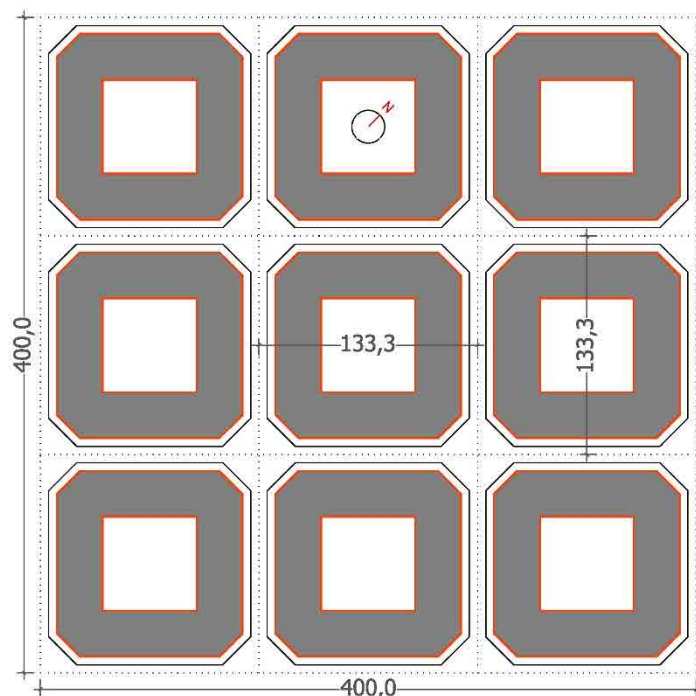


fig. 62 Trama de 'Eixample. Mòdul de 400x400m

Dels carrers, el més singular és el passeig de Gràcia, àmplia avinguda d'un quilòmetre de llarg i 60m d'amplada, indret tradicional de passeig aristocràtic i burgès, paral·lel a la Rambla de Catalunya, aquesta amb un caràcter més popular. A més d'aquests, entre els carrers que van de mar a muntanya són excepció per la seva major amplada, el passeig de Sant Joan -50m- i el carrer d'Urgell -30m-.

En sentit transversal, la Gran Via de les Corts Catalanes -50m- travessa en línia recta des del riu Llobregat al riu Besòs i passa per l'Eixample entre la plaça d'Espanya -on es bifurcaven els camins de Martorell i de Sant Boi- i la plaça de les Glòries -inici de l'autopista del Maresme i on es creua amb la Diagonal -50m- i amb la Meridiana -50m-, accés d'entrada a Barcelona des de l'autopista de la Jonquera i les carreteres del Vallès. Dels carrers paral·lels a la Gran Via en destaca el d'Aragó -50m-, antiga rasa del ferrocarril de València i de Madrid.

L'avinguda Diagonal que esbiaixa la quadrícula -com també ho fan les avingudes del Paral·lel i de la Meridiana, amb la mateixa amplada-, és l'accés des de València i Lleida; penetra a l'Eixample per la plaça de Francesc Macià i arriba fins al mar passant per la plaça de les Glòries.

Al passeig de Gràcia hi ha edificis modernistes interessants, com les cases Milà -la Pedrera-, (1909) i Batlló (1904) d'Antoni Gaudí, la casa Amatller (1900) de Puig i Cadafalch, i la casa Lleó i Morera (1912) de Domènech i Montaner.



fig. 63 Projecte original del Pla Cerdà

Entre els edificis més peculiars del que s'anomena la dreta de l'Eixample -que correspon aproximadament a l'antic districte de la Concepció- destaquen: la casa Terrades -casa de les Punxes- de Puig i Cadafalch (1905); el palau Casades, -seu actual del Col·legi d'Advocats-, el palau Montaner (1893) i la casa Thomas (1905), obres de Domènech i Montaner.

A l'esquerra de l'Eixample, a l'antic districte de la Universitat, són de remarcar els recintes de l'Escola Industrial -Rafael Gustavino, 1909-, de la Facultat de Medicina i Hospital Clínic -Josep Domènech i Estapà, 1906- i les edificacions de la Presó Model -Salvador Vidal i Sabaté, i Josep Domènech i Estapà, 1904-. A la plaça de la Universitat es troba l'edifici Central de la Universitat de Barcelona -Elies Rogent, 1874-.

La quadrícula de l'Eixample s'estén també per una part dels antics termes de les Corts de Sarrià, de Gràcia i de Sant Martí de Provençals. A la part alta d'aquest darrer sector destaquen la basílica de la Sagrada Família, projectada per Antoni Gaudí i els edificis modernistes de l'Hospital de la Santa Creu i de Sant Pau de Domènech i Montaner.

Tot i que fou concebut per a una densitat d'edificació molt inferior a la que està suportant actualment, alguns factors determinants del seu caràcter segueixen vigents, com el xamfrà, l'amplada dels carrers i l'orientació de la trama. Cerdà ho justificava *mitjançant estadístiques que demostraven un índex de mortalitat més baix*.⁸⁵

De l'amplada dels carrers de l'Eixample i de la gran visió de futur que va tenir Cerdà ara se'n fa elogi, sobretot d'aquells aspectes relacionats amb el trànsit, però es parla molt poc o gens de les preocupacions ambientals -llum i sol per a tots els edificis- que es van anar perdent amb els progressius augments de l'alçada edificada.

La solució més utilitzada -a finals del segle XIX i començaments del XX- és la d'edifici entre mitgeres, PB+3 o PB+4 -moltes vegades hi ha un pis principal- amb una amplada de façana – distància entre mitgeres- entre 12m i 18m, obtenint generalment una distribució amb escala central i dos habitatges per replà, que ventilen al carrer i al pati. *La façana, quasi sempre simètrica i entre mitgeres, tenia, de mitjana, al voltant d'uns catorze metres d'amplada, entre tres i cinc balcons i la porta d'entrada al centre*.⁸⁶

Aquesta tipologia, relacionada amb l'orientació proporciona a cada habitatge dues façanes oposades, una orientada a nord $\pm 45^\circ$ i l'altra a sud $\pm 45^\circ$, és a dir que a una façana més aviat hi toca el sol i a l'altra, sobretot a l'hivern, més aviat no li toca. Amb aquesta disposició, les estacions climàtiques i el clima de la ciutat de Barcelona fan que una zona de l'habitatge sigui més adequada a l'hivern -façana sud-est o sud-oest i l'altra, al no rebre gaire radiació solar, serà més fresca a l'estiu -façana nord-est o nord-oest.

Es tracta doncs, d'un pla urbanístic modèlic en els aspectes ambientals⁸⁷ ja que -des dels plantejaments inicials- té en compte qüestions que altres models, fins i tot actuals, difícilment es plantegen, i això hauria de ser un motiu de reflexió.⁸⁸

De l'Eixample, en aquest punt és inevitable que ens preguntem fins a quin punt s'han assolit els objectius d'interès indiscutible, que proposava Cerdà, en els aspectes higienistes i ambientals, directament relacionats amb la *qualitat de vida*.

⁸⁵ Lluís Permanyer, *Història de l'Eixample*.

⁸⁶ Lluís Permanyer, *op. cit.*

⁸⁷ Aquests són els objectius de la tesi.

⁸⁸ En molts Plans Urbanístics es troben a faltar estudis i anàlisis de les preexistències: assolellament, vents dominants, clima i microclima, sorolls molestos, vistes, etc. Actualment tenim la sensació que el planejament urbanístic es limita, massa sovint, a l'aplicació d'estàndards (coeficients d'utilització del sol), a la resolució dels sistemes de connectivitat, i als aspectes formals que proporcionen a un Pla una estètica determinada.

1.2.2 DESCRIPCIÓ DE L'ILLA.

L'illa edificada resulta ser un quadrat de 113,3 x 113,3m amb els extrems escapçats a 45° que conformen els característics xamfrans de l'Eixample, que fan 20,00m d'amplada, la mateixa que el carrer.

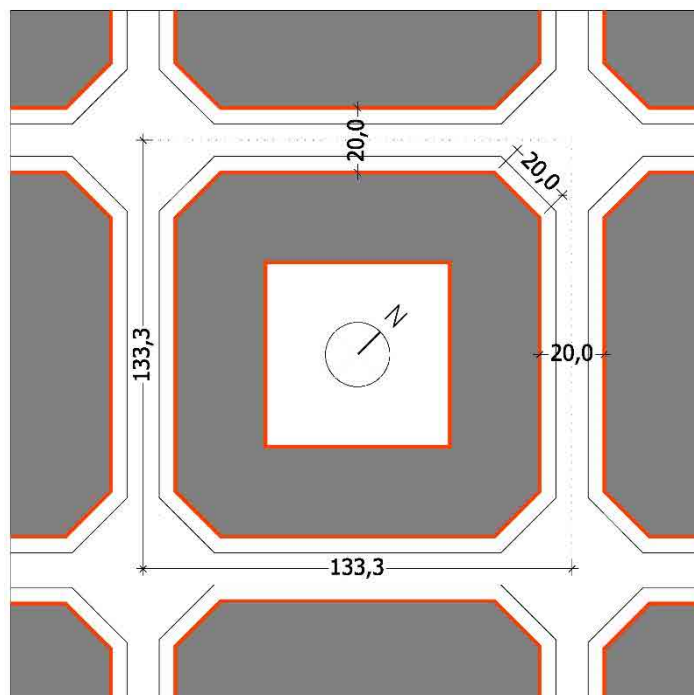


fig. 64 Orientació de l'illa i amplada dels carrers

L'alçada reguladora vigent és de 20,75m. Correspon a planta baixa més cinc plantes pis (PB+5). Cerdà l'havia previst de 16,00m (PB+3) però durant els anys 60 del segle passat va arribar a ser 24,40m (PB+6) més un àtic i un sobreàtic. Fins l'any 1976. Degut a les diferents ordenances que des del principi han regulat l'edificació a l'Eixample -1857, 1891, 1927, 1947, 1958, 1976 i l'ordenança de Rehabilitació de 1986-, es poden trobar des d'edificis de planta baixa i tres pisos (PB+3), fins a edificis amb planta baixa, entresol, sis pisos, a més d'àtic i sobreàtic (PB+E+6+A+SA), amb una alçada total que arriba a 30,40m encara que l'àtic i el sobreàtic s'enretiren, 3,00m cadascun, del pla de façana

La fondària edificable -que Cerdà va proposar que fos de 24,00m- va passar a ser de 28,00m en les primeres ordenances (1857) i no va ser fins l'any 1976 quan es va recuperar la fondària actual de 26,00m.

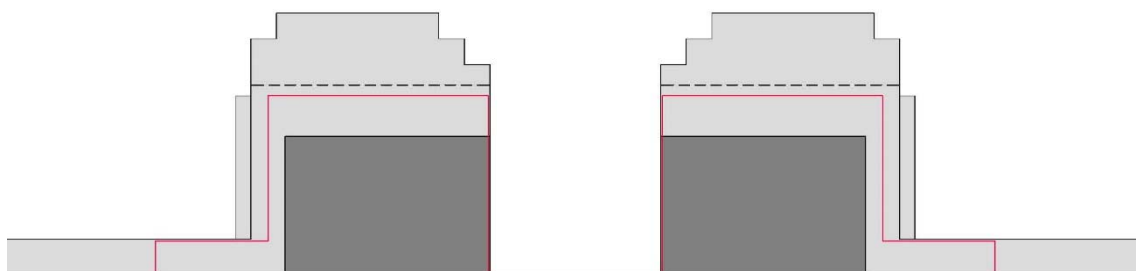


fig. 65 Evolució de l'edificabilitat: fondària i alçada (fins 1976)

La planta baixa generalment està totalment edificada, tot i que a partir de 1986, amb l'ordenança de Rehabilitació i Millora de l'Eixample es va produir l'alliberament de la part central del pati, resultant no edificable –per a obres de nova construcció– un quadrat de 35x35m a l'interior de l'illa.

Ja hem vist que a més de l'amplada dels carrers, la característica més important des del punt de vista ambiental és l'orientació de la quadrícula, que proporciona el mateix nivell d'asolellament a tota l'edificació. Això era així segons el Pla Cerdà, però les successives ampliacions en alçada van fer que en determinades èpoques de l'any -a l'hivern i sobretot en les façanes a carrer- hi ha edificis o parts d'edificis als quals pràcticament no hi toca el sol.

1.2.3 TIPOLOGIA EDIFICATÒRIA

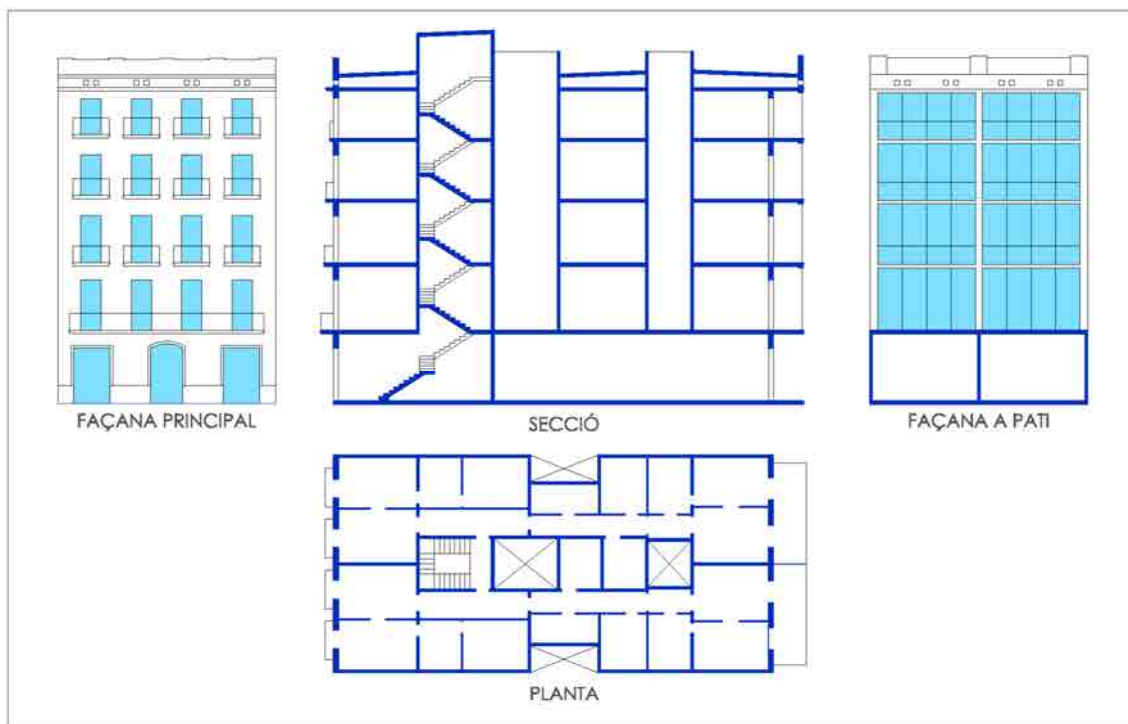


fig. 66 Tipologia de dos habitatges per replà, generada a partir de les ordenances de 1857

Amb la fondària edificable de 28 metres -que va imperar des dels seus inicis fins l'any 1976, quan va passar a ser de 26,00m- independentment de les alçades reguladores vigents al llarg de la seva història, el tipus edificat té dos models ben clars, excepte en la singularitat dels xamfrans, que per la seva complexitat és el que més solucions ha experimentat, sense arribar a constituir una tipologia. D'aquests dos models el més antic és un edifici amb una amplada entre 12,00 i 18,00m -generalment al voltant dels 14,00m- amb composició simètrica de la façana, que situa l'entrada principal centrada. La solució en planta també és simètrica i generalment amb l'escala al centre, en continuïtat amb l'entrada.

Deguda la gran fondària de l'edificació es fa necessària l'aparició de patis d'il·luminació i ventilació a les zones interiors. Moltes vegades un d'aquests patis se situa centralment, abans o després de l'escala i li proporciona ventilació i llum a més de fer-ho per a les habitacions interiors i el rebedor dels habitatges. És força probable l'existència de més patis, que poden ser centrals o situar-se en les mitgeres, i en aquest cas es doblen simètricament respecte l'eix de l'edifici.

Amb aquesta disposició i per les seves dimensions, a les plantes pis apareixen dos habitatges també simètrics, de distribució allargada, que tenen façana a carrer -on les obertures solen ser balconeres de no més de 1,20m d'amplada, amb sortida al balcó- i façana al pati, on acostuma a aparèixer la *galeria* adossada a la façana.

Segons l'amplada de façana els habitatges poden tenir dues o tres habitacions o sales a cada façana. Les del darrere donen a la *galeria*. A la part central de l'habitatge hi ha un passadís que comunica les habitacions del davant amb les del darrere i dóna accés a les habitacions més petites i als serveis: cuina, bany, rebedor, etc., que s'il·luminen a través dels patis interiors.

Potser l'aspecte menys reeixit d'aquesta solució, almenys segons els criteris actuals, és la superfície que ocupa l'ample passadís, necessari per connectar les habitacions de totes dues façanes, però precisament aquest espai amb les seves dimensions d'amplada i alçada és el que ara dóna categoria a aquests habitatges i els distingeix dels actuals.

La part més interessant de la tipologia, juntament amb l'orientació de l'illa, és que sigui quina sigui -de les quatre possibles- la seva orientació dins la mançana, sempre hi ha una façana a la qual hi toca el sol durant força hores al dia.

Aquesta solució s'anomena de *dos habitatges per replà, davant/darrere*. L'altra, que és un model més actual, és la de *quatre habitatges per replà*.

Aquest segon tipus resol la distribució dels habitatges sense necessitar tant espai al passadís. Treu més aprofitament de la superfície, però en canvi perd la duplicitat de façanes, i per tant l'habitatge pot estar ben orientat -SE o SO- o no -NE o NO-. De fet amb 28,00 metres de fondària es poden encabir quatre habitatges, però s'ha de renunciar a la ventilació encreuada i de les habitacions només n'hi ha dues que donen a façana, generalment l'estar-menjador i un dormitori. Amb un cinquanta per cent dels casos mal orientats, no es pot dir que sigui una bona solució.

Certament són molt més interessants les solucions que s'obtenen amb tipologies passants -de doble façana- i que permeten la ventilació encreuada. Un bon exemple el tenim en algunes de les solucions que es van construir a la Vila Olímpica del Poble Nou de Barcelona, abans de les olimpíades de 1992, amb la mateixa estructura urbana de l'Eixample però amb fondàries edificades de només 14,00 metres.

1.2.4 NORMES URBANÍSTIQUES I ORDENANCES MUNICIPALS.

EVOLUCIÓ HISTÒRICA

Les primeres ordenances de Barcelona van ser aprovades per l'Ajuntament, l'any 1857. Justament abans de l'aprovació del Pla Cerdà, en primera instància pel *Ministerio de Fomento* per reial ordre de 7 de juny de 1959 i aprovat definitivament el 31 de maig de 1860 pel Govern.

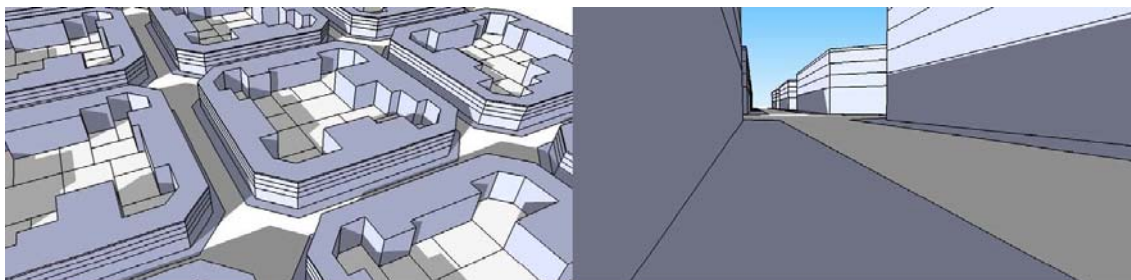


fig. 67 Ordenances prèvies a 1857⁸⁹

Aquestes ordenances ja permetien ocupacions i alçades superiors a les previstes pel Pla, que proposava una fondària edificable de 24,00m i una alçada de 16,00m, que van passar a ser de 28,00m i 19,40m respectivament.

L'Ajuntament que es va prendre el Pla Cerdà com una imposició de Madrid -i de fet ho era-, estava obligat a respectar escrupolosament el traçat viari que estava sota jurisdicció ministerial. En canvi en relació a les normes d'edificació relatives al Pla, no s'exigia el seu compliment i com veurem tot seguit es van anar vulnerant, ampliant-les progressivament.

Ens fixarem especialment en aquelles ordenances que guarden una relació directa amb les façanes: alçades i cossos volats, oberts i tancats i comprovarem com l'atenció es dirigeix gairebé sempre a la façana principal, citant només de vegades la façana posterior.

També analitzarem altres disposicions que d'alguna manera afecten aspectes ambientals, com són els augments d'edificabilitat, d'alçada i de fondària edificables. Constatem que, des de les primeres Ordenances de 1857 fins a les del Pla General Metropolità de 1976, la permissivitat fou l'actitud habitual per part de les autoritats municipals, de manera que cada vegada van anar augmentant més la fondària i l'alçada edificables. A partir del PGM 1976 es va produir un canvi de tendència, reduint aquests paràmetres reguladors, i després, amb l'Ordenança de Rehabilitació i Millora de l'Eixample de 1986 es va voler redreçar i racionalitzar una tipologia que, llavors sí, ja havia passat a ser considerada patrimoni de la Ciutat.

⁸⁹ Segons Joan Busquets, catàleg de l'exposició "Cerdà i la Barcelona del futur –realitat versus projecte" (CCCB 2009-2010)

Ordenança d'edificació de 1857

En previsió dels que seran els carrers del futur Eixample, amb una amplada superior a 35 pams (6,79m)⁹⁰, estableix una alçada màxima de 100 pams (19,40m). Permet fer PB+4P o bé PB+Entresol+3P. Aquesta alçada per a un carrer de l'Eixample de 20,00 metres d'amplada és acceptable, en canvi per a un carrer de 7,00m obté una secció excessivament estreta que impedeix l'entrada del sol i per tant fa que les condicions higièniques siguin deficientes.

Per sobre de l'alçada reguladora es permet construir torres i miradors. *Art. 33. El máximo de elevación de las mirandas será de 20 palmos (3,88m) en los edificios cuyo frente no tenga el ancho de 60 palmos (11,64m). En otro caso la Municipalidad decidirá la mayor elevación atendidas todas las circunstancias.* La permissivitat d'aquestes torres i miradors derivarà en els futurs àtics i posteriors sobreàtics.

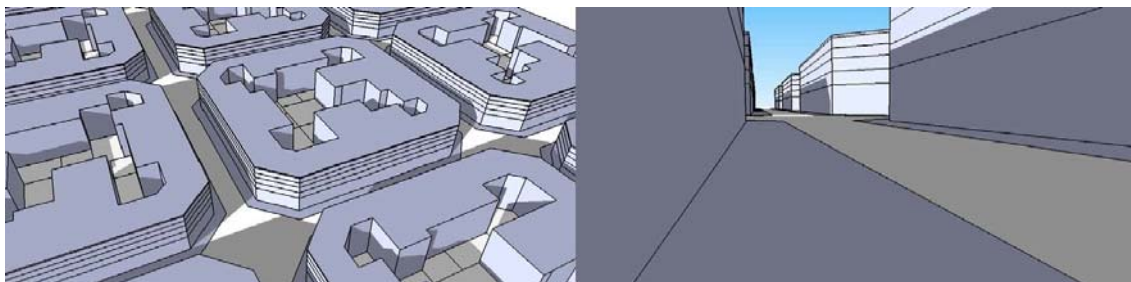


fig. 68 Ordenances de 1857

*L'alçada mínima de cadascun dels pisos és variable per tal d'imprimir un caire de perspectiva, mitjançant la degradació ascendent de les alçades de les obertures de les façanes.*⁹¹

Les primeres Ordenances dediquen molta atenció als aspectes de composició i aspecte de les façanes que configuraran la ciutat. Aquesta preocupació ja no tornarà a aparèixer fins a l'Ordenança de Rehabilitació (1986).

Art. 20. Desde el nivel de la acera hasta el solado en el piso primero, 20 palmos (3,88m); de solado á solado en el piso primero 18 palmos (3,49m), en el piso segundo 17 palmos (3,30m), en el piso tercero 16 palmos (3,10m), en el piso cuarto 13 palmos (2,52m). La mínima altura del desván que no deberá faltar en ningún edificio de nueva planta será de 3 palmos (0,58m).

⁹⁰ Aquestes ordenances van ser d'aplicació -més enllà de l'àmbit de l'Eixample- també al centre històric de la ciutat on, per exemple, el carrer Ample i el de Ferran tenen uns 8 metres d'amplada.

⁹¹ Kim Lloveras i Montserrat, *Informe sobre la repercussió i influència de les ordenances de l'Eixample de Barcelona*

La volada dels balcons també es redueix en sentit ascendent -segons l'art. 23-, així el balcó del primer pis pot volar fins 0,78m, el del segon pis 0,58m, el tercer 0,48m i al quart pis 0,24m. El vol màxim de la cornisa és de 3 pams (0,58m).

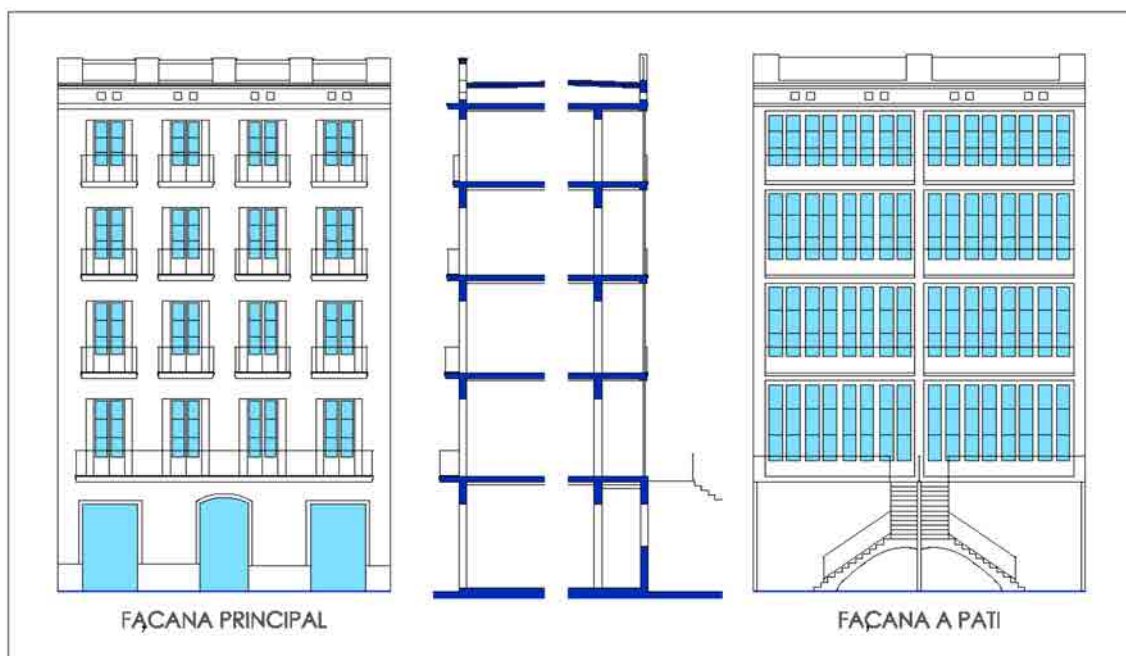


fig. 69 Volada dels balcons

Pel que fa a tribunes i miradors, només permesos en carrers com els que es preveu que tindrà el futur Eixample, de més de 48 pams (7,31m), la seva composició també és estricta: *Art. 22. Las aberturas de las fachadas de más de 33 palmos (6.40m) deberán colocarse equidistantes del centro á los extremos laterales, arreglando la capacidad de aquellas á la proporción que el arte exige. Art. 25... Siendo además condición precisa que las casas tengan tres balcones á lo menos en su fachada, debiendo colocarse el mirador en el del centro y ser construido en armadura de hierro y cristales.*

Tot i així, en aquesta primera etapa, de *tribunes* i *miradors* al carrer pràcticament no n'hi ha. Al contrari que passa amb les *galeries* que donen als patis interiors, malgrat que d'aquesta segona façana les ordenances gairebé no en parlen. El cert és que a la façana del pati, en els primers edificis construïts ja hi apareixen *galeries*, o *balcons* que més endavant s'aniran tancant generant-ne de noves.

De la façana principal encara regulen altres aspectes com els colors i els ornaments, i tot i això, una vegada fixades les bases compositives esmentades permet llibertat d'estil.

Art. 30. Todo propietario es árbitro de adoptar para la fachada de su edificio el tipo de arquitectura que más le plazca, mientras el proyecto no sea un conjunto caprichoso sin relación ni carácter.

Art. 31. No se consentirán adornos extravagantes en las fachadas, ni los que no estén en armonía con el destino y carácter del edificio. El pintado ó color de la fachada deberá escogerse de entre los que tiene aprobados la Municipalidad y se hallan de manifiesto en su Secretaría.

Ordenança d'edificació de 1891

El 19 de març de 1891 s'aproven les segones Ordenances de Barcelona. L'aprovació de la "*Ley del Ensanche*" (1892) legalitza totes les infraccions i alteracions fetes fins al moment. "*Aviat es van adonar uns i altres que la manera més útil, eficaç, ràpida i discreta de mutilar un Pla que consideraven dictatorialment imposat per Madrid consistia a no aplicar les ordenances recomanades per Cerdà i anar aprovant progressivament noves ordenances municipals...*"⁹²

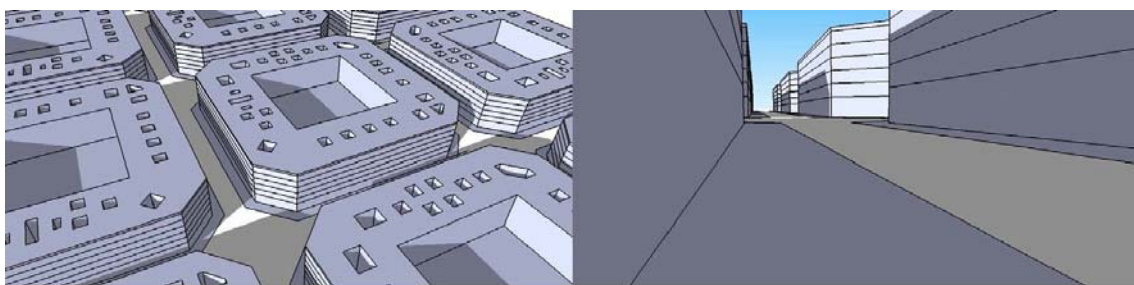


fig. 70 Ordenances de 1891

S'introdueix un capítol XIII *Reglas especiales á las casas de la zona de Ensanche*. Es determina la superfície edificable de la mansana en el 73,6%, inclosos els *balcons* i les *galeríes* interiors (art. 161), cosa que implica una profunditat edificable de 27,9m exactament, així com altres referències a l'edificabilitat interior, *art. 163. En el área interior... exenta de edificación... se permitirán únicamente construcciones... y de la máxima altura 4.40m á partir de la acera de la calle*. Es permet la creació de passatges (art. 167).

L'alçada reguladora augmenta fins a 22,00m (art. 115) equivalent a PB+5 i es tolera l'edificació per damunt del terrat *Art. 118... podrán construirse cajas de escalera, torres, palomares, departamentos de servicio ó la cubierta definitiva de la totalidad del edificio*.

Se suprimeix la variació en les alçades en els pisos i volades dels balcons.

⁹² Lluís Permanyer, *op. cit.*

Art. 119. La casa podrá contener el número de pisos que á su propietario plazca; pero la altura de cada uno no podrá ser menor de 2,80m,... Para las plantas bajas regirá la de 4m.

Art. 126. En la construcción de mesetas de balcones, miradores o tribunas,... Jamás será empero el vuelo mayor de 1,50m cuando tenga forma recta, ni de 2m cuando sea poligonal o circular.

Aquesta volada d'1,50-2,00m afavorirà l'aparició de *tribunes* i *miradors* a la façana principal. Els balcons encara no fan més de 80cm de volada, que era el que permetien les ordenances anteriors (1857) per al primer pis, però ara a tots els pisos tindran el mateix vol.

La única vegada que parla de la façana interior, és al capítol XIII, (art. 161), on reconeix l'existència de *balcons* i *galeries*.

Ordenances de 1932

Amb l'ordenança aprovada pel consistori l'any 1932 i les posteriors de 1942, 1947, 1958 i modificacions de la de 1958, s'inicia un procés de contínua vulneració de l'ordenança de 1891. *L'increment del nombre de plantes i la manera d'edificar a l'interior de mançana arriba a ser rocambolesc.*⁹³

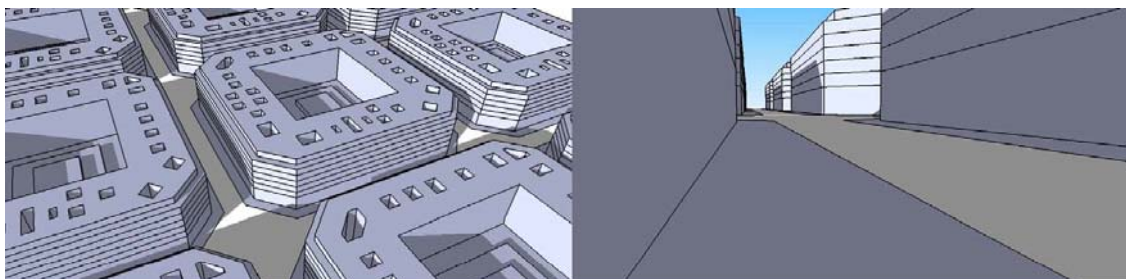


fig. 71 Ordenances de 1932

Es tracta d'una modificació de les Ordenances de 1891. Continua existint el Capítol XIII dedicat a les *Reglas Especiales a la Zona de Ensanche*, amb l'objectiu de fixar l'aprofitament urbanístic. L'ocupació ja és del 73,7% més la dels voladissos interiors de mansana, *Art. 173. ...En esta superficie edificable no se entenderán comprendidos los vuelos de los balcones y galerías correspondientes al interior de las manzanas...*

⁹³ Joan Busquets, *op. cit.*

S'afegeix una nova planta i encara s'autoritza una planta més en forma d'àtic⁹⁴ reculada 3,00m del pla de façana, per tant l'alçada reguladora segueix creixent. *Art. 119. En las calles de amplitud de 20m o más, sin llegar a 30, la altura máxima será de 23,...*

L'alçada interior dels pisos es fixa en 3,00m, excepte a la planta baixa -4,00m- i a entresols i darrers pisos que és de 2,80m.

L'alçada de les construccions interiors del pati passa a 5,50m (art. 177).

En resum, es continua amb el model d'Ordenances de 1891 però afegint, en tots els sentits, més aprofitament urbanístic.

No es fan referències a les façanes interiors, que segueixen com ho havien fet fins al moment.

Ordenances de 1947

Es mantenen certs paràmetres de les dues anteriors: composició lliure de façana, distàncies de vol -1,50m en sentit paral·lel a la façana i 2,00m en altres sentits-. L'alçada interior dels pisos es fixa en 3,05m i per a la planta baixa 4,00m –en la qual s'hi admet un altell de 2,50m-; és a dir que la planta baixa es desdobla en planta semisoterrani i entresol, però com que també s'incrementa l'alçada reguladora, resulta que la planta semisoterrani queda a nivell de carrer.

Aquestes ordenances són les que transformaran de manera més negativa la imatge de l'Eixample. L'alçada reguladora passa a ser de 24,40m (PB+6) més l'àtic, però també admet -a més- un sobreàtic reulat 3,00m de les façanes de l'àtic, amb una alçada de 2,80m, com evolució dels *palomares y dependencias de servicios (1891)*.

El resultat és que l'índex d'edificabilitat neta per parcel·la (m^2 sostre/ m^2 sòl) -Cerdà va proposar $1,6\text{m}^2/\text{m}^2$ - en les ordenances de 1857 va passar a $2,0\text{m}^2/\text{m}^2$, però ara ja és de $7,29\text{m}^2/\text{m}^2$.

S'ha arribat doncs a multiplicar per quatre i mig l'aprofitament de la mansana original prevista per Cerdà. És a dir, tret dels primers aspectes compositius -que són els que han caracteritzat formalment l'Eixample, sobretot entre aquells edificis construïts fins l'any 1930- del Pla Cerdà només en queda allò que no es podia alterar perquè venia imposat des de Madrid.

⁹⁴ A partir de 1942 es permetrà que els àtics es puguin avançar fins a la façana a carrer en el 50% de la seva amplada de façana.

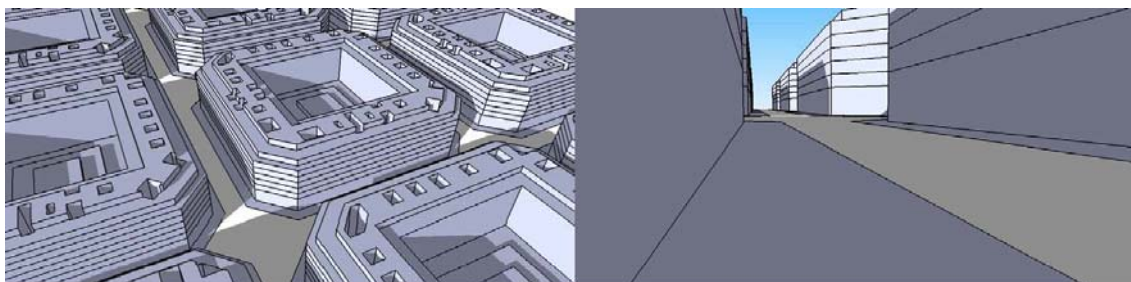


fig. 72 Ordenances de 1947

Coincidint amb aquestes ordenances, acabada la guerra civil és quan l'edificació de l'Eixample experimenta un canvi més notable, i tret d'excepcions destacades es produeix un trencament amb l'edificació existent fins llavors, tant des del punt de vista formal com en els aspectes qualitatius. Donada l'alçada reguladora permesa es comencen a ampliar molts edificis existents, sense cap respecte pel seu llenguatge formal. I l'Ajuntament ho permet.

L'addició dels àtics i sobreàtics no fa si no acabar d'enlletgir la cara de l'Eixample.

Ordenances de 1958

Aquesta nova versió recull les directrius del Pla Comarcal *de Ordenación urbana de Barcelona y su área de influencia* de 1953. Barcelona només ha tingut tres plans d'ordenació urbana, aquest és el segon -abans hi va haver Pla d'Eixample de Cerdà, 1859 i posteriorment el Pla General Metropolità de 1976-. Es tracta de Plans d'ordre supramunicipal. El de Cerdà, a més de Barcelona va integrar els municipis de Sants, les Corts, Sant Gervasi de Cassoles, Gràcia, Sant Andreu de Palomar i Sant Martí de Provençals, que van passar a tenir la condició de barris o districtes de Barcelona. El Pla Comarcal comprèn tots els municipis del Barcelonès, de manera que ara l'Eixample Cerdà, tot i ser un cas singular passa ser definida dins les *zones d'eixample intensiu, residencial urbana intensiva i comercial*.

Els aspectes que marcaran el seu futur -de l'Eixample- afecten a l'obligació de mantenir l'alineació de façana. *"Quedan prohibidas en esta zona las edificaciones de tipo aislado, será obligatorio que las construcciones ocupen todo el ancho del solar sin separarse de la alineación oficial de la calle.* Aquesta disposició influirà definitivament, en la imatge d'algunes avingudes com el Passeig de Gràcia o la Gran Via de les Corts Catalanes, on s'hi havien construït alguns edificis aïllats, envoltats de jardí⁹⁵ i que a partir d'aquest moment ja no es podran repetir.

⁹⁵ En queda algun exemple, com la casa Golferics, a la Gran Via cantonada amb el carrer de Rocafort.

Hi ha un intent de recuperar els aspectes compositius, sense oblidar els urbanístics. *"La composición estética deberá ser ordenada de acuerdo con el tipo de edificación tradicional en esta zona, debiendo los edificios que se construyan adaptarse en todo lo posible, en las alturas de cornisas y remates, a los existentes."* Es vol recuperar, d'alguna manera, l'esperit de les primeres ordenances de 1857, que ja havien assolit el grau de "tradicional". Però aquestes de 1958 no van recollir aquelles idees i per tant de moment només en va quedar la intenció, ja que tampoc no restablien els criteris de 1857.

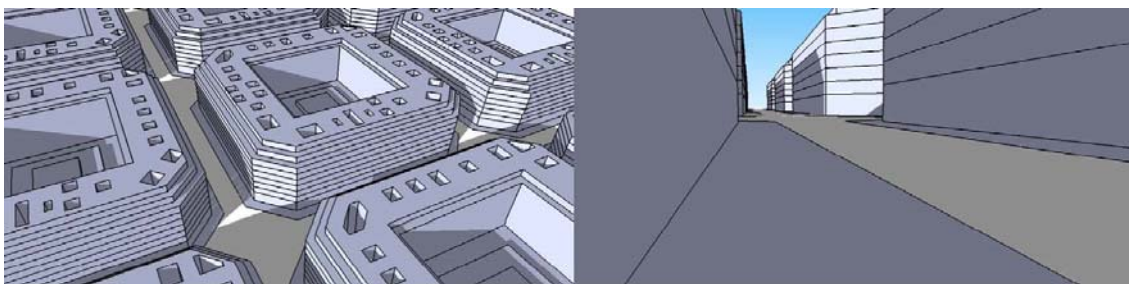


fig. 73 Ordenances de 1958

Durant el període 1953-1976 des del Pla Comarcal a la Corporació Metropolitana de Barcelona es va intentar corregir els defectes principals d'aquestes ordenances, ja que l'aparició de les noves teulades ben aviat van fer veure que es creava una nova imatge enlairada a l'Eixample molt diferent de l'existent.

Àtic i sobreàtic, van ser reduïts a només l'àtic, amb una inclinació de 30° des de l'alçada reguladora (1972).

La manca d'una ordenança que permetés mantenir la imatge històrica de l'Eixample es va començar a fer evident. Les noves tècniques constructives permetien volar sense dificultat tot el parament de façana permesa, evidenciant la necessitat d'un control normatiu. Així, l'any 1964 s'acordà reduir a una tercera part de la façana la superfície màxima volada, ja que el gran volum permès fins aleshores s'enfrontava als volums existents de tribunes i miradors de la primera època.

Ordenança de 1976

És la que regula els criteris del *"Plan General Metropolitano de Ordenación Urbana de la Entidad Municipal Metropolitana de Barcelona. 1976"*.

Les Normes Urbanístiques d'aquest Pla recullen l'Eixample de Barcelona dins d'una genèrica *"clave 13" zona de densificación urbana: subzona I, intensiva y subzona II, semiintensiva*, conjuntament amb les zones 13 dels altres municipis de l'àrea metropolitana.

Inclou tots els conceptes del Pla Comarcal de 1958.

L'ocupació es redueix del 73% fins al 70%.

L'alçada reguladora passa de 24,40m (PB+6) més l'àtic, a 20,75m (PB+5). Els àtics desapareixen definitivament.

El vol de façana es limita a 1,50m -suprimint les solucions esbiaixades de 2,00m-. Se suprimeixen els cossos volats tancats a la façana interior del pati i ja només s'hi admeten balcons oberts.

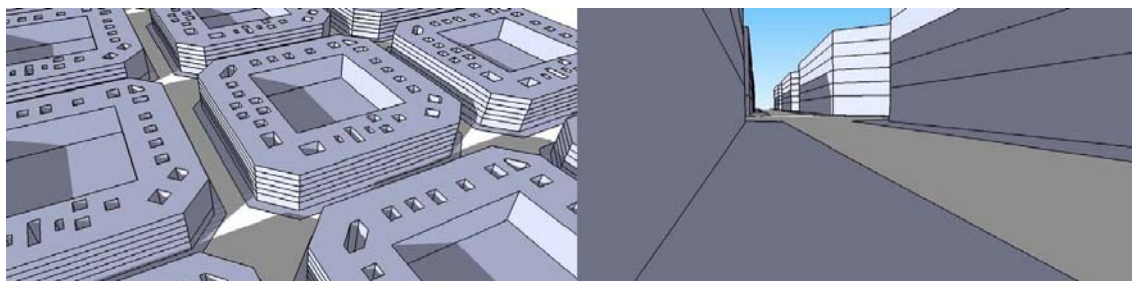


fig. 74 Ordenança de 1976

Aquesta és la primera vegada que una ordenança regula el tractament de la façana interior i justament ho fa per prohibir la *galeria*.

Art. 230.2. El vuelo máximo de los cuerpos salientes abiertos al espacio libre interior de manzana no podrá exceder de un veinteavo del diámetro de la circunferencia inscribible en el espacio libre interior de manzana, con un vuelo máximo, en todo caso, de un metro y medio (1,50m).

En el espacio libre interior de manzana no se permiten cuerpos salientes cerrados o semi-cerrados que rebasen la profundidad edificable.

De fet, la prohibició de construir cossos tancats a l'espai lliure interior d'illa (Art 230.2.), per ella mateixa ja és suficient per amortitzar la *galeria* i eliminar-la d'entre les solucions que s'havien aplicat fins llavors, i això canviarà l'aspecte dels patis de l'Eixample. Aquesta determinació encara es torna a manifestar en altres punts de les normes urbanístiques; *Art 242. Profundidad edificable. 10.a) La profundidad edificable en cada parcela sólo podrá ser sobrepasada con cuerpos salientes abiertos...*⁹⁶

Les Ordenances de 1976 per a l'Àrea Metropolitana permeten a l'Ajuntament de Barcelona la redacció, per a l'Eixample, d'unes Ordenances Estètiques i de Conservació.

L'any 1983 apareix la *Ordenanza sobre Protección del Patrimonio Arquitectónico, Histórico-Artístico de la Ciudad de Barcelona*, quedant definit d'aquesta manera el *Conjunto Especial del Ensanche de Barcelona*. S'introdueixen algunes variacions i nous conceptes, que tindran especial influència en el disseny arquitectònic posterior.

Es redueixen tots els vols a 1,00m.

S'obliga a tancar amb vidre les tribunes a carrer -que ja no podran ser d'obra- indicant un criteri compositiu vertical. Aquesta verticalitat cal que sigui la base compositiva de les obertures, balcons, finestres, etc., prohibint el predomini de franges horitzontals.

Es prohibeixen les façanes cegues i els murs cortina s'admeten només si s'ajusten a la línia de façana o tenen un vol no superior a 0,40m.

Per a la *galeria* aquestes ordenances -sobretot l'esmentat art. 230.2- són definitives. A partir d'ara ja no es poden tancar balcons per convertir-los en *galeries*⁹⁷.

⁹⁶ Probablement es vol acabar amb els cossos volats amb tancaments d'obra que és com s'havien construït durant els darrers anys abans de 1976, però la determinació de l'article 230.2 del PGMOU acaba prohibint també la *galeria*.

⁹⁷ De *galeries* no se'n podran fer, almenys legalment. Més endavant explicarem com se'n han seguit fent de manera il·legal i incontrolada, i com l'ajuntament, ni mitjançant procediments judicials no les ha pogut fer desmuntar, ja que els jutges han determinat que els tancaments lleugers (alumini, fusta i vidre) es consideren *desmuntables*.

Més endavant qüestionarem aquesta decisió, que per altra banda només afecta la façana del pati ja que a la façana principal es poden seguir fent tribunes i miradors. Proposarem la recuperació de la *galeria* en la seva qualitat d'espai intermedi no habitable⁹⁸ que per tant no computa com a superfície construïda. Defensarem que la *galeria* té la mateixa funcionalitat que el *balcó* però, a més, amb unes propietats per al *control ambiental* i la *sostenibilitat*, que a dia d'avui no només s'han d'aprofitar si no que fins i tot s'haurien d'estimular per millorar l'habitabilitat dels edificis i l'estalvi energètic.

Això és vàlid no només per a les *galeries* dels patis interiors de l'Eixample de Barcelona, si no per a qualsevol façana de qualsevol carrer o espai interior que admeti cossos volats. Ara bé, amb la condició que siguin *galeries* i no prolongacions de l'espai interior amb aspecte de *galeria*⁹⁹.

També destacarem les propietats formals de la *galeria* que ben disposades en les façanes dels edificis els milloren, els fan més amables i dignifiquen el paisatge de l'entorn urbà en el qual s'ubiquen.

Ordenanza de Rehabilitación y Mejora del Ensanche (1986).

Es recuperen els conceptes del Pla de 1953. Dins del "*Conjunto Especial de Barcelona*" s'estableix el "*Sector de Conservación, donde se pretende extremar el mantenimiento de las condiciones arquitectónicas i ambientales*".

Val la pena comparar directrius que defineix l'ordenança per a la façana principal -regulada en totes les ordenances precedents- i per a la del pati interior. Aquesta, la primera vegada que es veu tractada és a l'Ordenança de 1976.

⁹⁸ Explicarem que es tracta d'un espai auxiliar, intermedi i que no és habitable, per tant la seva ubicació no s'ha d'inscriure dins de la fondària edificable.

⁹⁹ Aquestes falses *galeries*, de les que també en parlarem, són prolongacions de l'espai interior i per tant tenen la consideració d'espai habitable (per això no s'han d'admetre més enllà de la fondària edificable) i a més el seu funcionament ambiental, com el del mur cortina, és molt dolent. Tot i això no es pot negar en molts casos la seva magnífica qualitat formal.

*Art. 21.1.b)1. Integración compositiva:**Fachada a la calle:*

Plano de fachada generado por la alineación. Jerarquización vertical singularizándose las plantas inferiores y la cornisa o remates. Existencia de ejes de simetría subordinando la composición general.

Predominio del macizo sobre el hueco.

Disposición general de los huecos según ejes verticales de composición con la presencia de elementos salientes, como son los balcones, estableciendo contrapuntos de directriz horizontal. Solución con predominio de la dimensión vertical de los huecos y tribunas.

Fachada al patio de manzana:

Presencia de galerías, abiertas o acristaladas, estructuradas según una retícula ortogonal, con predominio del hueco sobre el macizo, el cual suele reducirse a su simple expresión estructural.

Es defineix per primera vegada el concepte de "*esponjamiento de los patios de manzana*", com una pauta per aconseguir "*una serie de espacios ajardinados que, con el tiempo recalifiquen el espacio central*".

Art. 21.2. Fachadas al espacio libre interior de manzana. Su tratamiento será predominantemente plano, acristalado o abierto. No canvia res respecte de 1976.

Hi ha finalment un aspecte que acaba de concretar l'esforç de l'Ordenança per recuperar l'espai perdut i reparar dins del possible les mancances de les anteriors disposicions. Promociona explícitament l'Estudi de Detall "*... com a figura urbanística a utilitzar que, prèvia a l'actuació arquitectònica, dona el camí sempre obert dins les Ordenances, d'un planejament i d'un punt de vista que ultrapassi les restriccions normatives*".¹⁰⁰



fig. 75 Ordenança de 1986

¹⁰⁰ Kim Lloveras i Montserrat, *op. cit.*

Deixant de banda la prohibició de les *galeries*, estem a favor d'aquestes iniciatives, tot i que es pugui criticar -com han fet alguns-, que la proposta és excessivament mimètica, que es vol recuperar la manera de fer tradicional, etc.

Tot i així, de totes les alternatives que ha tingut l'Eixample al llarg de més de cent cinquanta anys d'història, la primera Ordenança (1857) i l'actual (1986), són les que -defugint de l'especulació- s'adapten més bé a les dimensions i qualitats d'aquesta zona de la ciutat. Això no vol dir que siguin les úniques ni les més adequades, però la veritat és que els crítics amb la reglamentació poques vegades han realitzat propostes concretes i alternatives de les possibles línies a seguir.

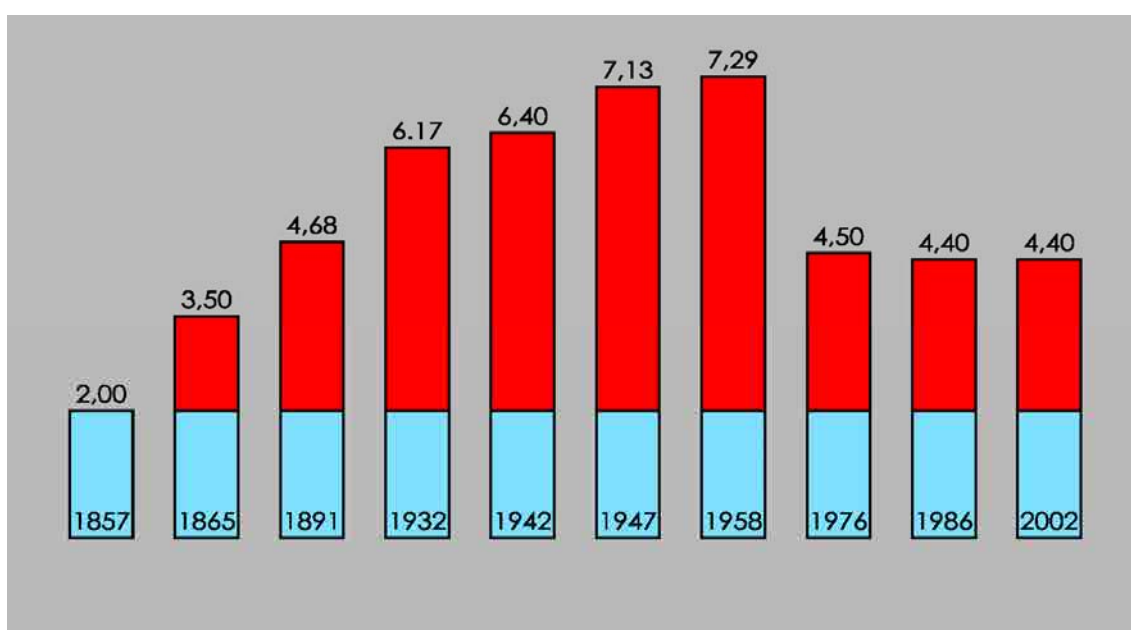


fig. 76 Evolució de l'índex d'edificabilitat per mançana (m²sostre/m²sòl)

Creació de la qualificació 13E per l'Eixample, a Barcelona.

Modificació puntual de les Normes urbanístiques del PGM per a l'adequació del règim urbanístic del conjunt especial de l'Eixample, creació de la qualificació 13 Eixample, a Barcelona”.

Aprovada l'any 2000 és una ampliació de la qualificació de la zona de densificació urbana (clau 13) del PGM, que defineix específicament la clau 13E per l'Eixample de Barcelona¹⁰¹ i regula exclusivament la *delimitació i règim dels espais centrals de l'interior de l'illa*.

La recuperació dels patis d'illa s'havia iniciat amb l'ordenança de Rehabilitació i Millora de 1986. Ara es desenvolupa aquella determinació i es defineixen els instruments de planejament per a la gestió per tal que aquests espais passin -mitjançant la cessió gratuïta- a ser de titularitat pública.

Aquesta Modificació deroga alguns articles de l'ordenança de 1986 i disposa que l'Ajuntament aprovarà en el termini de sis mesos el Text Refós de l'Ordenança de Rehabilitació i millora de l'Eixample.

Ordenança de Rehabilitació i Millora de l'Eixample (2002).

No introdueix canvis per a les façanes a carrer però defineix meticulosament els cossos volats, només per aquesta façana. Val la pena analitzar amb detall aquestes disposicions perquè si bé no sorprèn que l'Ordenança presti tanta atenció a la façana a carrer, en canvi sí que trobem estrany que s'oblidi fefaentment de la façana al pati, sobretot quan és indiscutible l'interès en la recuperació dels patis interiors d'illa per a la ciutat.

Article 23. Composició de façanes. Per a actuacions de nova planta.

1. Façanes anteriors o principals.

d) Els voladissos, cossos i elements sortints respecte a l'alineació de façana tindran un vol màxim d'1 metre per als cossos oberts i d'1,20 metres per als cossos tancats o semitancats i en cap cas no serà superior al de la planta immediatament inferior. Aquests vols màxims ja s'havien establert a l'Ordenança de 1976

¹⁰¹ Recordem que el PGM és metropolità, per tant afecta tot el conjunt de municipis de l'àrea metropolitana, això vol dir que aquesta Modificació puntual reconeix la singularitat de l'Eixample de Barcelona comparada amb altres zones de densificació urbana amb clau 13.

Predominaran els forats arquitectònics amb balcó (cossos sortints oberts) sobre els que tenen afegits elements envidrats tipus tribuna o mirador. Aquesta disposició és coherent amb el que s'ha dit abans a l'art. 23.1.c) on es prohibeixen les façanes cegues i les totalment envidrades o murs cortina.

A l'article 23 d), sorprèn al paràgraf següent que aquestes disposicions només siguin aplicables per a la façana principal -que no qüestionem-, però no s'entén per quins motius no són aplicables també a la façana posterior.

Els cossos sortints tancats o semitancats, com tribunes i miradors, hauran d'entendre's com un volum sobreposat al pla de la façana, considerat com element singular i hauran de correspondre al forat arquitectònic d'una sola sala o dormitori. La superfície d'aquests cossos s'exclourà del còmput de superfície corresponent a la peça/habitació al qual estigui vinculada, als efectes de les condicions mínimes d'habitabilitat. ... Les tribunes seran totalment envidrades, sense paraments cecs, respondran a una composició d'eix vertical i en cap planta la seva amplada no serà inferior a 2,65 metres. La separació entre tribunes serà, com a mínim, de la mida del vol de la que sobresurti més.

L'article 23 d) segueix amb altres disposicions referents a la composició de façana, encaminades a evitar la repetició de solucions que -gràcies a imprecisions- havien pervertit la imatge de l'Eixample amb tribunes d'obra, murs cortina, avançament del pla de façana amb cossos tancats, etc. Fins i tot regula el cas particular de la tribuna situada a la cantonada del xamfrà, s'*admeten tribunes de planta circular/poligonal centrades en les arestes del xamfrà i amb un vol màxim d'1,40 metres.*

Aquestes disposicions admeten implícitament que els cossos volats tancats no formen part de l'espai habitable, per això diuen que la seva superfície, a efectes d'habitabilitat *s'exclourà del còmput de superfície corresponent a la peça/habitació al qual estigui vinculada.* Hi estem totalment d'acord. Però, per què això només és aplicable a la façana principal?

De la façana al pati només diu:

2. Façanes a l'espai lliure interior d'illa.

El seu tractament serà predominantment pla, envidrat o obert.

Això és tot (art. 23.2). El mateix que deia l'Ordenança de Rehabilitació i Millora de 1986.

Ben mirat es pot dir que no prohibeix tàcitament la *galeria* si no que en qualsevol cas el *pla envidrat o obert* es pot fer des del pla de façana endins. Però això, perdent edificabilitat, evidentment no ho farà ningú.

Lamentem l'omissió que fa l'Ordenança de la façana del pati, que en canvi si té en compte quan defineix *l'àmbit d'actuació*, que a l'article 1 descriu com *una trama urbana comuna, configurada per l'alineació de l'edificació a carrer i per l'esponjament interior característic dels patis d'illa*.

Així doncs, tot l'afany per garantir una imatge formal coherent del edificis de l'Eixample es limita a la banda del carrer. La cara del pati ha estat desproveïda de l'element més important que la singularitza i passa a ser considerada només una façana posterior. Com si l'àmbit que ocupa no fos important.

1.2.5 NOMATIVA VIGENT

El sector de l'edificació, més enllà de la normativa urbanística, disposa d'un ampli ventall de lleis, codis i reglaments que es desenvolupen en normes, ordenances i instruccions reguladores de qualsevol àmbit de l'arquitectura i la construcció. Tots aquests documents es van actualitzant i posant al dia en funció dels canvis que es van produint en les necessitats i demandes actuals, per l'evolució de les directives socials o criteris polítics i deguts als avenços tecnològics.

La complexitat del sistema administratiu i de govern que ens regeix, des dels ajuntaments fins a la Comunitat Europea, passant pels governs autonòmics, diputacions i govern central –aquest amb competències en tots els seus ministeris-, ha configurat un enrevesat entramat legislatiu –amb normes de vegades reiteratives o contradictòries- que conformen l'actual reglamentació d'obligat compliment.

Farem un recorregut -no exhaustiu- per les reglamentacions relacionades -d'alguna manera- amb aspectes que afecten al *confort ambiental*¹⁰² i que en determinats casos incideixen en el funcionament de la *galeria* com a sistema. Ens fixarem en les determinacions de diverses normatives que la condicionen, destacant allò que segons el nostre criteri cal millorar perquè és contradictori i fins i tot contraproduent.

Les normatives analitzades són les vigents a dia d'avui. Qualsevol canvi que es produeixi a partir d'ara deixarà obsolet el comentari corresponent. Es pot dir doncs, que aquest apartat té data de caducitat.

¹⁰² El concepte del confort ambiental és molt més ampli –qüestions com les condensacions superficials que es poden produir en els ponts tèrmics, l'evacuació de residus o bé el subministrament d'aigua també influeixen- tot i això en aquest treball l'anàlisi es limita als aspectes del confort higrorèmic, lumínic i acústic -tractats en els apartats 3.3 i 3.4-, a partir dels mitjans naturals de control ambiental i descartant els mitjans energètics.

Decret d'Habitabilitat 141/2012

Aquest decret té un rang superior al de les normes urbanístiques i ordenances municipals. Això vol dir que les seves determinacions s'imposen per sobre d'aquestes. Es tracta d'un document que -més enllà de regular els mínims d'habitabilitat- té un cert rerefons polític ja que en ell es concreten les polítiques d'habitatge del corresponent govern. Això explica la curta durada que solen tenir les successives edicions del decret, segons la ideologia política del govern de la Generalitat de Catalunya¹⁰³.

El *Decret 141/2012, de 30 d'octubre, pel qual es regulen les condicions d'habitabilitat mínimes dels habitatges i la cèdula d'habitabilitat*, el redacta el Departament de Medi Ambient i Habitatge de la Generalitat de Catalunya, i com diu al Preàmbul, l'article 137 de l'Estatut d'autonomia de Catalunya disposa que la Generalitat té competència exclusiva en matèria d'habitatge.

Aquest Decret d'Habitabilitat substitueix l'anterior (2009) que va introduir per primera vegada els conceptes de *sostenibilitat i estalvi energètic* -a més d'altres com *l'accessibilitat o l'habitatge flexible*-; definint també per primera vegada els espais intermedis amb l'exterior: *els que situats fora de l'envolupant tèrmic de la superfície habitable interior i que no disposin de calefacció ni refrigeració, puguin oferir una resposta versàtil i eficaç davant dels condicionants tèrmics, acústics o de millora de les possibilitats d'estalvi energètic de l'habitatge en les diferents estacions climàtiques i orientacions. Es consideren com a espais intermedis amb l'exterior les galeries, les tribunes, els porxos i les terrasses cobertes. Aquesta definició, el Decret 141/2012 la segueix mantenint.*

Fins llavors no s'havia considerat mai la funció reguladora dels espais intermedis.

Per tant, malgrat que les últimes ordenances municipals de l'ajuntament de Barcelona -les de 1978- van prohibir la possibilitat de fer *galeries* a les façanes interiors dels edificis de l'Eixample, aquest Decret torna a obrir la porta perquè l'Ajuntament s'ho replantegi, potser rectifiqui, i es pugui recuperar la *galeria* als patis interiors d'illa de l'Eixample Cerdà.

¹⁰³ L'actual Decret d'Habitabilitat és de l'any 2012; els anteriors eren de 2009, 2003, 1999 i 1983 successivament.

Per descomptat que les ordenances actuals permeten fer *galeries* –però dins la fondària edificable- i és del tot impensable que cap promotor immobiliari estigui disposat a perdre edificabilitat -superfície habitable- a canvi de fer-hi espais intermedis, per molt sostenibles que siguin. Al mateix temps, la no consideració de la *galeria* com espai habitable fa que sigui equivalent al *balcó*, i això hauria de ser vàlid com argument –fins i tot amb rang de norma- per situar-la més enllà del volum edificable.

Codi Tècnic de l'Edificació (CTE)

Aprovat per *Real Decreto 314/2006 de 17 de març*, el *Código Técnico de la Edificación (CTE)*, *Ministerio de la Vivienda* es el marc normatiu, d'àmbit estatal, amb el qual es regulen les exigències bàsiques de qualitat que han de complir els edificis, incloses les seves instal·lacions, per satisfer els requisits bàsics de seguretat i habitabilitat en compliment de la Llei 38/1999 d'Ordenació de l'Edificació (LOE).

El CTE estableix exigències bàsiques per a cadascun dels sis requisits bàsics:

- Seguretat estructural.
- Seguretat en cas d'incendi.
- Seguretat d'utilització i accessibilitat.
- Salubritat. Higiene, salut i protecció del medi ambient.
- Protecció contra el soroll.
- Estalvi d'energia i aïllament tèrmic.

Aquests requeriments són els establerts a l'article 3 de la LOE, i el propi CTE proporciona els procediments que permeten acreditar el seu compliment amb suficients garanties tècniques. Les exigències bàsiques s'han de complir en el projecte, la construcció, el manteniment i la conservació dels edificis i les seves instal·lacions.

En aquesta tesi estudiem el comportament ambiental de la *galeria*, per tant ens interessen especialment els aspectes -requisits bàsics- del CTE que fan referència a: Higiene, Salut i Protecció del medi ambient; Protecció contra el soroll; Estalvi d'energia i aïllament tèrmic. Volem comprovar fins a quin punt la *galeria* pot donar compliment als objectius marcats pel CTE. Els aspectes referents a Seguretat estructural; Seguretat en cas d'incendi i Seguretat d'utilització, no els tindrem en consideració ja que no estan directament relacionats amb els objectius fixats.

Per altra banda també destacarem alguns aspectes en què el CTE és contradictori o no arriba a obtenir els objectius que s'ha proposat. Per tant, en aquest sentit haurà de millorar.

El CTE es desenvolupa en els anomenats *Documents Bàsics (DB)* que fan referència a cadascuna de les exigències bàsiques. El propi CTE diu (art. 3) que *els DB s'actualitzaran en funció dels avenços tècnics i les demandes socials, i s'aprovaran reglamentàriament*.

Com a complement dels *Documents Bàsics* es creen els *Documents Reconeguts del CTE* que són especificacions i guies tècniques o codis de bona pràctica que inclouen procediments de disseny i solucions constructives, càlcul -mètodes d'avaluació i programes informàtics- execució, manteniment i conservació de productes, elements i sistemes constructius, a més de comentaris sobre l'aplicació del CTE, o documents que faciliten la seva aplicació.

Aquests Documents Reconeguts es van generant des de l'aprovació del CTE i tenen procedències diverses, ja sigui del propi Ministerio de la Vivienda, adscrit a la Dirección General de Arquitectura y Política de Vivienda, dels col·legis professionals del sector o d'entitats privades. Una vegada aprovats i homologats s'inscriuen al Registro General del CTE.

DB HS Salubritat. Higiene, salut i protecció del medi ambient

El objetivo... consiste en reducir a límites aceptables el riesgo de que los usuarios, dentro de los edificios y en condiciones normales de utilización, padezcan molestias o enfermedades así como el riesgo de que los edificios se deterioren y de que deteriore el medio ambiente en su entorno inmediato... El Document Bàsic DB HS Salubritat especifica paràmetres, objectius i procediments de compliment que assegurin la satisfacció i el compliment de les exigències bàsiques.

Només enumerarem aquelles exigències bàsiques que tenen relació directa amb el nostre tema. Això no vol dir que les que passem per alt no siguin importants, però s'allunyen dels aspectes d'anàlisi i dificultarien la seva comprensió. Per exemple les exigències bàsiques *HS1. Protecció enfront de la humitat*, *HS2. Recollida i evacuació de residus*, *HS4. Subministrament d'aigua* i *HS5. Evacuació d'aigües*¹⁰⁴ afecten a les solucions constructives la primera, i a la previsió i disposició d'espais i mitjans la resta, però en cap cas afecten a la *galeria*.

L'exigència bàsica *HS3. Qualitat de l'aire interior*, influeix directament sobre el *confort ambiental*. En la seva definició diu que els edificis *disposaran de medis perquè els seus recintes puguin ventilar adequadament... de manera que s'aporti un cabal suficient d'aire exterior i es garanteixi l'extracció i expulsió de l'aire viciat*.

¹⁰⁴ Aquests aspectes també influeixen sobre el *confort ambiental*, tot i que ho fan en un àmbit molt més ampli, dins del mateix concepte, que el de la *galeria*.

Per a la *galeria* aquesta exigència bàsica disposa, per una banda, que la superfície d'obertures exteriors sigui com a mínim d'una vintena part de la superfície útil de la sala corresponent (SU/20) –requeriment que compleix a bastament- i per altra banda defineix les obertures de la *galeria*, tant les que donen a l'exterior com les que la comuniquen amb l'interior *d'obertures d'admissió*¹⁰⁵.

En les condicions generals dels sistemes de ventilació per als habitatges diu que *como aberturas de admisión se dispondrán aberturas dotadas de aireadores o aperturas fijas de la carpintería, como son los dispositivos de microventilación con una permeabilidad al aire según UNE EN 12207:2000 en la posición de apertura de clase 1 o superior; no obstante, cuando las carpinterías exteriores sean de clase 1 de permeabilidad al aire según UNE EN 12207:2000*¹⁰⁶ *pueden considerarse como juntas de admisión las juntas de apertura.*

Aquesta és una de les novetats que aporta el CTE. Actualment s'està donant un problema d'higiene i baixa qualitat de l'aire interior, degut a l'alt nivell d'hermeticitat que han assolit les fusteries actuals¹⁰⁷ i a la manca de cultura de la ventilació -antigament les fusteries eren tant poc hermètiques que no calia ventilar; fins i tot amb la finestra tancada, el nivell d'infiltració d'aire ja era suficient-. Fixem-nos que el propi CTE admet que la fusteria de classe 1, de permeabilitat al vent $50 \text{ m}^3/\text{hm}^2$, ventila per si sola.

Aquestes condicions s'han de complir per a les *galeries* de nova construcció, en els dos sistemes de tancament, l'exterior i l'interior. Pel que fa a les existents, generalment antigues, ja tenen un grau suficient de permeabilitat a l'aire equiparable a la classe 1.

Per als espais interiors de l'habitatge el DB HS3 estableix unes exigències en funció del número d'ocupants -que calcula a raó d'un per a cada habitació individual, dos per a les dobles, i la suma d'aquests per als menjadors i sales d'estar- i a partir d'aquests exigeix uns cabals mínims de ventilació en litres per segon; 5 l/s ¹⁰⁸ per ocupant ($18 \text{ m}^3/\text{h}$) per a les habitacions i 3 l/s per ocupant ($10,8 \text{ m}^3/\text{h}$) per a les sales d'estar i menjadors.

¹⁰⁵ El DB HS3 diu que *el aire debe circular desde los locales secos a los húmedos, para ello los comedores, los dormitorios y las salas de estar deben disponer de aberturas de admisión; los aseos, las cocinas y los cuartos de baño deben disponer de aberturas de extracción; las particiones entre los locales de admisión y los locales de extracción deben disponer de aberturas de paso.*

¹⁰⁶ La norma UNE EN 12207:2000 estableix una classificació de les fusteries segons la seva permeabilitat a l'aire, així per a la classe 1 admet una permeabilitat de fins a $50 \text{ m}^3/\text{hm}^2$ –per a les classes següents són més exigents: classe 2: $27 \text{ m}^3/\text{hm}^2$, classe 3: $9 \text{ m}^3/\text{hm}^2$ i classe 3: $3 \text{ m}^3/\text{hm}^2$.

¹⁰⁷ Actualment les fusteries practicables, ja siguin d'alumini, de PVC i fins i tot les de fusta, es fabriquen amb uns gruixos –comparats amb els que s'utilitzaven antigament- que impedeixen la seva deformació i al mateix temps incorporen perfils de cautxú que situats entre el marc i la fulla practicable garanteixen gairebé totalment l'hermeticitat.

¹⁰⁸ Entre parèntesi hi ha els cabals en m^3/h perquè les unitats que utilitza el CTE, en litres per segon (l/s), són poc arquitectòniques. Tot i que seria preferible que els cabals es fixessin en funció del volum habitable en rh : $\text{m}^3/\text{m}^3 \cdot \text{h}$ (volum horari d'intercanvi d'aire).

Tant li fa els cabals; no té importància si l'exigència és de 5 o 6l/s. Però trobem a faltar¹⁰⁹, almenys una advertència relativa al que passa realment: l'usuari acostuma a obturar els registres de ventilació, per exemple amb paper de diari. Això es fa habitualment amb les reixetes d'admissió i sortides d'aire de les cuines i calderes de gas, sobretot quan fa fred.

DB HR Protecció enfront del soroll

El objetivo... consiste en limitar dentro de los edificios y en condiciones normales de utilización, el riesgo de molestias o enfermedades que el ruido pueda producir a los usuarios... los edificios se proyectarán, construirán, utilizarán y mantendrán de tal forma que los elementos constructivos que conforman sus recintos tengan unas características acústicas adecuadas para reducir la transmisión del ruido aéreo, del ruido de impactos y del ruido y vibraciones de las instalaciones propias del edificio, y para limitar el ruido reverberante de los recintos.

El *Document Bàsic DB HR Protecció enfront del soroll* especifica paràmetres, objectius i sistemes de verificació per assegurar la satisfacció de les exigències bàsiques.

El DB HR s'ha coordinat amb la redacció de la *Ley 37/2003 de 17 de noviembre del Ruido* que al mateix temps compta amb dos reglaments, el *RD 1513/2005 de 16 de diciembre, en lo referente a la evaluación y gestión del ruido ambiental* i el *RD 1367/2007 de 19 d'octubre, en lo referente a zonificación acústica, objetivos de calidad y emisiones acústicas*.

La *galeria* per la seva consideració d'espai intermedi –no és un espai habitable– no ha de donar compliment al DB HR. Tot i així, en relació a l'espai interior immediat, acústicament la *galeria* fa de coixí i actua d'amortidor acústic de manera que redueix el nivell d'intensitat sonora provinent de l'exterior pel fet de disposar de doble tancament: el propi de la *galeria* a l'exterior més el de l'interior.

Més endavant, al capítol 4.3 “Resposta acústica”, quantifiquem aquest comportament, comparant els valors d'immissió del soroll de l'exterior cap a l'interior quan entre tots dos hi ha una *galeria* i quan no hi és.

¹⁰⁹ Una normativa, a més d'obligar ha de ser creïble i coherent. Si enlloc d'atacar el problema només imposa un requisit que es complirà només sobre el paper, llavors no és una bona norma.

DB HE Estalvi d'energia

El objetivo... consiste en conseguir un uso racional de la energía necesaria para la utilización de los edificios reduciendo a límites sostenibles su consumo y conseguir asimismo que una parte de éste consumo proceda de fuentes de energía renovable...

De les exigències bàsiques d'estalvi energètic HE ens interessa sobretot la *HE1. Limitació de la demanda energètica*. A un altre nivell cal comentar la *HE3. Eficiència energètica de les instal·lacions d'il·luminació* -que no és d'aplicació per als edificis d'habitatges- només perquè fa referència a l'optimització de la il·luminació natural. En canvi obviem les exigències bàsiques restants: *HE2 Rendiment de les instal·lacions tèrmiques*, *HE4 Contribució solar mínima d'aigua calenta sanitària* i *HE5. Contribució fotovoltaica mínima d'energia elèctrica*.

L'exigència bàsica HE1 tracta l'aïllament tèrmic de la pell dels edificis. El seu document bàsic DB HE1 substitueix l'antiga norma bàsica d'aïllament tèrmic NBE AT87, tot i que manté la mateixa estructura però amb un grau més alt de complexitat: fixa uns límits a la proporció –percentatge- d'obertures en les façanes i de lluernes en coberta i per altra banda introdueix la verificació de les solucions constructives dels ponts tèrmics.

Igual com passa amb el DB HR, a la *galeria* -per la seva condició d'espai intermedi- el DB HE1 tampoc li és d'aplicació, però sí que ho és per a l'espai habitable.

En la introducció del CTE, a l'article 15.1 parla de la *inèrcia*,¹¹⁰ i està bé que ho faci ja que és un concepte important per a la *limitació de la demanda energètica*. Fins ara no s'havia tingut mai en compte en les normatives d'obligat compliment, però resulta estrany que després, en el DB HE1 ja no en torni a parlar.

Art. 15.1 Exigencia básica HE1. Limitación de la demanda energética.

Los edificios dispondrán de una envolvente de características tales que limite adecuadamente la demanda energética necesaria para alcanzar el bienestar térmico en función del clima de la localidad, del uso del edificio y del régimen de verano y de invierno, así como por sus características de aislamiento e inercia, permeabilidad al aire y exposición a la radiación solar, reduciendo el riesgo de aparición de humedades de condensación superficiales e intersticiales que puedan perjudicar sus características y tratando adecuadamente los puentes térmicos para limitar las pérdidas o ganancias de calor y evitar problemas higrotérmicos en los mismos.

¹¹⁰ Es tracta per descomptat de la *inèrcia tèrmica*.

Qualsevol projecte de nova edificació o de gran rehabilitació, per justificar el compliment del DB HE1 ho pot fer de manera simplificada, però també disposa de Documents Reconeguts com són els programes Líder¹¹¹ -Limitació de la Demanda Energètica- i Calener desenvolupats pel Ministerio de la Vivienda a través de l'IDAE -Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía-, entitat pública adscrita al Ministeri d'Indústria, Turisme i Comerç a través de la Secretaria d'Estat d'Energia.

Donem aquestes referències per analitzar breument el programa Líder i destacar-ne algunes mancances certament notables, que des del punt de vista de l'arquitecte són preocupants ja que es tracta de l'eina d'avaluació de la demanda energètica de totes les edificacions de nova construcció, a nivell estatal.

En primer lloc el *modus operandi* del programa és, com a mínim qüestionable. S'ha d'introduir un edifici en el programa -que es fa de forma gràfica d'una manera no gaire àgil i amb l'inconvenient que la versió actual (2010) no disposa de les funcions *undo* -desfer- ni *redo* -refer-- i tampoc no hi ha la possibilitat d'importar un arxiu existent tipus *dwg*, *dwf*, *jpg* o *pdf*¹¹².

El que és més preocupant, a l'hora de calcular, és que el programa genera un edifici "model" que compararà amb el nostre, i a partir d'aquest exigirà uns resultats per el nostre edifici. La perversió del mètode és que aquest "model" el crea a partir de l'edifici -nostre- que li hem definit. És a dir, si el nostre edifici és bo -està ben orientat i té unes proporcions adequades perquè la seva demanda energètica sigui mínima- aleshores el model generat pel programa també ho serà; però si el nostre edifici està mal orientat i per aquest motiu tindrà una demanda energètica molt alta, llavors el model del programa també serà dolent, és a dir que el grau d'exigència serà semblant en tots dos casos. Per tant, per a l'avaluació de la demanda energètica, tot l'esforç de disseny per obtenir un edifici sostenible no serveix de res o encara pitjor, un mal projecte no es veu penalitzat.

Una altra limitació del programa, i aquesta ens afecta directament -per això la considerem inacceptable- és que no hi ha la possibilitat de definir ni una *galeria* ni un hivernacle ni un mur trombe.

¹¹¹ Programa Líder (Limitació de la Demanda Energètica). A partir dels resultats obtinguts amb aquest programa s'accedeix al programa Calener per obtenir la Qualificació Energètica d'Edificis.

¹¹² En el moment d'utilitzar el programa Líder el projecte ja està dibuixat, per tant es podria importar, però no, s'ha de tornar a dibuixar, i com que no hi ha la possibilitat de "desfer" el procediment no pot ser més rudimentari: cal d'anar guardant versions successives per, en cas d'equivocació (per exemple si hem definit un parament erròniament), recuperar una versió anterior.

La *galeria*, en relació a l'aïllament tèrmic de l'interior actua de coixí -la seva temperatura es troba a un nivell mig entre la exterior i la interior-. Però a més, també actua com a regulador tèrmic, modulant i amortint els fluxos de fred i calor entre l'exterior i l'espai habitable.

Això és possible gracies a la *inèrcia tèrmica* del sistema que actua com a retardant de la transmissió de calor entre l'interior i l'exterior, de manera que la transferència es produeix unes quantes hores després que es donin els màxims de la temperatura exterior. Aquesta *inèrcia* –que a la *galeria* se situa en el mur de façana que la separa de l'interior- és necessària perquè sigui realment el sistema del que estem parlant¹¹³

Francament, és incompreensible que un programa que avalua la demanda energètica i pretén controlar i limitar aquesta demanda no permeti la introducció d'aquests sistemes climàtics.

En el capítol 4.1 “Resposta climàtica”, analitzarem i quantificarem la resposta i el comportament climàtic de la *galeria*.

Exigència bàsica “HE3 Eficiència energètica de les instal·lacions d'il·luminació”. *Los edificios dispondrán de instalaciones de iluminación adecuadas a las necesidades de sus usuarios y a la vez eficaces energéticamente disponiendo de un sistema de control que permita ajustar el encendido a la ocupación real de la zona, así como de un sistema de regulación que optimice el aprovechamiento de la luz natural en las zonas que reúnan unas determinadas condiciones.*

Aquesta exigència bàsica no és d'obligada aplicació per als interiors dels habitatges ni per a la *galeria*. Segons el nostre criteri, tot i que la repercussió del consum energètic en il·luminació no és molt important -en relació al consum global dels habitatges, de l'ordre del 5%- estaria bé que ho fos.

La il·luminació artificial no és un dels aspectes que ens interessa tractar, però en canvi l'aprofitament òptim de la llum natural sí. Segons el document bàsic DB HE3 la optimització de la llum natural es limita a *exigir* el que anomena *...sistemas de aprovechamiento de la luz natural, que regulen el nivel de iluminación en función del aporte de luz natural, en la primera línea paralela de luminarias situadas a una distancia inferior a 3 metros de la ventana, y en todas las situadas debajo de un lucernario*. No és gran cosa, i encara cal descomptar els casos en què

¹¹³ Una *galeria* sense *inèrcia* tèrmica no funciona o fins i tot pot arribar a funcionar pitjor que si no hi fos. Encara que formalment sembli una *galeria* de fet es comportarà com un *mur cortina*.

l'angle sòlid¹¹⁴ de la finestra sigui menor de 65° respecte del pla vertical de façana, i aquelles façanes en les que la superfície de finestra sigui inferior al 15%¹¹⁵ de la façana. I també s'han de descomptar les finestres situades en façanes que donin a patis descoberts o atris -patís coberts- l'amplada dels quals sigui inferior a dues vegades la seva alçada¹¹⁶.

En resum, segons el CTE, la llum natural *només* s'ha d'optimitzar per a una franja paral·lela a la façana, amb una amplada de fins a 3,00m i amb totes les excepcions esmentades. I a sobre, en aquests casos el *sistema de aprovechamiento de la luz natural* consisteix en només un *conjunto de dispositivos, cableado y componentes destinados a regular de forma automática el flujo luminoso de una instalación...*

Per tant, tota l'optimització de la llum natural es limita a la col·locació d'uns sensors o fotocèl·lules. No hi ha exigències de disseny ni d'aprofitament de la llum natural que és el que voldríem trobar en el CTE. Per això, segons el nostre parer el DB HE3 es queda molt curt. Confiem que en futures revisions aquest document bàsic li doni a la llum natural la importància que té.

El capítol 4.2 "Resposta lumínica", recull l'estudi i dimensionament del comportament lumínic de la *galeria*.

Decret d'Ecoeficiència

El decret 21/2006, de 14 de febrer, pel qual es regula l'adopció de criteris ambientals i d'ecoeficiència en els edificis, redactat pel Departament de la Presidència de la Generalitat de Catalunya, és un clar exemple de la duplicitat de reglaments i normatives simultànies que moltes vegades es contradiuen o determinen criteris diversos per a un mateix paràmetre.

Aquest decret -de la Generalitat- és coetani amb el CTE aprovat per *Real Decreto 314/2006 de 17 de marzo*. Amb aquestes dates és evident que quan es va aprovar el decret d'Ecoeficiència ja se sabia que el CTE era d'imminent aprovació, per això costa d'entendre, més enllà de raons polítiques, que s'aprovés un document que al cap de pocs dies es veuria superat -i en determinats

¹¹⁴ Factor d'obertura o angle sòlid de cel: part de cel visible des del centre d'una finestra en relació al total de cel que es veuria ($2p/2$: 90°) des de la mateixa finestra sense obstruccions dels edificis veïns i altres obstacles.

¹¹⁵ Es tracta d'una aproximació a partir dels paràmetres del DB HE3, amb una transparència del vidre $t=0,7$. Si la transparència fos $t=0,6$ -cas d'un vidre tintat- aleshores quedarien descartats els edificis en que la superfície de finestra fos inferior al 20% del total de façana.

¹¹⁶ En el cas dels atris i patís coberts per una superfície translúcida de transparència $t=0,7$ la relació entre l'amplada i l'alçada és de 2,85.

aspectes revocat- per un reial decret del govern central. Però anant més enllà encara es troben més despropòsits que des del punt de vista tècnic són incomprensibles¹¹⁷.

Malgrat tot, el decret d'Ecoeficiència conté conceptes interessants. En el seu preàmbul diu que *la construcció i ús d'edificis a Catalunya genera més del 40% de les emissions de CO₂¹¹⁸ a l'atmosfera i actualment es constata, en un gran nombre d'edificis, una tendència al creixement del consum d'energia primària provinent de fonts no renovables que pot ser reduït mitjançant la utilització d'energies renovables*.

De fet la *tendència al creixement del consum d'energia* no es va manifestar ni dos ni tres anys abans del 2006. El consum d'energia a Catalunya entre els anys 1990 i 2003 va tenir un increment acumulat de l'ordre del 45%. Per tant aquest decret es podria haver fet molts anys abans¹¹⁹.

El decret també tracta les problemàtiques del consum d'aigua -proposa la racionalització del seu consum i la reutilització de l'aigua que sigui aprofitable- i de la gestió racional dels residus que genera el sector de la construcció i la recollida selectiva dels que generen els edificis.

Preveu que tots els projectes d'edificació dels edificis que s'hi contempen integrin *criteris, sistemes constructius, tecnologies i mesures que facin possible un desenvolupament sostenible del sector de l'edificació*. I fixa uns paràmetres d'ecoeficiència que s'agrupen en quatre àmbits: aigua, energia, materials i sistemes constructius, i residus.

Cal destacar l'article 6 on hi ha determinats aspectes dels quals la *galeria*, per les seves característiques, en dona un bon compliment tot i que no es va redactar pensant-hi. Si hagués estat així, segur que n'hauria parlat directament tal com ho fa el decret d'Habitabilitat.

Article 6

Paràmetres d'ecoeficiència relatius als materials i sistemes constructius

6.1 En la construcció de l'edifici, caldrà obtenir una puntuació global mínima de 10 punts mitjançant la utilització d'alguna/s de les solucions constructives següents:

- a) Construcció de façana ventilada en l'orientació sud-oest ($\pm 90^\circ$): 5 punts.*
- b) Construcció de coberta ventilada: 5 punts.*

¹¹⁷ Per exemple, en el cas de l'exigència d'instal·lació de plaques solars tèrmiques per la producció d'aigua calenta sanitària (ACS): s'ha d'aplicar la normativa del CTE, la del decret d'Ecoeficiència i la normativa municipal i, en funció dels resultats de totes tres, aplicar la que sigui més exigent.

¹¹⁸ L'any 2006 en que es va aprovar el Decret d'Ecoeficiència el consum d'energia es va repartir de la següent manera: transport 38,7%, indústria 32,1%, les llars 13,5%, serveis 12,1% i sector primari 3,5%.

¹¹⁹ Precisament entre els anys 2003 i 2006 es va reduir el consum d'energia a Catalunya (font: Balanç energètic a Catalunya 2006. La Generalitat de Catalunya).

- c) *Construcció de coberta enjardinada: 5 punts.*
- d) *Utilització de sistemes preindustrialitzats com a mínim en el 80% de la superfície de l'estructura: 6 punts.*
- e) *Utilització de sistemes preindustrialitzats, com a mínim, en el 80% de la superfície dels tancaments exteriors: 5 punts.*
- f) *En el cas d'edificis d'habitatges, en què el 80% d'aquests rebin en l'obertura de la sala 1 hora d'asolellament directe entre les 10 i les 12 hores solars en el solstici d'hivern: 5 punts.*
- g) *Reduir el coeficient mitjà de transmissió tèrmica Km^{120} dels diferents tancaments verticals exteriors en un 10% respecte al paràmetre fixat en el punt 4.1: 4 punts.*
- h) *Reduir el coeficient mitjà de transmissió tèrmica Km dels diferents tancaments verticals exteriors en un 20% respecte al paràmetre fixat en el punt 4.1: 6 punts.*
- i) *Reduir el coeficient mitjà de transmissió tèrmica Km dels diferents tancaments verticals exteriors en un 30% respecte al paràmetre fixat en el punt 4.1¹²¹: 8 punts.*
- j) *Disposar d'un sistema de reaprofitament de les aigües pluvials de l'edifici: 5 punts.*
- k) *Disposar d'un sistema de reaprofitament de les aigües grises i pluvials de l'edifici: 8 punts.*
- l) *Utilització almenys d'un producte obtingut del reciclatge de residus (residus de la construcció, pneumàtics, residus d'escumes, etc.) per subbases, paviments, panells aïllants i d'altres usos: 4 punts.*
- m) *En el cas que hi hagi una fase de demolició prèvia, reutilització dels residus petris generats en la construcció del nou edifici: 4 punts.*
- n) *Que les diferents entitats privatives de l'edifici disposin d'una ventilació creuada natural: 6 punts.*
- o) *Utilització d'energies renovables per obtenir la climatització (calefacció i/o refrigeració) de l'edifici: 7 punts.*
- p) *Enllumenat d'espais comunitaris o d'accés amb detectors de presència, sempre que al sistema d'enllumenat emprat no li afecti l'encesa i apagada sovintejada: 3 punts.*

¹²⁰ Actualment, des de l'aprovació del CTE el símbol de la transmissió tèrmica es: U ($W/m^2 \cdot K$)

¹²¹ Article 4. Paràmetres d'ecoeficiència relatiu a l'energia

4.1 Les parts massisses dels diferents tancaments verticals exteriors dels edificis, tant si són sobreexposats, exposats o protegits, segons NRE-AT/87, incloent els ponts tèrmics integrats en aquests tancaments, com: contorns d'obertures, pilars de façana, caixes de persiana o d'altres, tindran unes solucions constructives i d'aïllament tèrmic que assegurin un coeficient mitjà de transmissió tèrmica $Km = 0,70 W/m^2 K$.

4.2 Les obertures de façanes i cobertes dels espais habitables disposaran de vidres dobles o bé d'altres solucions que assegurin un coeficient mitjà de transmissió tèrmica de la totalitat de l'obertura $\leq a 3,30 W/m^2 K$.

q) En els edificis d'habitatges, quan les obertures dels tancaments exteriors, ja siguin sobreexposats o exposats segons NRE-AT/87, i sense perjudici del que dictamina l'annex 9 de la Llei 16/2002, de 28 de juny, disposin de solucions de finestra, doble finestra o balconeres en les que el conjunt (marcs + envidraments) tinguin un aïllament mínim a so aeri R de 28 dBA: 4 punts.

r) En els edificis d'habitatges, quan els elements horitzontals de separació de propietats o usuaris diferents, així com també les cobertes transitables, disposin de solucions constructives en les que el nivell d'impacte normalitzat L_n en l'espai subjacent no sigui superior a 74 dBA: 5 punts.

6.2 Al menys una família de productes dels emprats en la construcció de l'edifici, entenent com a família el conjunt de productes destinats a un mateix ús, haurà de disposar d'un distintiu de garantia de qualitat ambiental de la Generalitat de Catalunya, etiqueta ecològica de la Unió Europea, marca AENOR Medioambiente, o qualsevol altra etiqueta ecològica tipus I, d'acord amb la norma UNE-EN ISO 14.024/2001 o tipus III, d'acord amb la norma UNE 150.025/2005 IN.

L'exigència d'obtenir un mínim de 10 punts amb l'aplicació d'aquests paràmetres és –avui dia– molt poc ambiciosa. Només amb l'aplicació de l'apartat *e)* –que és força ambigu i per tant es pot assignar a qualsevol projecte– ja s'obtenen 5 punts. Si quan es va redactar, aquesta puntuació podia semblar agosarada, el cert és que 8 anys després de l'aprovació del decret sembla que, si realment es vol anar més enllà del fet de disposar d'un decret on hi surti la paraula “ecoeficiència”, s'hauria d'exigir una puntuació molt més alta... potser 30 punts?

Només pel fet de disposar d'una *galeria*¹²² ja s'obtenen 37 punts. Apartats *e)*: 5, *f)*: 5 –només en orientacions SE i SO i no per NE i NO–, *g)*: 4, *i)*: 8, *o)*: 7, i *q)*: 8

En resum, considerem que el decret d'Ecoeficiència té una base sòlida, i bones intencions. Tot i que potser quan es va aprovar era ser prou exigent, però actualment està superat.

Creiem que cal revisar-lo i posar-lo al dia, introduir nous conceptes i noves exigències. Ens atrevim a proposar que es potenciï l'apartat *o) utilització d'energies renovables* afegint o suggerint sistemes de *calefacció i/o refrigeració*. La *galeria* n'és un, però no l'únic.

¹²² Ho comprovarem al capítol 4.

CAPÍTOL 1. INFORMACIÓ DE BASE

1.3 PRECEDENTS AMBIENTALS

1.3.1 CLIMA

Clima mediterrani (temperat humit)

Clima de Barcelona

Clima de l'Eixample

Microclima a l'interior de l'illa

1.3.2 LLUM NATURAL

Nivells lumínics al paral·lel 41,1°N

1.3.3 ACÚSTICA

Nivells sonors a l'Eixample

Nivells sonors a l'interior de l'illa

Normativa acústica

1.3.1 CLIMA

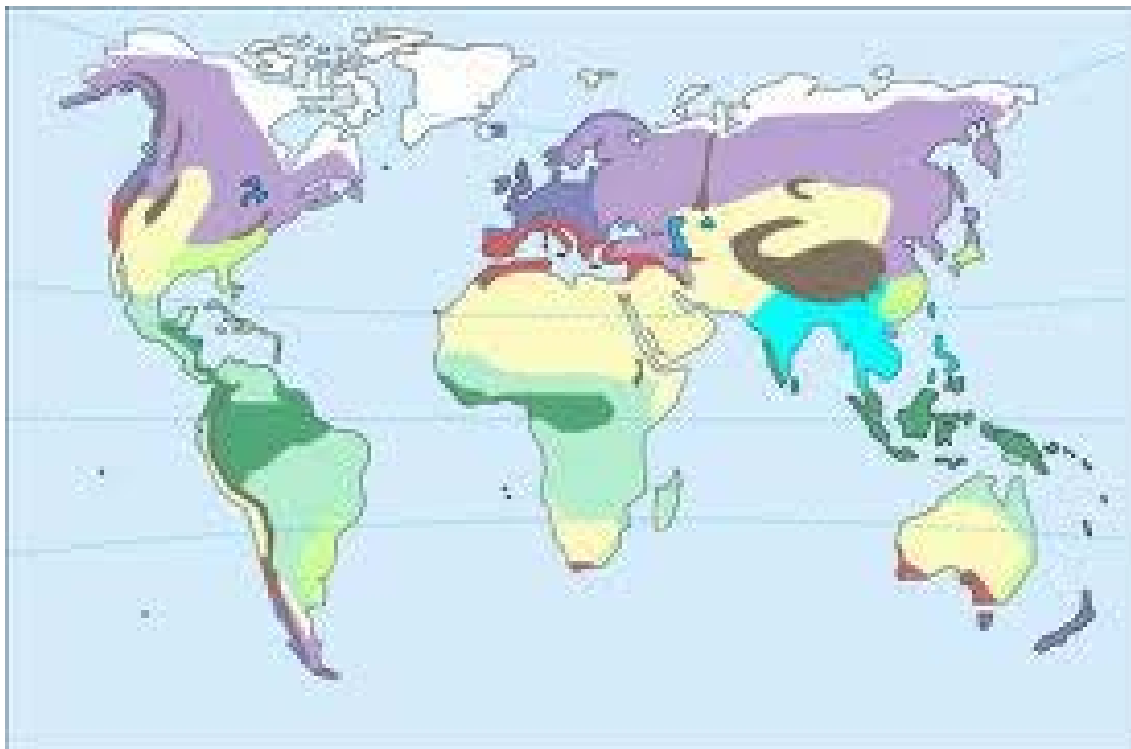


fig. 77 Climes intertropicals i extratropicals

S'entén com *clima típic*, el conjunt de condicions normals que caracteritzen l'atmosfera d'un lloc determinat, definides pels valors mitjans i extrems de les diferents variables climàtiques –temperatura, humitat, radiació, vents, etc.- així com la durada i freqüència dels fenòmens atmosfèrics.

Constitueixen els *factors climàtics* tots aquells fenòmens que es produeixen a la superfície de la Terra i que sense ser pròpiament climàtics repercuteixen directament sobre el clima, com la latitud, la continentalitat i l'altitud i altres menys importants com el tipus de sòl, la vegetació o el factor humà.

En una primera classificació es pot parlar dels *climes intertropicals*, amb un règim de temperatures altes i regulars durant tot l'any ($>20^{\circ}\text{C}$), sense *estacions tèrmiques*, on la classificació s'estableix pel règim de precipitacions. S'hi poden distingir com extrems: les zones *equatorial*, *monsònica* i *àrida*, aquesta també denominada *desèrtica*.

En segon lloc hi ha els *climes extratropicals*, situats geogràficament fora dels tròpics a les latituds mitjanes o altes. La temperatura mitjana anual és més baixa ($<20^{\circ}\text{C}$) i apareix una estació amb

un dèficit important de calor d'un o més mesos de durada, amb una mitjana mensual de 6°C o menys. Dins d'aquests climes se'n poden distingir quatre: *temperat càlid, temperat fred, fred i polar*.

Hi ha una relació molt directa entre el clima d'un lloc i la seva arquitectura, almenys la tradicional.

La *galeria* s'adapta a les diferents climatologies, de manera que en zones de clima fred i plujós, és un espai tancat amb vidre, ...*num clima temperado como da Inglaterra, se dá por suposto que uma abertura deve estar completamente coberta por vidro, mas não que toda tenha que abrir necessariamente. Nos trópicos acontece exatamente o contrário. Dá-se por suposto que cada janela há de poder-se abrir por completo, embora só parte dele este envidraçada.*¹²³

En climes calorosos la *galeria* es converteix en un espai tancat per una gelosia, que deixa passar l'aire i filtra la llum. *Nos climas tropicais úmidos-quentes a ábobada está freqüentemente coberta de nuvens mais é luminosa, ...o problema da iluminação é interamente distinto do que se apresenta nas regiões temperadas, ...raras vezes se requerem de amplas superfícies de vidro, mas é preciso dispor amplas aberturas para o movimento do ar.*¹²⁴

¹²³ En un clima temperat com el d'Anglaterra, es dona per descomptat que una obertura ha d'estar completament tancada amb vidre, però no cal que sigui totalment practicable. En els tròpics passa exactament el contrari. Es dona per suposat que cada finestra s'ha de poder obrir completament, però només una part està envidrada. Lucía R. de Mascaró. *Luz, clima e arquitetura*.

¹²⁴ En els climes tropicals humits càlids la volta del cel està freqüentment coberta de núvols però és lluminosa, ... el problema de la il·luminació és totalment diferent del que es presenta en les regions temperades, ...poques vegades es necessiten grans superfícies de vidre, però cal disposar d'àmplies obertures per al moviment de l'aire. Lucía R. de Mascaró. *op. cit.*

Clima mediterrani (temperat humit)

El *clima temperat* ocupa una franja entre els paral·lels 30° i el 45° o 50°. Les temperatures mitjanes anuals són elevades i les mitjanes d'estiu poden arribar als 24° i 25°C. Dins d'aquesta zona cal distingir entre el *clima mediterrani* o dels extrems occidentals dels continents i el *clima xinès* dels extrems orientals. La seva diferència principal a més de la localització es dona en les precipitacions. El primer es caracteritza pels estius secs i un màxim de pluviositat durant els equinoccis, mentre que el segon té una distribució de les pluges més uniforme i més abundant al cap de l'any.

La vegetació d'aquestes zones reflecteix aquests fets, com també ho fa l'arquitectura. La flora mediterrània està constituïda per formacions arbustives i boscos d'alzines i coníferes, mentre que la vegetació de tipus xinès ho és per espècies tropicals -bambús i palmeres- i altres de clima temperat de fulla caduca o perenne.

El *clima mediterrani*, com indica el seu nom, és característic de les regions que envolten el mar Mediterrani, però també es dona a Amèrica -Califòrnia i Xile-, Àfrica del Sud i Austràlia. El *clima xinès* és el de les costes orientals d'Àsia i de sectors de la façana oriental d'Àfrica i Amèrica.

Les principals característiques del clima mediterrani són degudes a la influència del mar, que al tenir una inèrcia tèrmica força més alta que la terra, suavitza molt les oscil·lacions de la temperatura -sobretot comparat amb el clima de les terres de l'interior- de manera que les diferències de temperatura dia-nit o hivern-estiu, que es donen per exemple a Lleida, són molt més grans que les que es produeixen a Tarragona.

Aquesta proximitat al mar, juntament amb les brises -marinada i terral, que es produeixen precisament degut a la diferència de temperatura entre la terra i l'aigua-, proporcionen una humitat molt més alta al clima marítim que al continental. Per al confort tèrmic aquest aspecte és molt important. A l'estiu aquesta humitat elevada produeix el fenomen de la *xafogor*, que proporciona una gran incomoditat a les persones al no permetre una bona transpiració, donada la baixa capacitat de l'aire per absorbir la transpiració i la suor. Això passa fins i tot amb temperatures moderades.

Clima de Barcelona



fig. 78 Barcelona, proteccions als vents del nord

Barcelona situada a 41°14'N de latitud gaudeix d'un clima mediterrani marítim amb temperatures moderades distribuïdes en hiverns suaus i estius calorosos i humits.

Les seves condicions climàtiques es veuen corregides per la particular geografia de l'enclavament de la ciutat, segons queda explicat en la Memòria del *Plan de Ordenación de Barcelona y su zona de influencia* de 1954.

Al conjunto de la situación topográfica y geográfica debe nuestra ciudad la excelencia de su clima que la caracteriza diferenciándola de otras ciudades en el mismo paralelo.

La cordillera de los Pirineos es la primera defensa de los vientos del Norte, que encuentran luego un segundo obstáculo en el macizo del Montseny y luego otro en el Tibidabo; mientras que por el Sur, la brisa del Mediterráneo, suaviza constantemente su temperatura...

La geografía condiciona de una manera efectiva los límites de una ciudad; las montañas, los ríos y el mar constituyen su molde.

La temperatura mitjana anual de Barcelona és de 18,2°C. Presenta un mínim al gener i febrer¹²⁵ i un màxim al juliol i agost¹²⁶. El mínim absolut del segle XX ha estat de -6,7°C al febrer, i el màxim absolut de 36,9°C a l'agost.

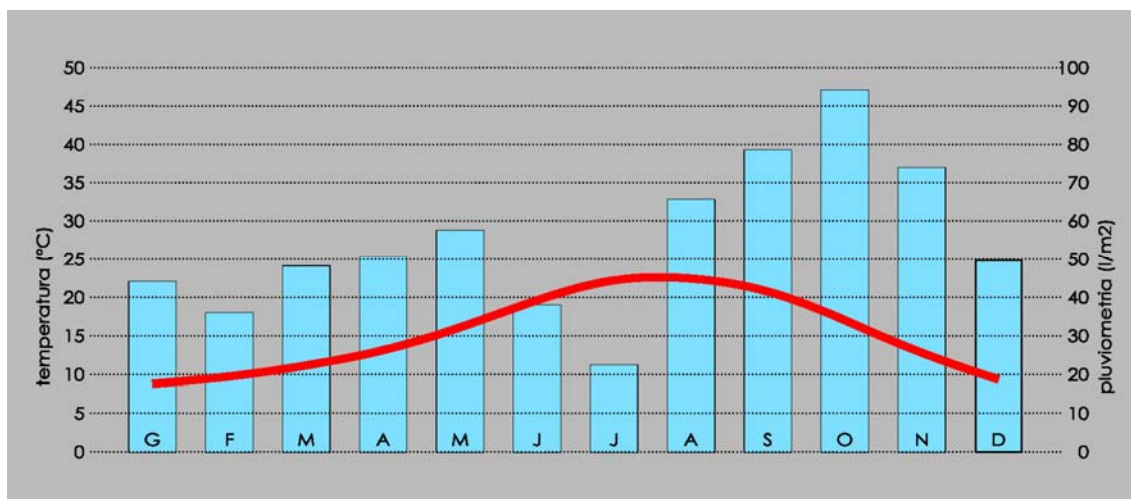


fig. 79 Climograma de Barcelona¹²⁷

Les oscil·lacions diürnes són de l'ordre de 6°C i mai no superen els 15°C. Les màximes oscil·lacions es produeixen durant la primavera.

Generalment hi ha dues onades de fred l'any -abans de cap d'any i durant el febrer- que corresponen a la coincidència de l'anticicló continental amb el nucli de baixes pressions situat sobre la mediterrània occidental. El gener té temperatures relativament altes i és, especialment, molt assolellat. Al pla de Barcelona només neva una vegada cada quatre o cinc anys però a Collserola pot nevar cada dos o tres anys.

Hi ha un règim regular de vents, en el qual pràcticament durant tot l'any i sobretot a l'estiu s'alternen les marinades de sud, sud-oest, amb els terrals -més suaus, que bufen aproximadament del nord i són més importants a l'hivern que a l'estiu-, i amb vents esporàdics de ponent, o de llevant que són els que provoquen els grans temporals.

La pressió atmosfèrica mitjana anual és de 1.011hPa, amb variacions mensuals molt petites. L'oscil·lació mitjana anual és de 4mm. La pressió màxima és de 1.040hPa, i la mínima de 970hPa, totes dues a l'hivern.

¹²⁵ Mitjanes (any 2009) de 10,4°C i 11,4°C, gener i febrer respectivament; observatori de Can Bruixa (7,2°C i 8,8°C a l'observatori Fabra).

¹²⁶ Mitjanes (any 2009) de 25,6°C i 26,9°C juliol i agost respectivament a l'observatori de Can Bruixa (24,4°C i 26,3°C a l'observatori Fabra).

¹²⁷ Estadístiques de temperatura mitjana (°C) i precipitacions (l/m²) a la ciutat de Barcelona.

La pluviometria mitjana anual està al voltant de 600 l/m^2 -mentre que de 1960 fins 1986 van augmentar fins 670 l/m^2 , l'any 2007 es va quedar en $440,1 \text{ l/m}^2$ i el 2009 va ser de $549,6 \text{ l/m}^2$ - amb un màxim molt acusat de setembre a octubre i un màxim secundari de març a maig.

La humitat relativa mitjana és del 67,6%, molt constant al llarg de l'any, però amb variacions acusades degudes a la topografia. Així els barris menys humits són els dels voltants de Gràcia i els més humits aquells que sobrepassen els 200 d'altitud i els del costat de mar. Tanmateix, la presència, a les capes baixes de l'atmosfera, de múltiples nuclis condensadors procedents del fum de fàbriques i motors, provoca a primeres hores del matí la condensació de vapor d'aigua de l'atmosfera al voltant dels 170-200m d'alçària.

Clima de l'Eixample

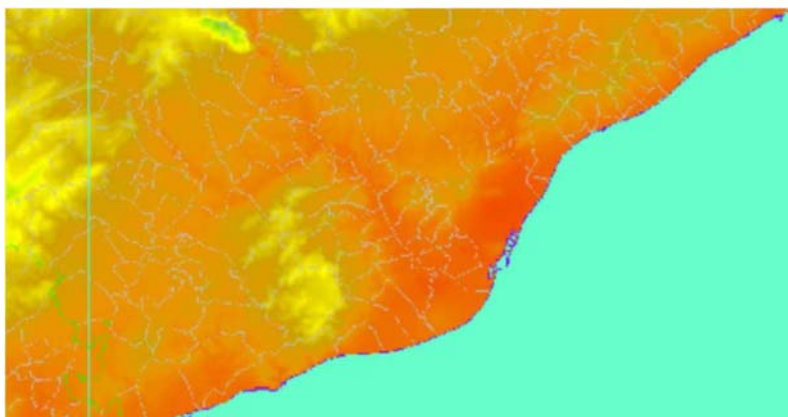


fig. 80 Temperatures mitjanes a l'àrea de Barcelona (UAB)¹²⁸

A l'Eixample de Barcelona -donada la seva gran extensió- s'hi donen força variants. Des del Poble Nou fins a Francesc Macià, les diferències microclimàtiques son considerables, tant de temperatura com d'humitat. De la plaça de Francesc Macià no hi ha dades climàtiques, però poden servir d'orientació les mesures obtingudes a l'observatori de la Diagonal -que no es troba massa lluny- i comparar-les amb les de la Vila Olímpica/Parc de Mar.

Així tenim que el mes de juliol, a les hores centrals del dia a la Diagonal hi ha una temperatura uns 4°C més alta que al Parc de Mar, però des de les 7 del vespre fins a les 7 del matí aproximadament, la temperatura és més alta a la Vila Olímpica. Amb la humitat passa a l'inrevés, amb un nivell força més alt a la Vila Olímpica, fins i tot incrementat durant les hores centrals del dia degut a la humitat que proporciona la marinada.

Les brises i els vents afecten la ciutat de manera general, però la marinada es nota més a la zona costanera. Per això, ja serveixen les mesures de vent -velocitat i freqüència- obtingudes a l'aeroport del Prat de Llobregat (*Centre Meteorològic de Barcelona. Secció de Climatologia*), pel mes de juliol entre mitjanit i les set del matí els vents dominants són el *nord* i el *mestral* -nord-oest-, mentre que durant el dia els més freqüents són el *migjorn* -sud- i el *garbí* -sud-oest-. Això coincideix amb la marinada durant el dia i el terral durant la nit.

L'Eixample de Barcelona no és un lloc molt ventós, gràcies a l'homogeneïtat de la seva trama i la proporció -amplada/alçada- dels seus carrers, que eviten que es canalitzin els vents, com passa en altres punts de la ciutat.

¹²⁸ Atles climàtic digital de la península ibèrica elaborat a: UAB Departament de Geografia, Departament de Biologia Animal, Biologia Vegetal i Ecologia. <http://opengis.uab/es>

Tot i això potser la característica més important, com passa en la majoria de concentracions urbanes -per tant no és exclusiva de l'Eixample-, és el fenomen anomenat *illa de calor*, produït per la pròpia concentració urbana, a més d'altres factors, ... *com els materials de construcció, el trànsit o les dimensions dels carrers i l'alçada dels edificis*.¹²⁹

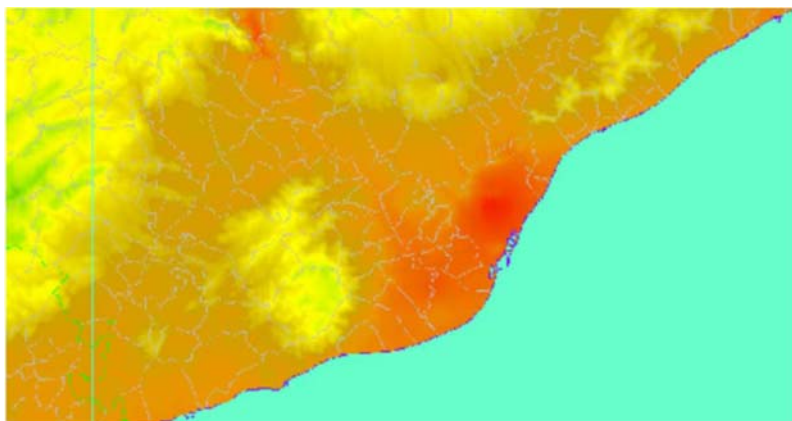


fig. 81 Illa de calor. Temperatures mínimes a l'àrea de Barcelona (UAB)¹³⁰

Aquest fenomen que és especialment important durant les nits d'hivern, li proporciona a la Dreta de l'Eixample una diferència de gairebé 7°C respecte dels límits externs de la ciutat, sobretot amb situacions anticiclòniques. A les nits d'estiu les variacions tèrmiques entre el centre i la perifèria són de l'ordre de 3 o 4 graus.

A l'hora d'analitzar dades climàtiques de la ciutat de Barcelona cal fer algunes consideracions perquè -donada la seva extensió i heterogeneïtat- poden variar considerablement segons de quin observatori es prenen les dades.

Actualment, a Barcelona hi ha uns quants observatoris que lògicament, segons la seva ubicació, donen resultats moderadament diferents.

L'Observatori Fabra (1904), el més antic de la ciutat,¹³¹ és troba situat a la serra de Collserola, als afores de Barcelona a 412m d'altitud. Aquesta solera fa que moltes vegades es prenguin com a valors de la ciutat els obtinguts en aquest observatori, que difereixen notablement dels que es donen en observatoris del centre de la ciutat, per exemple a la part baixa els del Raval (2007) i del Passeig Lluís Companys -Parc de la Ciutadella-, el de Can Bruixa al barri de les Corts i el de la Zona Universitària a la part alta.

¹²⁹ Joaquim Elcacho. *L'Eixample té calefacció pròpia*. Avui, 9 de maig 1995

¹³⁰ Atles climàtic digital de la península ibèrica elaborat a: UAB Departament de Geografia, Departament de Biologia Animal, Biologia Vegetal i Ecologia. <http://opengis.uab/es>

¹³¹ L'Observatori Fabra és el quart més antic del món que segueix en funcionament.

Aquests quatre observatoris també difereixen entre ells però d'una manera més moderada. Com mostra la figura 82, a l'Observatori Fabra -excepte les màximes- les temperatures són fins a 3°C més baixes que al centre de la ciutat¹³².

Una anàlisi més detallada mostra com l'observatori de Zona Universitària, situat a la part alta de la ciutat i més allunyat del mar, presenta uns resultats més semblants als de l'Observatori Fabra, i en canvi els observatoris del Raval i del Parc de la Ciutadella, tots dos més propers al mar, obtenen valors més suaus al centre de la ciutat. L'observatori de Can Bruixa dóna els resultats més temperats de tots.

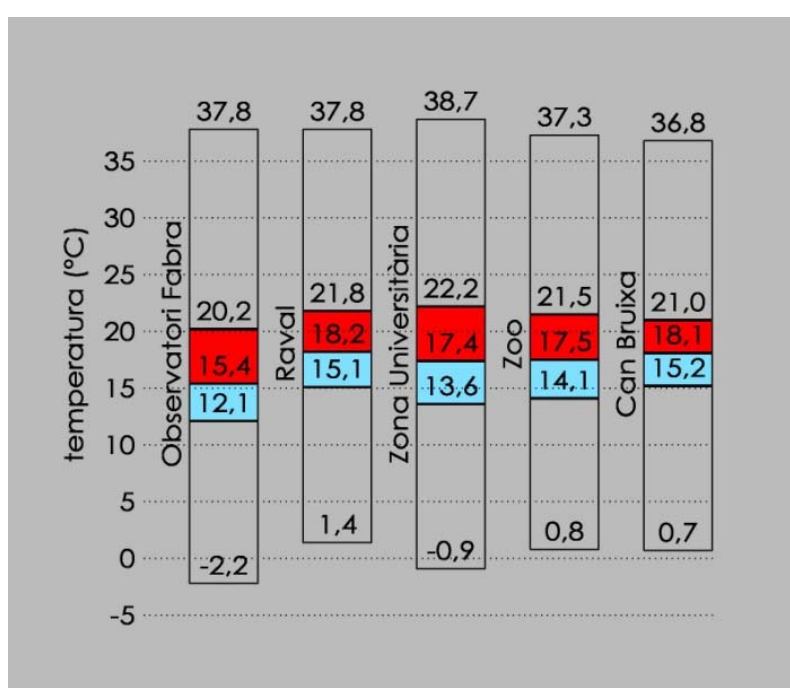


fig. 82 Els observatoris de Barcelona. Mitjanes anuals¹³³

Segurament l'observatori del Raval, amb uns resultats força suaus, es veu afavorit per la protecció que fa la muntanya de Montjuïc a la marinada de Garbí -vent de mar a terra provinent de sud-oest-. Això és una suposició, ja que de l'Observatori del Parc de la Ciutadella no hi ha dades del comportament dels vents, però sembla raonable que sigui així ja que aquí és on trobem la humitat més alta -67% de mitjana anual- mentre que al Raval (59%) hi ha la més baixa. A l'Observatori Fabra hi ha un 65% i a la Zona Universitària un 64%.

¹³² Dades obtingudes del Servei Meteorològic de Catalunya, concretament de l'Anuari de dades meteorològiques 2009.

¹³³ Comparatiu de les temperatures mitjanes (mitjana, màxima i mínima) anuals i extremes (màxima i mínima) a 5 observatoris de Barcelona.

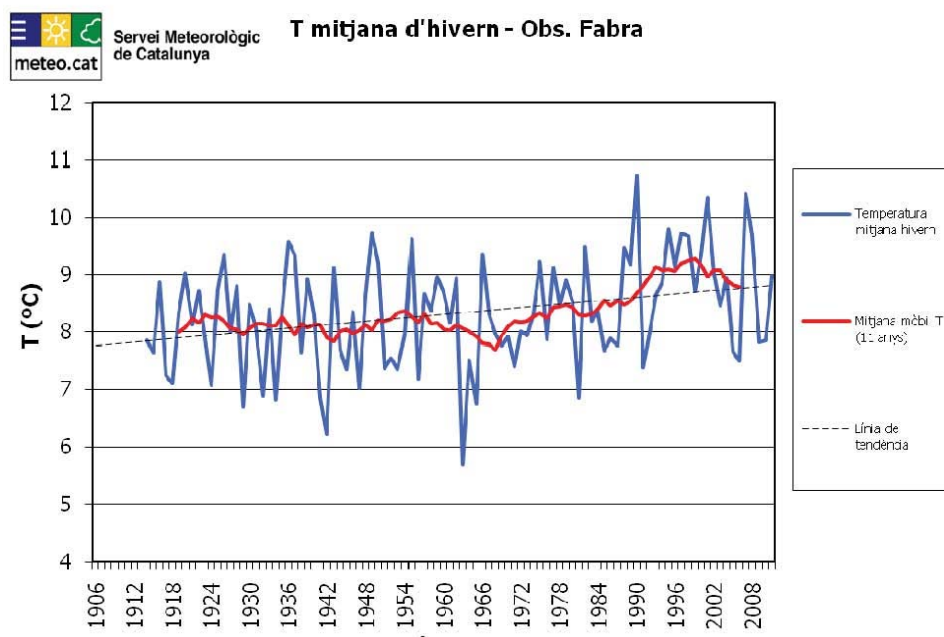


fig. 83 Evolució de la temperatura mitjana d'hivern a l'Observatori Fabra (1914-2011)

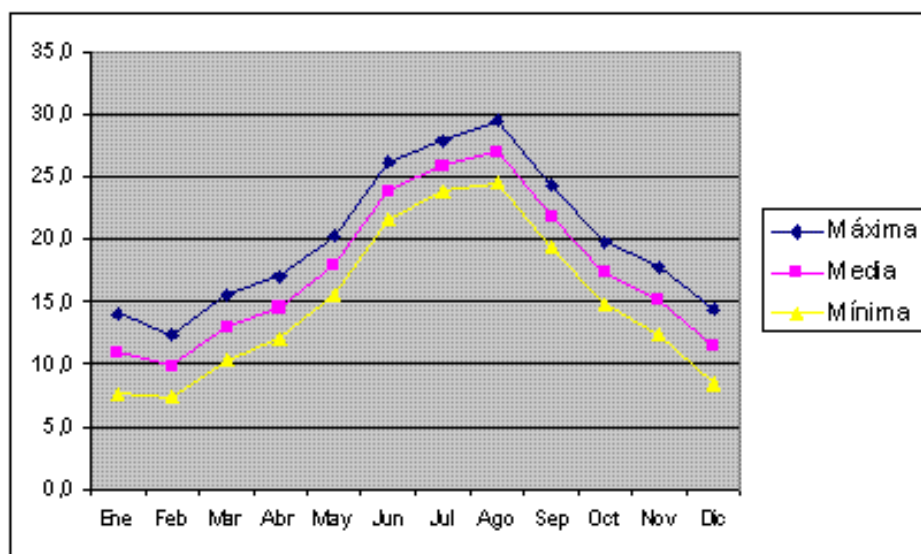


fig. 84 Barcelona. Gràfic de temperatures

Amb aquestes dades, ens aventurem a fer-ne la síntesi per concloure que a l'Eixample Cerdà, actualment les condicions exteriors -temperatures mitjanes i oscil·lacions diàries- d'hivern –gener- i d'estiu –juliol- són les següents:

HIVERN	Te=9,80°C	$\delta Te=5,00^{\circ}C$	(Tmàx=12,30°C; Tmín=7,30°C)
ESTIU	Te=26,80°C	$\delta Te=5,00^{\circ}C$	(Tmàx=29,30°C; Tmín=24,30°C)

Tanmateix,¹³⁴ segons les mesures de què disposem, per al pati interior d'illa en una façana orientada a sud-est, a efectes de càlcul prendrem els següents valors:

HIVERN	Te=10,40°C	$\delta Te=5,80^{\circ}C$	(Tmàx=13,30°C; Tmín=7,50°C)
ESTIU	Te=25,90°C	$\delta Te=4,00^{\circ}C$	(Tmàx=27,90°C; Tmín=23,90°C)

¹³⁴ Ho justificarem al capítol 3.1 Resposta climàtica. Definició del model teòric de *galeria*.

Microclima a l'interior de l'illa

Les diferències climàtiques entre els interiors d'illa i els carrers de l'Eixample es deuen principalment a les característiques geomètriques de les edificacions: el tipus d'illa tancada i l'alçada actual dels edificis. Això repercuteix en dos aspectes importants: els nivells de radiació i el comportament dels vents.

Respecte dels moviments d'aire –vents-, ja hem dit que la trama tan homogènia de l'Eixample, juntament amb la proporció -amplada/alçada dels seus carrers- no afavoreixen la canalització dels vents i per tant no és un lloc molt ventós. Així i tot, és evident que els carrers estan més ventilats que els patis d'illa, on en ser tancats l'aire té més facilitat per amansir. Això no és un inconvenient, ja que en cas de voler ventilar sempre hi ha el recurs de la ventilació creuada, de façana a façana o a través del patis d'il·luminació i ventilació.

Els nivells d'assolellament, generalment són millors al pati que al carrer, per la senzilla raó que el carrer és més estret. L'angle sòlid de cel¹³⁵ és més gran al pati, de manera que un punt d'una façana situada al carrer -amb la mateixa orientació, posició i alçada- rep menys sol que situat en una façana del pati.

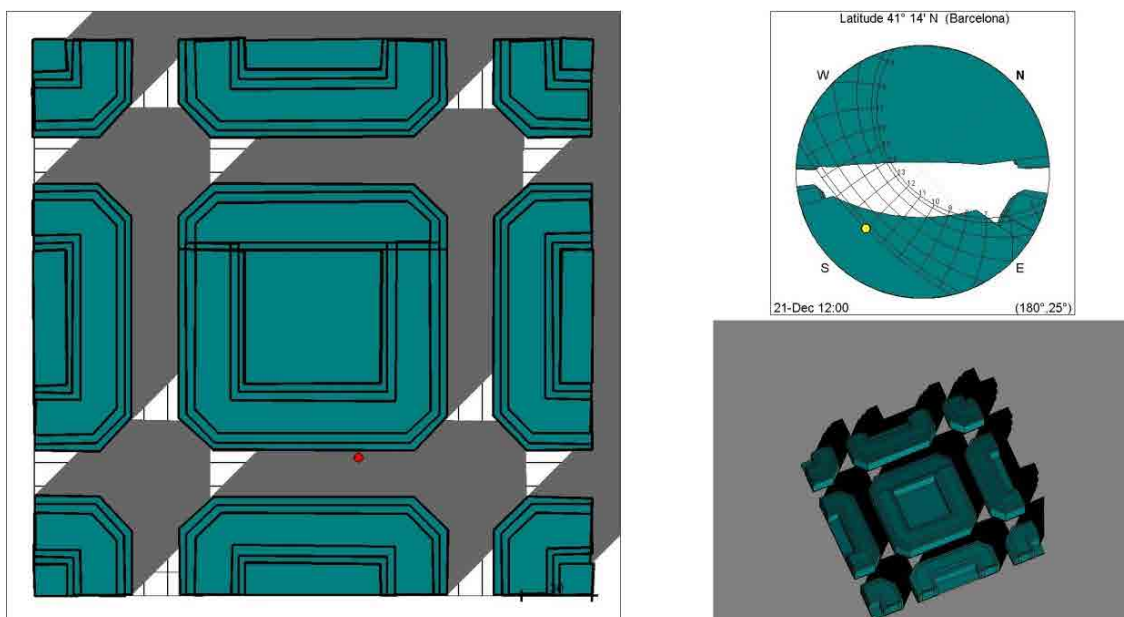
La figura 85 representa la projecció estereogràfica d'un punt -indicat en vermell a la planta- situat al carrer -a dalt- i al pati -a baix- amb la mateixa orientació: façana orientada a sud-est, a una alçada de 4m, equivalent al terra del pis principal -que al pati coincideix aproximadament amb el nivell del terrat-. En el cas del carrer, aquest punt rep durant el solstici d'hivern¹³⁶ poc més d'una hora i mitja sol i només en comença a rebre més de tres, a partir del març i fins a l'octubre, quan menys falta li fa.

En canvi, al punt situat al pati amb la mateixa posició i orientació, durant el dia més curt de l'any rep gairebé tres hores de sol -pràcticament el doble que al carrer- però a més, durant els equinoccis¹³⁷ en rep unes sis hores -al carrer només tres-.

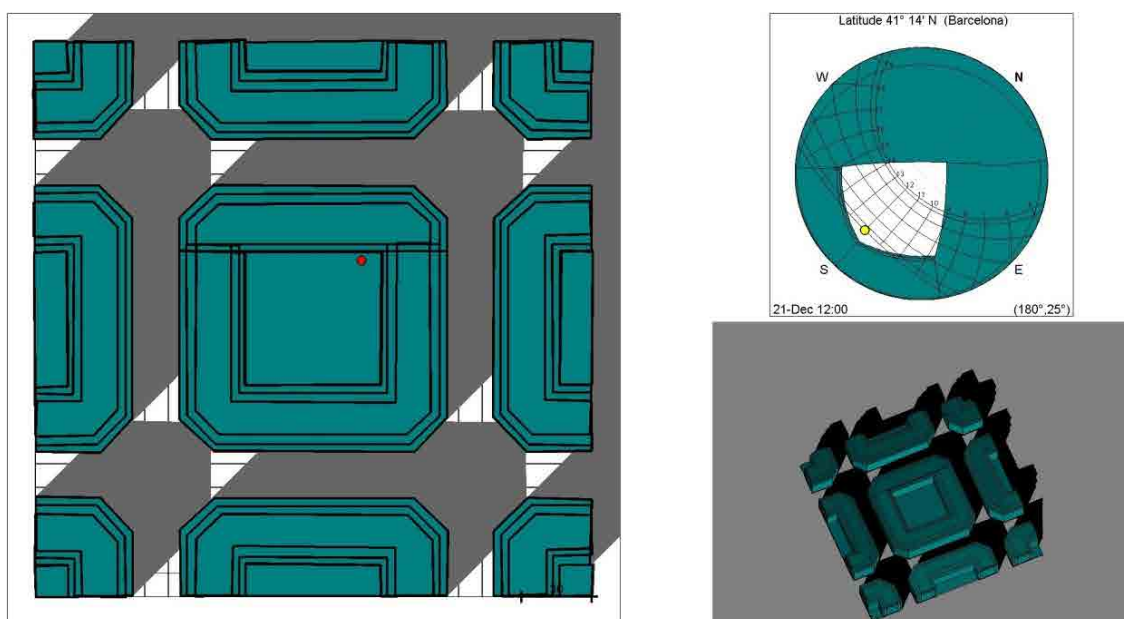
¹³⁵ Porció de cel que es pot abastar des d'un punt donat. L'angle sòlid de cel està condicionat per les obstruccions (edificis, arbres, topografia) que s'interposen des del punt determinat i tapen part la volta del cel. Quants més obstacles hi ha menys part de cel es veu des del punt considerat, i per tant menys llum i menys radiació hi pot arribar.

¹³⁶ El solstici d'hivern és el dia més curt de l'any, amb menys hores de sol i amb el recorregut solar més baix de tot l'any. Entre els dies 21 i 22 de desembre i marca el pas de la tardor a l'hivern.

¹³⁷ Equinocci ve del llatí i significa "nit igual". Durant els equinoccis la nit i el dia tenen la mateixa duració. El de primavera es dona sobre el dia 21 de març i el de tardor al voltant del 21 de setembre.



Punt situat al carrer a façana sud-est, a 4m d'alçada

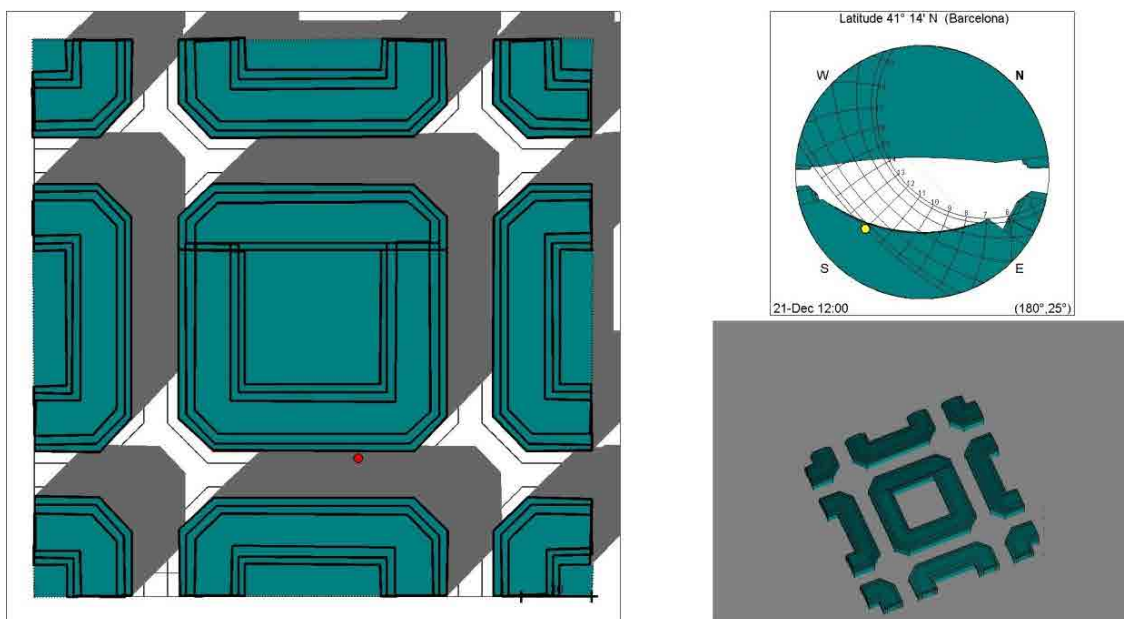


Punt situat al pati, en façana sud-est, a nivell de terra (4m d'alçada respecte el carrer)

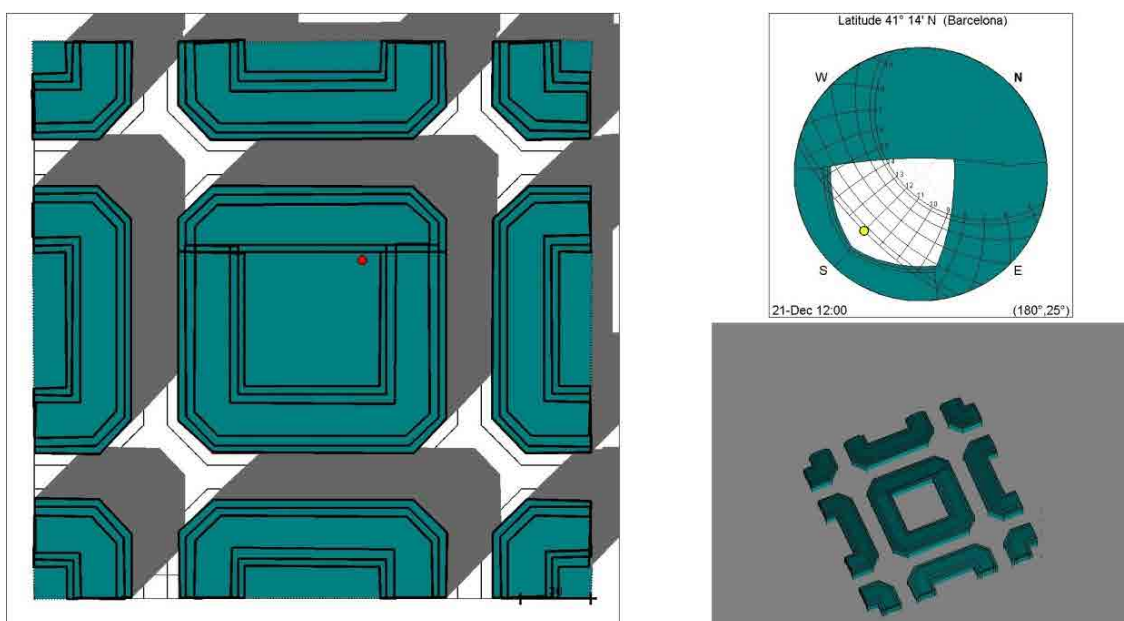
fig. 85 Projectió estereogràfica (obstruccions a la volta del cel des del carrer i del pati).

Al carrer només les façanes dels xamfrans disposen de molt bon assolament, excepte la del que està orientat a nord.

També es pot veure com reduint molt poc l'alçada dels edificis es guanyen més hores de sol al pati que al carrer. Si prenem els mateixos punts, però ara amb una alçada d'11m –aproximadament a nivell de terra d'un segon pis- al carrer, durant el solstici d'hivern té unes tres hores de sol -a 4m només una i mitja- i al pati gairebé cinc.



Punt situat al carrer a façana sud-est i a 11m d'alçada



Punt situat al pati, en façana sud-est i a nivell de terra (11m d'alçada respecte el carrer)

fig. 86 Projectió estereogràfica (obstruccions a la volta del cel des del carrer i del pati).

Una altre aspecte que indirectament té repercussions climàtiques és el fet que al centre de la ciutat l'aire és força brut, sobretot al carrer i arran de terra. En canvi els interiors d'illa són més nets. Per això, a més dels problemes de soroll -més alt al carrer que al pati- ventilar a través de les obertures que donen al carrer és molest, per la pols que entra als edificis, i fa que de vegades no es ventili tot i que higiènicament sigui necessari renovar l'aire interior.

1.3.2. LLUM NATURAL

La *llum* és la porció de l'espectre electromagnètic que resulta visible per a l'ull humà. És aquella radiació capaç d'estimular la retina de l'ull humà, produint la sensació visual i configurant allò que s'anomena *espectre visible* en funció de la seva longitud d'ona (λ) situada entre 380 i 780nm (nm=nanòmetre= 10^{-9} m).

El sol és la principal font natural que ens proporciona llum -a més de calor, com també ho és la pròpia llum- en forma de radiació infraroja ($\lambda > 780\text{nm}$) i ultraviolada ($\lambda < 380\text{nm}$).¹³⁸

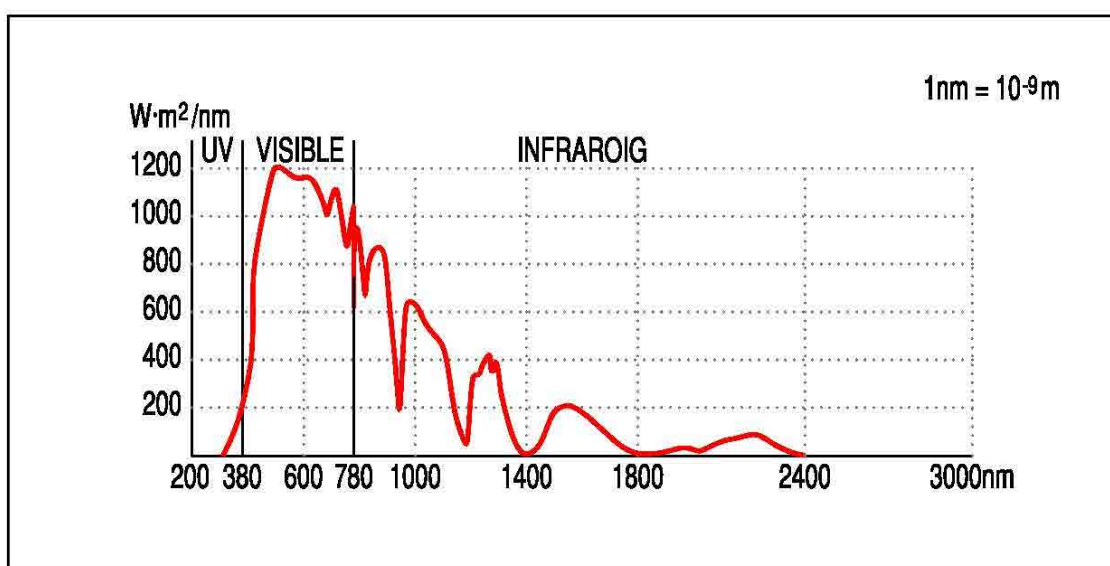


fig. 87 Espectre d'irradiació solar a nivell del mar (corba de *Parry Moon*)

Per això la llum natural també rep la denominació de *llum solar (sunlight)* i *llum dia (daylight)*.¹³⁹

Segons l'hora del dia, la llum natural rep diferents noms, com *llum de l'alba (dawn)* o *llum crepuscular*, ...*la luz del día no comienza en el mismo momento de salir el sol ni se apaga súbitamente en el ocaso. La salida del sol va precedida y seguida en su puesta de una iluminación o claridad, que varía por momentos, llamada "crepúsculo", debido a la existencia de la atmósfera y las partículas que ésta tiene en suspensión, todo lo cual produce un esparcimiento de la luz solar debido a fenómenos de difusión de tipo muy variado. Los crepúsculos hacen que la duración del día sea mayor que el tiempo real en el que el sol está sobre el horizonte.*¹⁴⁰

¹³⁸ A l'apartat 2.2.1 hi trobarem una definició més àmplia del concepte de radiació.

¹³⁹ En anglès es fa la distinció entre la llum directe del sol (*sunlight*) i la llum natural o llum de dia (*daylight*).

¹⁴⁰ Manual de soleamiento, *CITAV*, 1980, p.29

Per tant, a més de la llum directa que arriba directament del sol -que es comporta com un focus puntual- la volta del cel es constitueix en una font emissora de llum difosa -focus global- fins i tot abans de la sortida del sol i després de la seva posta.

Aquesta distinció és important, ja que només podem parlar de *sol directe* en condicions de cel clar. Segons l'àmbit geogràfic el nombre d'hores amb cel cobert és molt important, i quan es dona aquest cas, tot i que no fer sol la volta del cel proporciona llum natural.

Per tant, la llum de dia prové del sol, ja sigui directament amb els raigs solars, indirectament per reflexions en l'atmosfera i els núvols -llum difosa- o bé en la vegetació, els edificis o el terra -llum reflectida o albedo-.

El sol és doncs una font de llum i calor de gran intensitat, puntual i dinàmica -aproximadament el 50% de la seva energia radiant rebuda a la terra és visible-. La distribució de l'energia solar, en l'espectre radiant, varia de les ones curtes -ultraviolada- a les ones llargues -infraroig- passant per l'espectre visible, i tota aquesta energia produeix calor, quan és absorbida i llavors causa evaporació, convecció, conducció de calor, radiació, reflexió, etc.

Per això, tot i la importància d'aprofitar la llum natural, cal controlar els altres efectes de la radiació solar, que sempre deriven en calor i que analitzarem més endavant.

La radiació varia segons:

- La posició del sol segons l'hora del dia -azimut-.
- La inclinació del sol segons l'època de l'any.
- Els núvols, la pols i altres elements sòlids i obstruccions.
- Les característiques de l'entorn.
- La latitud i altitud de la regió.
- El clima.
- La quantitat d'atmosfera que travessa, segons la seva inclinació.

Comparada amb el sol, la volta del cel té una superfície molt més gran i conseqüentment una luminància força més baixa. Constitueix una font de llum superficial, extensa, molt més adequada -com a referència- per a la il·luminació natural.

La volta del cel és més o menys lluminosa durant el dia, segons l'època de l'any, la trajectòria solar, la latitud i les característiques locals de nuvolositat i fenòmens meteorològics. Segons la regió i el clima pot ser: coberta, parcialment coberta o descoberta -cel clar-.

Cel cobert. La quantitat i direcció de la llum emesa per aquest cel depèn de la seva il·luminància -valor mig entre 5.000 i 10.000lux-. Generalment un cel cobert uniforme és de 2,5 a 3 vegades més lluminós en el zenit que en l'horitzó. És el cel típic dels climes freds.

Cel parcialment cobert. En aquest cas els valors de la il·luminància són molt variables ja que s'alternen situacions amb presència del sol i períodes de nuvolositat variable. És propi dels climes temperat-humit o calorós-humit.

Cel clar. Es considera només la incidència directa del sol, amb il·luminàncies que poden arribar fins als 100.000lux -els normals són de 70.000 a 80.000lux- i la seva posició segons l'època de l'any i l'hora del dia. És el cel dels climes càlid-secs.

Per altra banda es consideren també les fonts indirectes com la volta del cel. L'entorn es comporta generalment com una font de llum, que es veu reflectida pel terra, els edificis i la vegetació pròxima -albedo-. Representa entre un 10% i un 15% del total de la llum rebuda a les façanes dels edificis. Aquests valors es superen quan l'entorn és de colors clars. Per a les façanes que no estan exposades al sol, la llum reflectida per l'entorn pot superar el 50%.

Nivells lumínics al paral·lel 41,1ºN

Els nivells d'irradiació solar d'una zona geogràfica es determinen en primer lloc per la seva latitud i després per les característiques geogràfiques, que poden afavorir o no l'aparició de boires i núvols amb certa freqüència, com a possibles obstacles per a la incidència del sol. Aquest és el cas de la Plana de Vic, el Bages o les comarques de Lleida, amb llargs episodis de boira -que poden superar els set dies- produïda pel fenomen de la inversió tèrmica en situacions anticiclòniques, o a la cara nord dels Pirineus, degut en aquest cas a la barrera que fa als núvols la pròpia serralada.

La luminància es veu afectada per les condicions de nuvolositat del cel d'un lloc determinat. En general els climes mediterranis tenen condicions de cel clar durant un 70% del temps, mentre que en els climes nòrdics es situen al voltant del 30%.

A partir de les situacions de cel clar ($E=100.000\text{lux}$) i de cel cobert ($E=10.000\text{lux}$) i amb les condicions climàtiques del nostre entorn, hauria de ser imperatiu l'aprofitament de la llum natural en els edificis. Però la realitat va per una altra banda. Excepte en edificis d'habitatges, avui dia és molt difícil trobar espais interiors que donen a façana en edificis administratius, comercials o de serveis -oficines, botigues, grans magatzems-, escoles¹⁴¹, hospitals, tallers, etc., que funcionen només amb llum artificial i en els quals la llum natural no passa de la simple anècdota.

Actualment hi ha un corrent d'opinió entre alguns experts en il·luminació que consideren, al nostre parer erròniament, que la llum natural és un problema, de cara a l'estalvi energètic, per les càrregues tèrmiques que aporta. Ho hem sentit a dir, i creiem que és preocupant que es faci aquesta simplificació¹⁴².

¹⁴¹ L'ETSAB (Escola d'Arquitectura de Barcelona) sense anar més lluny.

¹⁴² Per descomptat, si la il·luminació natural no està ben dissenyada comportarà problemes tèrmics, i també d'enlluernaments (és el cas dels edificis de mur cortina amb entrada indiscriminada de la llum).

1.3.3 ACÚSTICA

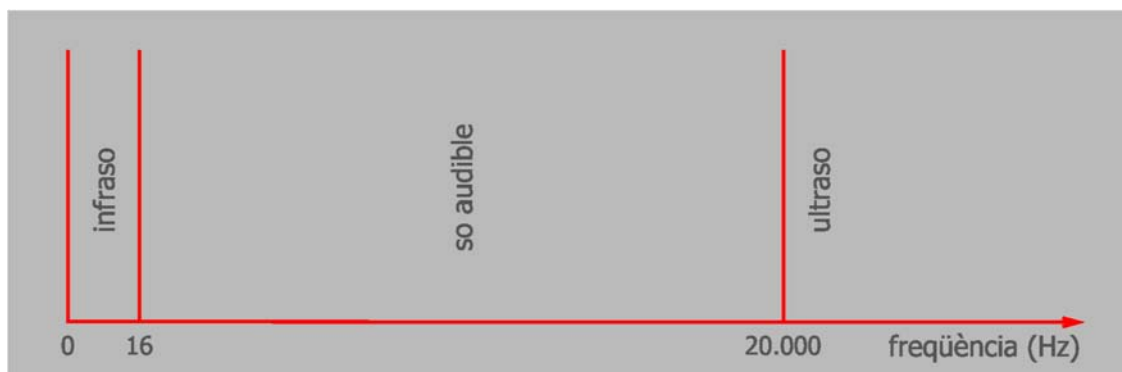


fig. 88 Espectre vibràtil dels moviments ondulatoris

Els sons i les vibracions es poden definir com ... *el transport d'energia produït per variacions cícliques de pressió, amb el moviment de les partícules d'un medi elàstic, al voltant de la seva posició d'equilibri*.¹⁴³

La classificació d'aquests moviments ondulatoris es fa segons la seva *freqüència*¹⁴⁴ i també segons els efectes que produeixen.

L'oïda humana és sensible als sons de freqüències compreses entre 16 i 20.000Hz. Per sota de 16Hz es denominen infrasons i per sobre de 20.000Hz ultrasons.

Al tractar-se d'un fenomen energètic es poden mesurar els moviments ondulatoris amb unitats físiques *d'intensitat*¹⁴⁵ i de *pressió acústica*.¹⁴⁶ Però la fisiologia de l'oïda té una resposta a l'estímul que és aproximadament logarítmica, per això la unitat utilitzada és el *decibel* (dB)¹⁴⁷.

Els sons es generen a partir d'un moviment vibratori que es propaga en un medi elàstic -sòlid, líquid o gas- mitjançant una successió de canvis de pressió (compressions i expansions). Se'n diu sons quan es propaguen en l'aire -sons aeris- i vibracions quan ho fan en un medi sòlid.

¹⁴³ Rafael Serra Florensa. *Les energies a l'arquitectura*, p.27

¹⁴⁴ Freqüència d'una funció periòdica en el temps. Nombre de vegades que es repeteix aquesta funció, per unitat de temps. La seva unitat és: cicles per segon, Hertz (Hz).

¹⁴⁵ Intensitat acústica. Flux mitjà d'energia acústica transmès en una direcció determinada, a través d'una superfície perpendicular a aquesta direcció. La seva unitat és: watt/m² (W/m²).

¹⁴⁶ Pressió acústica. Diferència entre la pressió total existent en un punt quan es produeix una ona acústica i la pressió estàtica corresponent a l'estat en repòs en aquest punt, és a dir la pressió atmosfèrica. La seva unitat és: Pascal (Pa).

¹⁴⁷ Decibel. Unitat logarítmica de mesura del nivell sonor que expressa tan la pressió com la intensitat acústiques respecte a un nivell de referència.

El comportament dels sons aeris en presència d'un obstacle és equivalent a un canvi de medi que dificulta la propagació. Quan un so que es propaga a través de l'aire i topa amb un medi sòlid, una part de l'energia és reflectida pel propi obstacle, una altra és absorbida i es transforma en vibracions mecàniques en el sòlid -una part d'aquesta vibració pot passar, per transmissió, a l'altra banda de l'obstacle en qualitat de so aeri- i finalment, la resta d'energia rodeja i supera l'obstacle per l'efecte de la difracció¹⁴⁸.

La transmissió dels sons aeris a través dels tancaments es fa simultàniament per:

- Filtració, i difracció a través de les juntes si l'estanquitat no és bona.
- Posada en vibració del tancament. Aquest fa vibrar l'aire, que genera el so a l'ambient receptor.

Aquesta transmissió depèn de:

- La massa i la rigidesa del tancament, es a dir el seu gruix.
- El sistema d'ancoratge o fixació, que pot ser rígida o flotant –elàstica-.

Per tant quan més pesant sigui un tancament i/o més elàstiques les seves fixacions, menor serà la seva vibració i conseqüentment la transmissió del soroll serà més petita.

En aquest punt ens hem de referir a allò que hem anomenat *galeríes espontànies*. Són els tancaments de balcons que fan propietaris particulars en els seus habitatges. Un dels motius pel qual es fan aquests tancaments -potser el principal- és precisament per millorar l'aïllament acústic, que sol ser molt deficient en la majoria del edificis d'habitatges. Amb aquest tancament, que més endavant analitzarem, s'aconsegueix una millora notable de la protecció acústica de l'interior de l'habitatge, al dotar-lo d'una doble pell.

¹⁴⁸ La difracció només es dona en espais oberts (no tancats) amb obstacles finits. Quan el so es produeix un lloc tancat, cap a fora només es produeix transmissió, però no difracció. D'aquest fenomen en parlarem més endavant en relació al soroll que, des del carrer, pot arribar fins als patis, superant els edificis.

Nivells sonors a l'Eixample

Barcelona aconsegueix una sèrie de condicions que la caracteritzen com a una ciutat amb una especial complexitat acústica: una extensió de 100,4km², una població de 1.605.602 habitants que generen una alta densitat (15.000 habitants per kilòmetre quadrat), un alt nivell de trànsit (6 milions de desplaçaments diaris), un clima benigne, una dimensió metropolitana, una gran oferta d'activitats comercials, culturals i d'oci, un gran eix de turisme a nivell europeu, una gran vocació i caràcter mediterrani, una activitat industrial, etc.¹⁴⁹

L'Eixample s'ubica dins d'un entorn urbà el qual genera una gran quantitat de funcions i activitats que implícitament són productores de soroll. Un dels avantatges del pati interior d'illa respecte del carrer, és que el nivell de soroll és força més baix.

Al carrer, el trànsit és la font principal de soroll. Es tracta d'un *soroll de fons*¹⁵⁰ amb nivells predominants a Barcelona¹⁵¹ situats entre els 55 i els 75dB –durant el dia-. Per a l'Eixample la franja de soroll principal es situa entre els 70-75dB en horari diürn¹⁵², 65-70dB per l'horari de vespre i 60-65dB per l'horari nocturn, amb un percentatge important -al voltant del 22%- de carrers que no arriben a baixar dels 65-70dB. Però de fonts de soroll a la ciutat cal afegir-ne d'altres, com les obres públiques -que podem considerar temporals mentre durin les obres-, les dels clàxons, sirenes i alarmes, que són *sorolls punta*¹⁵³ i de gran intensitat que poden arribar fins a 100dB.

El soroll que es produeix a l'exterior dels edificis, es considera molest per a l'interior només pel fet de tractar-se d'un so no desitjat. Per tant els edificis han de poder-lo aturar. Per fer-ho cal que estiguin ben aïllats acústicament i això ho fan principalment amb la seva pell, que ha de fer la funció de barrera acústica. La *galeria*, en aquest aspecte, al tractar-se d'un doble tancament de façana és un bon sistema.

¹⁴⁹ Mapa de Soroll Barcelona, *Ajuntament de Barcelona – Medi Ambient, 2007*

¹⁵⁰ Soroll de fons (L90). És pràcticament constant en el temps. Tot i tenir un nivell moderadament alt ens hi arribem a acostumar.

¹⁵¹ Segons el Mapa de Soroll Barcelona. Informe Síntesi 2007

¹⁵² El Mapa de Soroll Barcelona distingeix tres franges horàries: diürna (de 7 a 21 hores) de vespre (de 21 a 23 hores) i nocturna (de 23 a 7 hores).

¹⁵³ Soroll punta (L10). Només es produeix en intervals curts. Encara que siguin de baixa intensitat són molt molestos per la seva discontinuïtat.

Nivells sonors a l'interior de l'illa

Els patis de l'Eixample poden considerar-se com illes de silenci dins la ciutat. El soroll de fons pot ser fins a 25dB més baix que al carrer¹⁵⁴.

Tanmateix, en els patis d'illa hi ha activitats -els sorolls de les quals poden arribar a molestar més que els del carrer- com les escoles durant les hores de pati, els interiors d'illa recuperats en moments puntuals o centres esportius que tenen instal·lacions i pistes exteriors amb activitats que funcionen fins a les 22:00 o les 23:00 hores. Tant l'activitat d'esbarjo de les escoles com les esportives generen sorolls punta.

També s'hi troben petits tallers mecànics, fusteries, pàrquings, magatzems, obradors de determinades activitats comercials -forns de pa, pastisseries, cuines de restaurants, etc.- o bé els seus nuclis d'instal·lacions -calderes de calefacció i aparells de climatització-, que se situen al fons dels locals en planta baixa dels edificis.

Aquestes activitats poden arribar a ser realment molestes. Algunes perquè només es fan de nit i la majoria poden incomodar durant el dia, com el cas de les escoles, en les que també s'acostumen a fer activitats extraescolars amb horaris més amplis.

En resum, als patis d'illa, hi ha un nivell de *soroll de fons* força més baix que al carrer -i generalment són molt tranquils-, però qualsevol activitat de les descrites pot arribar a molestar molt. Per això considerem que la façana que dona al pati, més enllà del nivell sonor, s'ha de tractar amb el mateix nivell d'exigència que hem apuntat per a les façanes del carrer.

A l'Eixample, segons el Mapa de Soroll Barcelona un 35% del habitatges no comuniquen directament a la via pública o no tenen els dormitoris a l'exterior, si no que donen a interiors d'illa. Per tant es calcula que un 65% de la població es troba exposada al nivell de soroll del carrer i el 35% restant ho està al nivell del pati.

¹⁵⁴ Cal tenir present que el decibel (dB) es una mesura en escala logarítmica i que una disminució de 3dB representa la meitat de la intensitat sonora, per tant una reducció de 25dB equival a reduir la intensitat del carrer en 200 vegades.

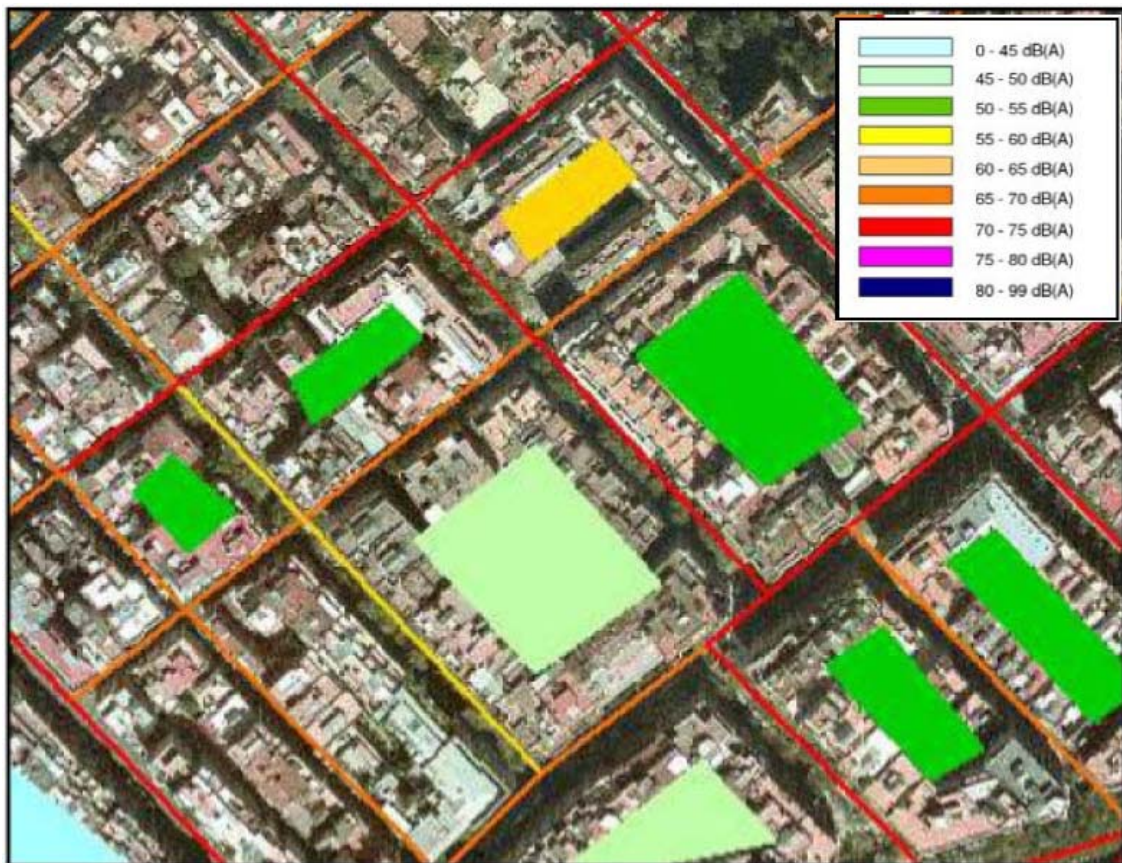


fig. 89 L'Eixample segons el Mapa de Soroll Barcelona (2007)

Normativa acústica

La *galeria* per la seva condició d'espai no habitable no està regulada per les reglamentacions acústiques,¹⁵⁵ però l'espai habitable contigu sí. Al tractar-se d'un doble tancament, una de les seves propietats és la millora de l'aïllament acústic al soroll exterior. Per tant ens interessa explicar el seu comportament, prenent la normativa vigent, el DB-HR¹⁵⁶ del Codi Tècnic com a referència, per comprovar quin és el seu nivell de compliment.

El DB-HR Protecció enfront del Soroll, va substituir l'antiga NBE CA88¹⁵⁷, normativa que s'havia demostrat totalment ineficient ja que només era exigent a nivell de projecte i per a les prestacions acústiques dels elements constructius, sense que això garantís el confort acústic. Ja se sap que qualsevol discontinuïtat del material anul·la l'aïllament acústic d'un tancament determinat.

En canvi el DB-HR -que de fet no té uns requeriments molt més alts- imposa la comprovació dels nivells d'aïllament assolits *in situ*, de manera que ja no és la solució constructiva la que ha de donar un resultat determinat sobre el paper, si no l'element construït: el conjunt de l'edifici.

Del DB-HR hi ha tres aspectes a tenir en compte, dels quals aquí només en considerarem un:

- Aïllament acústic al soroll aeri.
- Aïllament acústic a sorolls d'impacte.
- Soroll i vibracions de les instal·lacions.

L'únic aspecte que podem associar a la *galeria* com a doble tancament és el relatiu al soroll aeri. Els altres dos no guarden relació amb al funcionament de la *galeria*.

Al capítol 3.3 Resposta acústica. Nivells de soroll i temps de reverberació, fem una simulació del comportament acústic i el grau d'aïllament que s'aconsegueix a l'espai habitable interior gràcies a la *galeria*.

¹⁵⁵ Explicat al capítol 1.2.5. Normativa vigent.

¹⁵⁶ DB-HR (abril de 2009). Document Bàsic. Protecció enfront del soroll, del CTE (Codi Tècnic).

¹⁵⁷ NBE CA88. Norma Bàsica. Condicions acústiques (1988).

CAPÍTOL 2. COMPORTAMENT AMBIENTAL

2.1. US I FUNCIONS DE LA GALERIA

2.1.1 USOS QUE SE LI HAN DONAT

La galeria vista per un usuari

La galeria d'un estudiant de Belles Arts

La galeria en l'obra de Montserrat Roig

2.1.2 FUNCIONAMENT GLOBAL

2.1.3 LES FALSES GALERIES

2.2 PRINCIPIS DE FUNCIONAMENT ENERGÈTIC

2.2.1 EFECTE HIVERNACLE I PROTECCIÓ A LA RADIACIÓ

Efecte hivernacle

Protecció a la radiació

2.2.2 TRANSFERÈNCIA DE CALOR. INÈRCIA TÈRMICA

2.2.3 VENTILACIÓ

2.2.4 CONTROL LUMÍNIC. OMBRATGE I DIFUSIÓ DE LA LLUM

2.2.5 CONTROL ACÚSTIC. AÏLLAMENT

2.3 EL CONFORT

2.3.1 LA PERCEPCIÓ DE L'AMBIENT

2.3.2 L'AMBIENT DE LA GALERIA

2.4 FUNCIONAMENT GLOBAL

Tot va lligat

Façanes d'edificis que l'usuari no pot controlar

2.1 US I FUNCIONS DE LA GALERIA

Al llarg de la història, segons on s'ubica, la utilitat de la *galeria* és hi ha estat molt diversa. En un entorn rural actualment encara es fa servir de graner, mentre es mantingui l'activitat agrícola. Hi ha força casos però que, ja sigui per motius econòmics o de relleu generacional, es van reconvertint. Uns abandonen els conreus i es converteixen en segones residències o en cases rurals que exploten el turisme de proximitat i el contacte amb la natura. Llavors la *galeria* passa a tenir una funció més semblant a la que fa en les àrees urbanes. De vegades es mantenen les seves propietats: les galeries a les cases de pagès solen ser obertes i segons les seves dimensions fan de porxo o de terrassa coberta i en altres casos es tanquen amb vidre –igual com passa amb els balcons oberts- i es converteixen en zones d'estar o ens espais auxiliars.

La funció d'una *galeria* pot ser la mateixa que la que fa un balcó obert -és a dir pràcticament cap- o pot tenir utilitats tan diferents com servir de traster o *quarto dels mals endreços*, safareig, estenedor per una banda o de mirador i de saleta d'estar per una altra. També hi qui la converteix en una prolongació de l'espai habitable, per treballar-hi o ampliar la sala o una habitació, però en aquests casos dóna uns resultats no gaire satisfactoris.



fig. 90 Galeria i solana. Valles Pasiegos, Cantàbria

2.1.1 USOS QUE SE LI HAN DONAT

Començant pel models més propers hi ha la *galeria* o *solana*, un espai orientat a migdia i protegit de la pluja, que s'utilitza per assecar la collita. Hi ha alguns exemples en els quals aquest element se situa en altres orientacions, amb uns resultats no gaire diferents.

Quan, com a conseqüència de la *galeria* apareix un carrer porticat, el motiu principal acostuma ser la necessitat d'ampliació de l'espai útil -però no sempre habitable- a l'interior dels habitatges.

La *galeria* gallega, els miradors de Palma de Mallorca o els de l'Eixample de Barcelona situats a la façana principal serveixen per mirar "... un *"quitapesares"*, de *"insolente intromisión en la vía pública"* designaban los graves coruñeses del siglo XIX a las galerías de la ciudad y, como consecuencia, a los centenares de ojos con que las galerías sometían a vigilancia al hombre de la calle.¹⁵⁸ Aquesta també és la funció de la *galeria* àrab amb *gelosia*, però ho fa d'una manera més discreta que es pot definir com *mirar sense ser vist*.

La *galeria* a la masia catalana, compleix funcions de traster, de magatzem i de graner o pallissa per assecar-hi la collita a l'estiu. També hi ha un tipus de masia que té una *galeria* al nivell de la cuina amb un menjador a l'aire lliure.



fig. 91 Galeries a San Vicente de la Barquera, Santander

¹⁵⁸ Xosé de Castro Arines. *O libro das galerías galegas*.

La *galeria* dels patis de l'Eixample, situada en un àmbit lluny del carrer fa funcions tan diverses com les de safareig i estenedor, racó dels mals endreços o també com un espai més qualificat per tenir plantes i com lloc d'estar. S'hi disposen alguns mobles com ara una taula *camilla*¹⁵⁹ i uns sillons, i és adequada per cosir o llegir, prendre cafè o fer qualsevol altra activitat -tot rebent la feble radiació del sol d'hivern o amb l'agradable protecció de la persiana quan aquest és massa fort-, segons els costums dels seus ocupants.

La galeria vista per un usuari

Hem trobat un *blogger* que es fa anomenar “moleskinequintana” (15/11/2008) que fa una descripció interessant de la seva *galeria* de l'Eixample. (...) *D'aquest pati cal ressaltar la vida i la tranquil·litat que hi ha, les vistes a les galeries i finestres dels quatre costats, la roba estesa, sobretot els llençols, els dos gats mioladors, les plantes, els porticons i persianes blanques, marrons i verdes..., i l'olor dolça dels croissants de mantega que puja de l'obrador de l'Escribà, sobretot els caps de setmana. Aquest pati interior és el meu paisatge quotidià.*¹⁶⁰

Potser també hauríem d'haver afegit el sentit de l'olfacte entre els estudiats en la tesi.



fig. 92 Vista del pati des de la *galeria* d'en moleskinequintana

¹⁵⁹ Antigament quan no hi havia calefacció les cases tenien una taula *camilla*, amb faldilles i el braser a sota. Era tot un plaer seure tapant-se les cames amb les faldilles i escalfar-se els peus amb el braser.

¹⁶⁰ <http://moleskinequintana.blogspot.com/>

La galeria d'un estudiant de Belles Arts

Mariano Espinosa, pintor i doctor per la UB en l'especialitat de pintura, va estudiar a Barcelona i mentre ho feia va viure en un pis del carrer Consell de Cent. Al seu blog <http://www.marianoespinosa.com/2010/11/mi-habitacion-en-cuarto-de-carrera.html> on hi ha aquest dibuix (fig. 93) també s'hi pot llegir: *se ve la galería dónde tenía amontonados bastidores, telas, rollos de malla metálica, etc.*



fig. 93 Mariano Espinosa. Tinta xina sobre paper dina A4

Al preguntar-li si feia servir la *galeria* d'estudi per treballar –la taula de dibuix es troba a la sala interior- o només de traster per guardar els estris, el Mariano explica això:

Mi habitación estaba el final del pasillo dando a la galería y al patio interior; en el extremo opuesto estaba el salón, que daba a la calle. La galería estaba unida a mi habitación por una puerta de dos alas acristalada. Los cristales de la puerta de la galería los tenía tapados con cartulina negra para que al cerrar la habitación quedase a oscuras y poder dormir mejor. La galería era estrecha. En profundidad medía dos pasos, y la anchura era la misma de mi habitación. En la galería, en la pared del frente estaba el ventanal, en la pared de la izquierda tenía amontonados bastidores, tablas y el caballete pequeño y encima de esto había un estante en el que iba dejando los dibujos. En la pared de la derecha estaban situados el calentador del agua y la lavadora.



fig. 94 Mariano Espinosa. La seva galeria.

Mi habitación no estaba totalmente aislada de la galería, las puertas que separaban ambas estancias no llegaban al suelo. Hacía frío en invierno, pero no más que en el resto del piso. El problema estaba más en verano. Cuando llegamos al piso, de las tres ventanas que componían la galería dos tenían persianas. Con lo que el sol no daba demasiado directo. Pero al volver de un viaje a Logroño me encontré con que había desaparecido la persiana central. Eran persianas externas, viejas, de las que se suben con una cuerda o cordel, probablemente se la llevó algún vendaval. El caso es que con sólo un tercio de la galería con persiana, en verano entraba el sol a tope (la galería estaba cara al sol) y se convertía en un hervidero.



fig. 95 Mariano Espinosa. Tinta xina sobre paper dina A4

En la galería tenía otra mesa de caballetes que ponía y quitaba según mis necesidades y pintaba principalmente en la galería; tenía muy buena luz y me aislaba de los ruidos del resto de la casa. Aquesta excel·lent descripció ens explica la diversitat d'usos que pot tenir la *galería*. Serveix per pintar-hi però al mateix temps hi ha l'escalfador i la rentadora. Es tractava d'un pis de lloguer per a estudiants i les portes que separen la *galería* de l'habitació no tenien contrafinestres, però el Mariano les va substituir per cartolines negres que complien la funció d'enfosquir l'habitació. També és força interessant segons la seva explicació la importància de la protecció solar pel sol d'estiu: amb dues de tres persianes la cosa funciona més o menys, però amb una sola persiana la calor és insuportable.

La galería en l'obra de Montserrat Roig

En la seva novel·la "" (1992) descriu la *galería* i atorga a *les senyores de l'Eixample* l'ús d'aquest espai. *...darrere de cada porticó hi havia una història per a narrar. Una història per a narrar des de la galería estant, quan entrava la llum tamisada d'un capvespre de postguerra. Veig a l'àvia asseguda a la galería en una butaca de vímet. Llegeix històries de reines destronades o decapitades tot movent els llavis. ... Recloses a la part del darrere d'uns pisos immensos, les senyores de l'Eixample idearen com sentir-s'hi bé.*¹⁶¹

Els senyors tenien altres ocupacions i ocupaven altres sales, *... Les senyores del Eixample sabien que, al davant, hi havia el despatx del seu home, advocat o fabricant de filats... Ella va construir tot un món a la part del darrere, a les galeries, a les saletes i als menjadors. Allí s'hi escoltava, en diversos capítols de vegades deslligats, tot un cabal de literatura parlada.*¹⁶²



fig. 96 Jardins de Montserrat Roig. www.proeixample.com/

¹⁶¹ Montserrat Roig. *Digues que m'estimes encara que sigui mentida*. p.160

¹⁶² Montserrat Roig. *op. cit.* p.149

Pere Meroño, en la seva biografia de Montserrat Roig gairebé repeteix la mateixa descripció, però ara és a casa seva ... *Quan la Montserrat hi era, hom recorda la galeria curulla de plantes. El vell rellotge de paret fent recordança de les hores. La taula. Un balanci. Els seients de vímet. Les butaques de cretona florida*¹⁶³.

Encara hi ha més. Podem trobar un bon nombre d'escrits i articles que, a partir de l'estudi de la seva obra literària parlen de la *galeria* de l'Eixample. Carme Riera, Montserrat Roig: Una altra mirada de Barcelona, 1995, diu ... *L'obra de Montserrat Roig està plena de finestres perquè hi ha moltes dones que miren. Les famoses galeries de l'Eixample –aquest espai destinat a gineceu a tantes cases barcelonines, donat que queda a la part del darrere, prop de la cuina i de l'habitació de cosir- serveixen de talaia a tants altres personatges, penso per exemple en Judith, la mare de Natàlia, la vida de la qual està lligada a aquests típics miradors: “als ulls de la Judith hi veia una lleugera espurna, sobretot quan seia a la galeria, de cara als patis interiors... les nits de Nadal, la Judith portava les olles plenes de brou a la galeria... les dues, la Nina i la Judith, miraven sense mirar els patis que donaven a la galeria... els ulls miraven el pati de l'Eixample sense veure'l. Els miradors –el que anomenem tribuna i galeria- i les finestres –tan vinculades a la literatura de dona- es repeteixen en l'obra de Montserrat Roig. Assegudes davant d'elles les dones miren, observen en secret, fantasiegen.*¹⁶⁴

Actualment alguns d'aquests usos es van perdent com a conseqüència dels canvis d'hàbits i alhora per la millora dels equipaments de les cases, que cada vegada més van incorporant sistemes de climatització -calefacció i refrigeració- i les qualitats d'un espai com la *galeria* -assolellat a l'hivern i ombrívol a l'estiu- es van deixant d'apreciar en relació amb altres aspectes de l'habitatge. Això fa que a poc a poc la *galeria* vagi recuperant la seva qualitat d'espai residual.

En canvi, en altres casos ha passat tot el contrari. Hi ha *galeries* que suprimint les portes balconeres s'han incorporat a l'espai habitable, ampliant-lo. Quan passa això, la *galeria* desapareix, perd la seva condició i passa a formar part de l'espai interior. Ara ja no és un espai intermedi si no que s'han convertit -*galeria* i espai habitable- en un únic ambient, amb més superfície útil, però amb un comportament ambiental pitjor que depèn del tancament vidrat de façana, que anomenem *falsa galeria* (veure l'apartat 2.1.2) i que es comporta com un *mur cortina* amb tots els seus inconvenients.

¹⁶³ Pere Meroño. *El goig de viure. Biografia de Montserrat Roig*, p.262

¹⁶⁴ Carme Riera. *Una altra mirada de Barcelona*, p.11

El cas invers es dóna quan es fan tancaments de balcons, que generen noves *galeries*. Els motius per fer-ho acostumen a ser, primer la protecció acústica, sobretot en zones urbanes, i després l'aïllament tèrmic. Una vegada fets aquests tancaments, els balcons i les terrasses, la majoria continuen fent la mateixa funció que feien abans de tancar-se, però de vegades també s'incorporen a l'espai interior.

2.1.2 FUNCIONAMENT GLOBAL

Amb aquestes descripcions hem pogut descobrir alguns dels molts secrets que amaga la *galeria*.

D'una pinzellada el *blogger* presenta el paisatge força interessant d'un pati amb la seva roba estesa -sobretot llençols- els gats mioladors i els porticons de colors, però amb l'olor dolça dels croissants de mantega, la imatge no pot ser més suggerent. Aquesta és la màgia dels patis de l'Eixample, en què paisatges moltes vegades decrepits queden superats per la presència d'uns llençols estesos o d'uns porticons unes vegades pintats i d'altres no.



fig. 97 Habitatges amb *galeria* al pati

Per altra banda es confirma que una de les funcions principals de la *galeria* és la de magatzem i traster, safareig i el lloc on hi ha la rentadora, l'escalfador, etc. Tots aquests usos són compatibles a l'hora que també es fa servir d'estudi.

Com és lògic un estudiant, en un pis de lloguer no és molt exigent, i tot i així té recorda aspectes del comportament ambiental de la seva habitació que donava a la *galeria* amb unes balconeres que no ajustaven bé, i com va recuperar la funció d'uns porticons, que van desaparèixer qui sap quan, amb unes cartolines negres que li permetien dormir a les fosques, o com era de calorosa la *galeria* quan només hi quedava una persiana de les tres que hi hauria d'haver.

També hi ha conceptes molt interessants en l'obra de Montserrat Roig:

- Efectivament a la *galeria* hi havia sillonets de vímet -això ja ho sabíem- però al mateix temps s'ha confirmat que la *galeria* forma part del repertori d'espais que es completen amb les saletes i els menjadors. Segons l'hora del dia i el dia de l'any s'ocupava una sala o l'altra, en funció de la llum, la calor, etc.
- La *galeria* en aquestes cases burgeses, no tenia més funció que ubicar aquests sillonets per estar-s'hi. És a dir feia de saleta, mentre ho permetia la *llum tamisada de capvespre*, però l'habitació de cosir estava en un altre lloc, al costat però no a la *galeria*.
- La *galeria* no estava calefactada, motiu pel qual s'hi portaven les olles plenes de brou les nits de Nadal, perquè es refredessin.
- Finalment subratllar l'expressió, *la Nina i la Judith, miraven sense mirar els patis que donaven a la galeria...* quan normalment diem que són les *galeries* les que donen al pati.



fig. 98 Habitatge de l'Eixample on s'ha suprimit el tancament de la *galeria*

Per acabar amb el repertori d'usos actuals, destacar la paradoxa de què mentre en uns casos es tanquen balcons i apareix una nova *galeria*, en altres casos es fa desaparèixer quan és suprimeix el tancament interior¹⁶⁵ utilitzant-les de sala o menjador amb el mobiliari corresponent.

També es dona un cas intermedi entre tots dos, quan es tanca un balcó i alhora es suprimeix el tancament interior. Però això només es fa per ampliar l'espai interior i llavors no apareix la *galeria* per enlloc.

Aquests tancaments que acostumen a tenir el mateix aspecte que els de la *galeria*, es fan puntualment i per iniciativa individual per a un sol habitatge o com passava als edificis de la primera època de l'Eixample, en els edificis de nova construcció. És el que hem anomenat les *falses galeries*.

¹⁶⁵ En aquest cas la *galeria* deixa de ser un espai intermedi.

2.1.3 LES FALSES GALERIES

Hi ha tipologies d'edificis que aparentment disposen de *galeries* com les descrites: espais intermedis sobreposats a la façana. D'entrada això és el que sembla, però després resulta que no. Només es tracta de prolongacions de l'espai habitable, més enllà del pla de façana. En els edificis d'habitatges generalment són menjadors, sales d'estar o habitacions, que d'aquesta manera guanyen uns quants metres quadrats de superfície útil igual que ho feien les *volades* descrites en el capítol 1.

Aquests volums situats en voladís a les plantes pis dels edificis, a les ordenances municipals d'edificació s'anomenen *cossos volats tancats* i la primera Ordenança de l'Eixample de l'any 1857 (veure capítol 1.2.4) ja en fa referència quan especifica que ... *siendo además condición precisa que las casas tengan tres balcones á lo menos en su fachada, debiendo colocarse el mirador en el del centro y ser construido en armadura de hierro y cristales*".

La progressiva ampliació de la volada permesa, que si bé l'Ordenança de 1857 només admetia un vol màxim de 0,78m al primer pis -decreixent als pisos superiors-, la de 1891 ja permetia volar fins a 1,50m. Això juntament amb la desaparició de la *condición precisa* -citada al paràgraf anterior- i amb la manca de control de la imatge de l'Eixample, va afavorir que la construcció dels cossos volats a la façana principal deixés de fer-se amb estructura de ferro, de fusta i fins i tot de pedra tallada i passés a ser amb tancaments d'obra i finestres o balcons collats a l'obra, obtenint una construcció bastant més econòmica però sobretot molt més lletja¹⁶⁶.

Excepte en la primera època de l'Eixample i tret de rares excepcions, a la façana principal no hi ha *galeries*. Generalment són *tribunes* en continuïtat amb l'espai interior que no tenen les propietats de la *galeria*. D'aquest model, quan el seu aspecte exterior és semblant i per tant es confon amb una *galeria*, en diem *falsa galeria* perquè el seu comportament ambiental pot ser problemàtic. Sobretot en els aspectes tèrmic i acústic.

La *galeria* fa les funcions de filtre i de coixí, modulant i esmorteint les transferències de calor, de llum i de soroll entre l'exterior i l'interior. En canvi la *falsa galeria* no només perd aquestes qualitats si no que en alguns aspectes actua com un amplificador.

¹⁶⁶ Fins l'any 1978 a la *Ordenanza sobre Protección del Patrimonio Arquitectónico, Histórico-Artístico de la Ciudad de Barcelona*, no es va tornar a reduir el vol dels cossos tancats i oberts, limitant-los a 1,00m, obligant a fer les tribunes amb vidre i indicant un criteri de composició vertical.



fig. 99 *Falsa galeria*. Prolongació de l'espai interior

Tèrmicament, la gran superfície de vidre li confereix a la *falsa galeria* el comportament del *mur cortina*. Durant les hores de sol, fins i tot a l'hivern, afavoreix l'efecte hivernacle -igual que en un cotxe aparcad a ple sol-, produint sobreescalfament en l'ambient interior. Aquest excés de calor s'haurà dissipar, ventilant o mitjançant sistemes de climatització.¹⁶⁷ A més, la gran superfície de vidre -que generalment no disposa de protecció-, durant les nits fredes d'hivern tindrà importants pèrdues tèrmiques per transmissió i en els dies calorosos d'estiu uns guanys excessius per radiació. Aquestes mancances i excessos només es poden compensar amb sistemes mecànics de climatització i amb uns consums energètics considerables.

Com espai intermedi la *galeria* amorteix els intercanvis tèrmics, així la seva temperatura se situa entre la exterior i la interior. Excepte quan fa d'hivernacle, en aquest cas es sobreescalfa. Però la *inèrcia tèrmica* absorbeix i acumula part de la calor i en retarda la seva transferència cap a l'espai habitable, que es produeix quan les condicions exteriors han canviat -ja no fa sol i si és hivern comença a fer fred-. Aquesta *inèrcia tèrmica* és necessària perquè la *galeria* sigui realment un sistema¹⁶⁸ i se situa en el mur de façana que separa la *galeria* de l'interior.

El control lumínic d'una obertura sense persianes o porticons sempre és problemàtic. Un finestral sense cap més element de control que una trista cortina o un estor tipus *foscúrit* -com els de moltes habitacions d'hotel- permet un control total de la llum molt deficient -sobretot si és un dormitori- perquè aquestes cortines no ajusten mai bé.

¹⁶⁷ Amb la ventilació i/o climatització s'elimina la calor que després, quan es faci fosc i baixi la temperatura exterior, caldrà aportar també amb sistemes mecànics.

¹⁶⁸ Una galeria sense inèrcia tèrmica és una falsa galeria, no funciona o més ben dit pot arribar a funcionar pitjor que si no hi fos.

Pel que fa al control del soroll exterior, és indiscutible que una bona fusteria, de fusta, metàl·lica o de PVC, amb dobles i triples vidres, caríssims, laminats i units amb PVB (butiral de polivinílic) i gas argó a la cambra d'aire proporcionen uns nivells d'insonorització excel·lents. Però les fusteries envelleixen i -si són practicables- fins i tot les de bona qualitat acaben despenjant-se lleugerament i aleshores el soroll passa a través de les juntes. Potser l'únic avantatge de les *falses galeries*, i només a nivell acústic, és que molts d'aquests finestrals no són practicables. Però llavors això encara suposa uns quants inconvenients més: no es pot obrir per ventilar i els vidres només es poden netejar per de fora.

De la *falsa galeria* i el seu mal funcionament en tornarem a parlar en el capítol 3.4 Models representatius, a partir dels resultats dels càlculs.

2.2 PRINCIPIS DE FUNCIONAMENT ENERGÈTIC

La *galeria*, en la seva condició d'espai intermedi regula els intercanvis energètics entre els ambients exterior i interior. Pot realitzar funcions de filtre, connector o barrera, segons els requeriments de l'usuari i amb la posició adequada de cadascun dels seus components¹⁶⁹.

Acústicament, quan les vidrieres estan obertes la *galeria* es comporta com un *balcó* i si a més obrim les balconeres interiors, llavors el soroll entra lliurement -funció de connector-. En canvi quan està totalment tancada actua com un doble tancament -funció de barrera-, i millora l'aïllament acústic comparada amb un tancament senzill.

Per al control de la llum natural, disposa de senzills però efectius sistemes de control. Des de l'obstrucció total -funció de barrera- quan es tanquen els porticons interiors –contrafinestres- i l'ambient queda a les fosques, fins a permetre la màxima entrada de llum -funció de connector- amb les balconeres obertes i la persiana recollida, passant per qualsevol estat intermedi -funció de filtre- en què l'usuari pot controlar les persianes i els porticons.

Quan la persiana es desenrotlla verticalment, davant de la vidriera, actua com un filtre amb una obstrucció ben alta. Però si es penja per fora de l'estenedor, queda separada del tancament vidrat i deixa passar l'aire i una certa quantitat de llum que ve de baix cap a dalt, reflectida pel terra exterior.

Aquests aspectes els quantificarem al capítol 3.2.4 Control lumínic. Ombratge i difusió de la llum.

En el cas de la radiació solar¹⁷⁰ la *galeria* a més d'actuar com un regulador també ho fa com a sistema de captació i acumulació de calor, gràcies a l'*efecte hivernacle* i a la *inèrcia tèrmica* del sistema – propietats que explicarem tot seguit- i això permet dosificar i retardar la transferència d'aquesta calor a l'espai interior.

Per la seva complexitat, procurarem analitzar el comportament dels diferents fenòmens per separat, tot i que no sempre és fàcil. Per exemple, no podem deslligar el concepte d'*ombratge* relatiu al control de la llum, del de *protecció a la radiació* que afecta el comportament tèrmic. Es tracta d'aspectes diferents -llum i clima- tots dos es deuen al mateix efecte.

¹⁶⁹ Quan la *galeria* està tancada tant a l'exterior com a l'interior, és un espai coixí que es troba en unes condicions intermèdies respecte de les exteriors i les interiors.

¹⁷⁰ La radiació solar també és llum, però ara ens referim al comportament tèrmic de la *galeria*.

2.2.1 EFECTE HIVERNACLE I PROTECCIÓ A LA RADIACIÓ

Els sistemes de climatització natural *són conjunts de components d'un edifici que tenen com a funció principal millorar el seu comportament climàtic. Actuen sobre els fenòmens radiants, tèrmics i de moviment de l'aire que es produeixen naturalment a l'arquitectura. També se'ls anomena "sistemes passius" pel fet de no utilitzar cap font d'energia artificial per al seu funcionament.*¹⁷¹

La *galeria* és un d'aquest sistemes. Reuneix les condicions que la poden convertir en un *sistema captador* de l'energia solar i alhora disposa d'un *sistema d'inèrcia* -que actua estabilitzant la temperatura interior davant les oscil·lacions de les condicions exteriors-. També és un *sistema de ventilació i tractament de l'aire* i -segons la posició dels seus elements- es transforma en un *sistema de protecció a la radiació*.

Efecte hivernacle

A l'hivern –quan fa fred- la seva funció és captar l'energia de la radiació solar –gràcies a l'*efecte hivernacle*- i la transfereix a l'interior en forma de calor –amb un cert retard gràcies a la seva inèrcia-.

Amb l'*efecte hivernacle* molt sovint es comet un error de concepte. Ens hem trobat versions equivocades –fins i tot des d'àmbits acadèmics- que expliquen que la radiació solar –bàsicament d'ona curta, $\lambda < 2400\text{nm}$ - en travessar un vidre o ser reflectida per un parament canvia de longitud d'ona i passa a ser d'ona llarga –que el vidre deixa passar- quan el cert és que la radiació -per aquests motius- només veu reduïda la seva intensitat, degut a la transparència del vidre o el color de la superfície que la fa més o menys reflectant, però conserva totes les seves característiques.

La radiació que emeten els cossos sí que és d'ona llarga –radiació terrestre-. Aquesta és la que no pot travessar el vidre¹⁷² i llavors es produeix l'*efecte hivernacle*.

¹⁷¹ Helena Coch i Rafael Serra. *El disseny energètic a l'arquitectura*. p.84

¹⁷² Veure la fig. 100. El vidre no és transparent per sobre de $\lambda < 2700\text{nm}$. Veure també la distribució espectral de la radiació solar, i terrestre, que emeten els cossos.

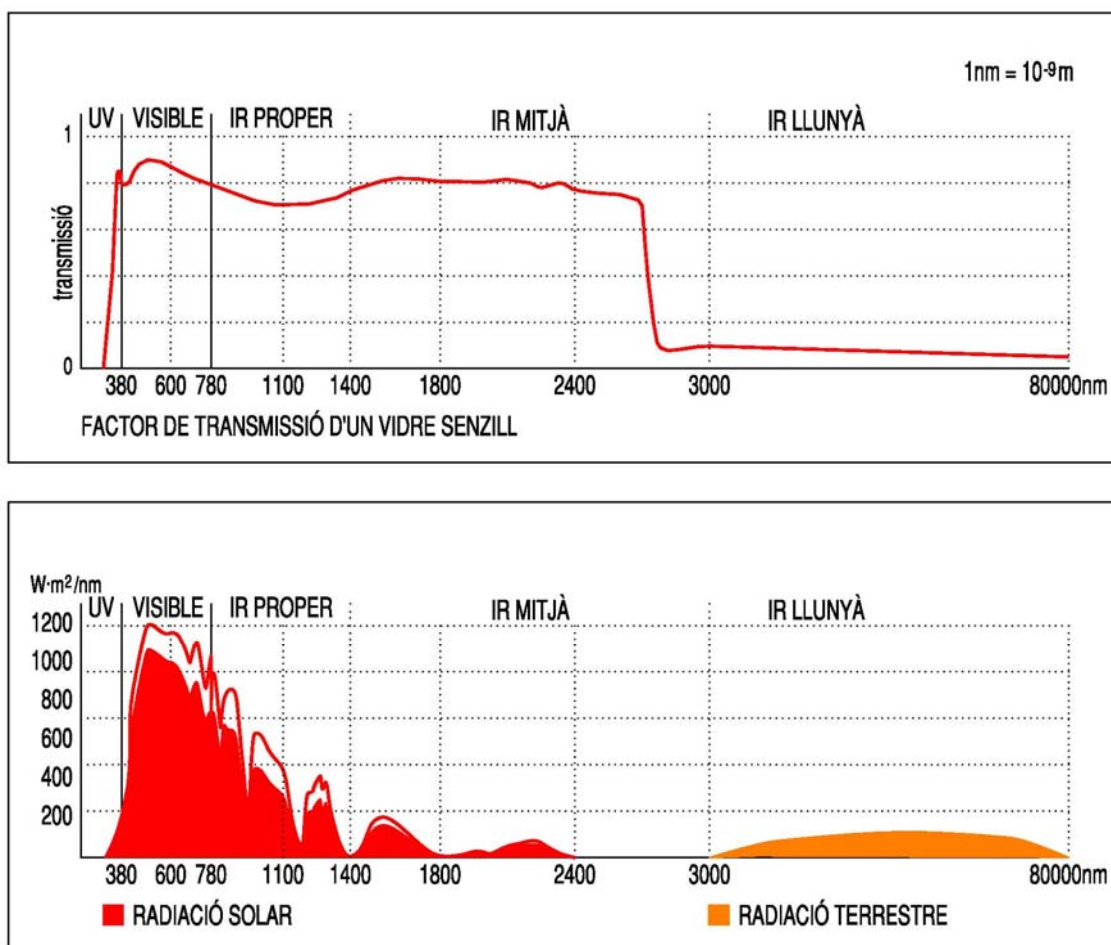


fig. 100 Transmissió d'un vidre senzill i distribució espectral de la radiació solar i terrestre

Un exemple de l'error més comú relacionat amb aquest fenomen el trobem en l'explicació que fa Oscar Tusquets en el seu llibre –per altra banda magnífic- *Más que discutible*. En el capítol titulat precisament, *El engorroso efecto invernadero*, diu ...*El curioso fenómeno por el que los rayos caloríficos que han traspasado sin dificultad el vidrio cambian de longitud de onda*¹⁷³ *al reflejarse y no pueden volver a hacerlo en sentido inverso, quedando prisioneros en el interior, ha hecho posible no sólo que árboles frioleros resistan gélidos inviernos en el interior de sus casas de cristal sin ayuda de calefacción, sino concebir ingeniosos sistemas de aprovechamiento de energía solar. Pero cuando el sol pega de veras, provoca grandes problemas de confort que no han dejado de martirizar a los arquitectos, o mejor, a los usuarios, desde que aquéllos pudieron disponer de grandes superficies de vidrio...*

¹⁷³ És un error molt comú creure que la radiació -*rayos caloríficos*- en reflectir canvia de longitud d'ona. Ara veurem que no és així

Es refereix als problemes que deriven -per aquest *efecte*- de l'ús incontrolat de grans superfícies de vidre en les façanes de molts edificis, alguns tan emblemàtics com la Biblioteca d'Història de Cambridge de James Stirling (1967), situada a una latitud ($52^{\circ}12'N$) on teòricament el sol no es considera un problema si no un bé escàs. *Jimmy*¹⁷⁴ *contestó, entusiasta y convencido, que Inglaterra no era España, que allí el sol no constituía problema alguno y que los "consultings", tras minuciosos cálculos, naturalmente por ordenador, le habían garantizado la bondad de la solución. La Biblioteca de Cambridge tuvo problemas enormes desde su apertura. Las dilataciones que se producían debido a las altas temperaturas*¹⁷⁵ *... comprometían su estanqueidad...*"



fig. 101 James Stirling. Biblioteca de la Facultat d'Història de Cambridge

Oscar Tusquets diu que l'efecte hivernacle ha permès concebre magnífics sistemes d'aprofitament de l'energia solar. Podem afegir que la *galeria*, tot i no haver estat concebuda expressament per aquest motiu, potser n'és l'exemple arquitectònic més representatiu.

La *galeria*, adossada a la façana d'un edifici funciona com un hivernacle i per tant és un captador solar. Això, és tan beneficiós i favorable a l'hivern -en condicions de fred, i amb necessitat de calefacció- com molest i negatiu a l'estiu -per l'excés de calor- a no ser que el sistema disposi d'elements de protecció que evitin el sobreescalfament¹⁷⁶.

¹⁷⁴ Es refereix col·loquialment a James Stirling.

¹⁷⁵ Altes temperatures a l'interior de l'edifici, per culpa d'un efecte hivernacle no previst.

¹⁷⁶ Aquest és el problema que tenen les *galeries* sense persiana.

Protecció a la radiació

La correcta disposició de tots i cadascun dels components d'una *galeria* és determinant pel seu bon funcionament.

Un dels elements que -potser per la seva simplicitat- sovint s'oblida que forma part de la *galeria* és la persiana, la qual fa les funcions de protecció a la radiació i és necessària -fins i tot en un clima temperat i suau o quan no fa molta calor- per evitar situacions d'escalfament excessiu. Aquest és el cas de la Biblioteca de Cambridge, de la Piràmide del Louvre i de tants edificis de vidre que han prescindit dels sistemes de protecció a la radiació, pretenent que tot el control climàtic el facin els sistemes mecànics de climatització, quan realment aquests només actuen sobre les condicions de l'aire -temperatura i humitat- però no tenen cap efecte sobre la radiació.



fig. 102 Persiana de corda

Yo mismo proyecté un pabellón acristalado en un jardín como sala comedor del restaurante Azulete de Barcelona,... y preveía que, en nuestro clima, el invierno sería soportable instalando una sencilla calefacción por aire. El verano, aun estando rodeados de árboles grandes y frondosos y de abrir las fachadas laterales, me preocupaba mucho más. En un principio regábamos la pirámide mediante un aspersor situado en su centro. El resultado era bello y bastante efectivo, pero aceleraba la inevitable corrosión de la estructura. Más tarde nos resignamos a instalar aire acondicionado, aunque significase sacrificar el contacto con el jardín. Tras muchos cálculos de especialistas, la instalación fracasó, pues al cerrar el espacio hacía más calor dentro que fuera. Al final me rendí a la evidencia de que sólo colocando un filtro por encima del cristal conseguiríamos algo, como así fue. En un principio con redes plásticas de las empleadas en invernaderos, y al final mediante persianas de listoncitos que se retiran arrolladas en invierno.¹⁷⁷

El sistema de protecció a la radiació en el cas de la *galeria* és tan senzill com una modesta persiana enrotllable de llistonets. La seva disposició té una gran importància ja que mal situada perd la seva efectivitat. Aquests aspectes els tractarem quant parlem de ventilació i ombratge.

¹⁷⁷ Oscar Tusquets, *op. cit.*

2.2.2 TRANSFERÈNCIA DE CALOR. INÈRCIA TÈRMICA

Quan fa fred el dia és curt i convé aprofitar la feble calor del sol per escalfar l'interior dels edificis. Amb el bon temps cal evitar l'entrada de la radiació; és millor protegir-se'n i estalviar-se sobreescalfaments no desitjats.

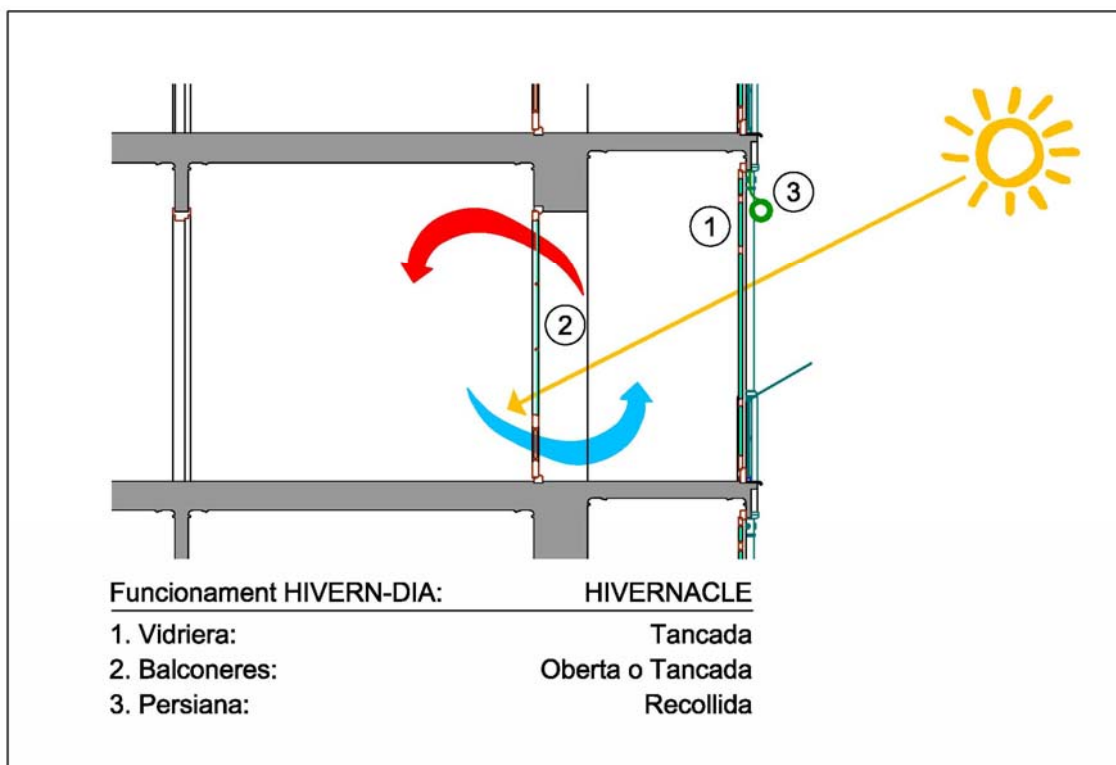


fig. 103 Esquema de funcionament climàtic de la *galeria*. HIVERN/DIA

Veiem doncs com funciona la galeria en aquestes condicions. La fig. 103 mostra com a l'hivern de dia, la galeria deixa entrar el sol a través del tancament vidrat amb la persiana recollida i les balconeres interiors tancades o obertes¹⁷⁸.

Quan la radiació solar ha travessat el vidre és absorbida pels objectes i paraments de la *galeria* sobre els que incideix -terra, parets, mobiliari, etc.- transformant-se en calor. Aquests, en escalfar-se emeten radiació, transferint calor uns als altres -per exemple cap a aquells que de moment no estan exposats al sol i per això estan més freds- i també cap al vidre, on es produeix l'efecte hivernacle -no deixa passar la radiació d'ona llarga- pel qual serà reflectida, quedant-se dins de la *galeria* i sent absorbida novament pels propis elements. I així es va repetint el procés.

¹⁷⁸ Si estan tancades l'aire interior no es barreja amb el de la galeria. Obertes, els dos aires es barregen. Per a la següent explicació suposem -en primer lloc- que estan tancades.

Al mateix temps, pel fet d'estar calents aquests elements escalfen l'aire, que té una densitat $d=1,2\text{kg/m}^3$ i una calor específica¹⁷⁹ $C_e=1,0\text{kJ/kg}\cdot\text{K}$ molt baixes o sigui que la seva capacitat calorífica¹⁸⁰ $c=1,2\text{kJ/m}^3\cdot\text{K}$ també és molt baixa. Per tant, en contacte amb un parament calent s'escalfarà ràpidament augmentant força la seva temperatura.

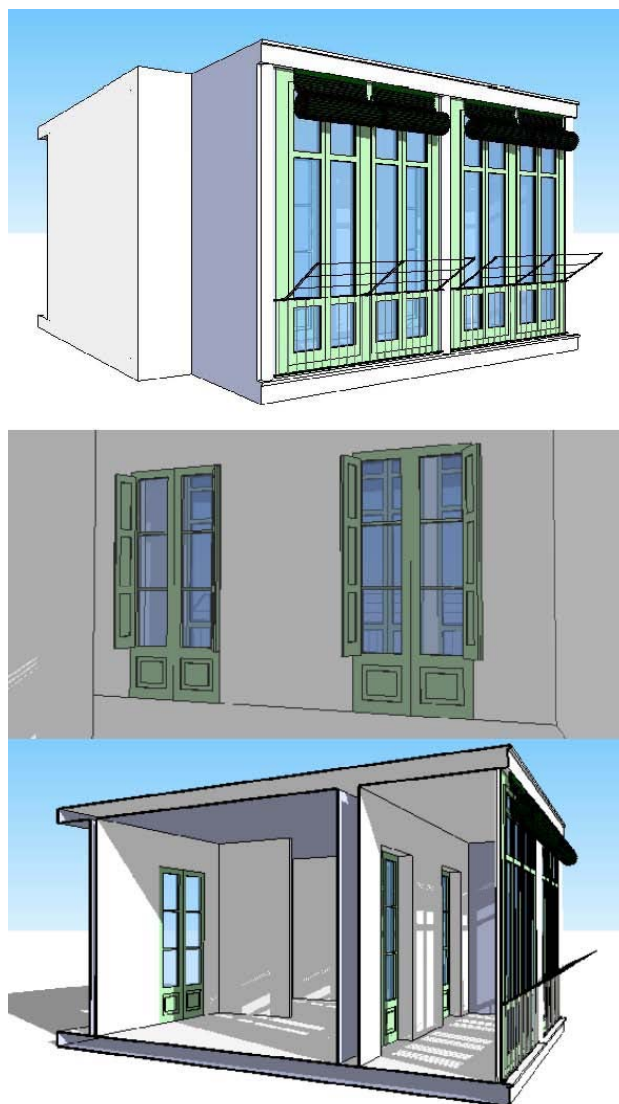


fig. 104 Funcionament de la *Galeria*. HIVERN/DIA

¹⁷⁹ Calor específica (C_e). Quantitat de calor que ha de rebre una substància per elevar un kelvin ($1\text{K}=1^\circ\text{C}$) la temperatura d'un quilogram de matèria. unitats: $\text{kJ/kg}\cdot\text{K}$

¹⁸⁰ La capacitat calorífica és la aptitud dels materials per emmagatzemar calor. La de l'aire és molt baixa, sobretot comparada amb la de l'aigua: $c= 4.181\text{kJ/m}^3\cdot\text{K}$ ($d=1.000\text{kg/m}^3$; $C_e=4,181\text{kJ/kg}\cdot\text{K}$), per això l'aire s'escalfa, i es refreda, molt ràpidament.

En estar més calent l'aire de la *galeria* que el de l'exterior -tots dos en contacte amb el vidre¹⁸¹-, s'estableix un flux d'energia per *conducció* a través del vidre, que suposa una pèrdua de calor per transmissió¹⁸² de la *galeria* cap a l'exterior.

Fins aquí hem vist els intercanvis de calor entre la *galeria* i l'exterior, i com s'escalfa l'aire interior. Però no oblidem que darrere la *galeria* hi ha un espai habitable: el propi edifici. Veiem doncs com s'estableixen les transferències de calor entre *galeria* i interior.

Abans cal dir però, que si bé la *galeria* se separa de l'exterior mitjançant un tancament lleuger de vidre, la seva divisió amb l'interior la fa un mur força pesat -la paret de façana-, que acostuma a ser de totxo massís de 30-35cm on hi ha unes obertures, generalment tancades per portes balconeres practicables de fusta i vidre, gairebé sempre proveïdes de porticons interiors que permeten tancar la part transparent. A través d'aquestes obertures s'accedeix a la *galeria* des de l'interior.

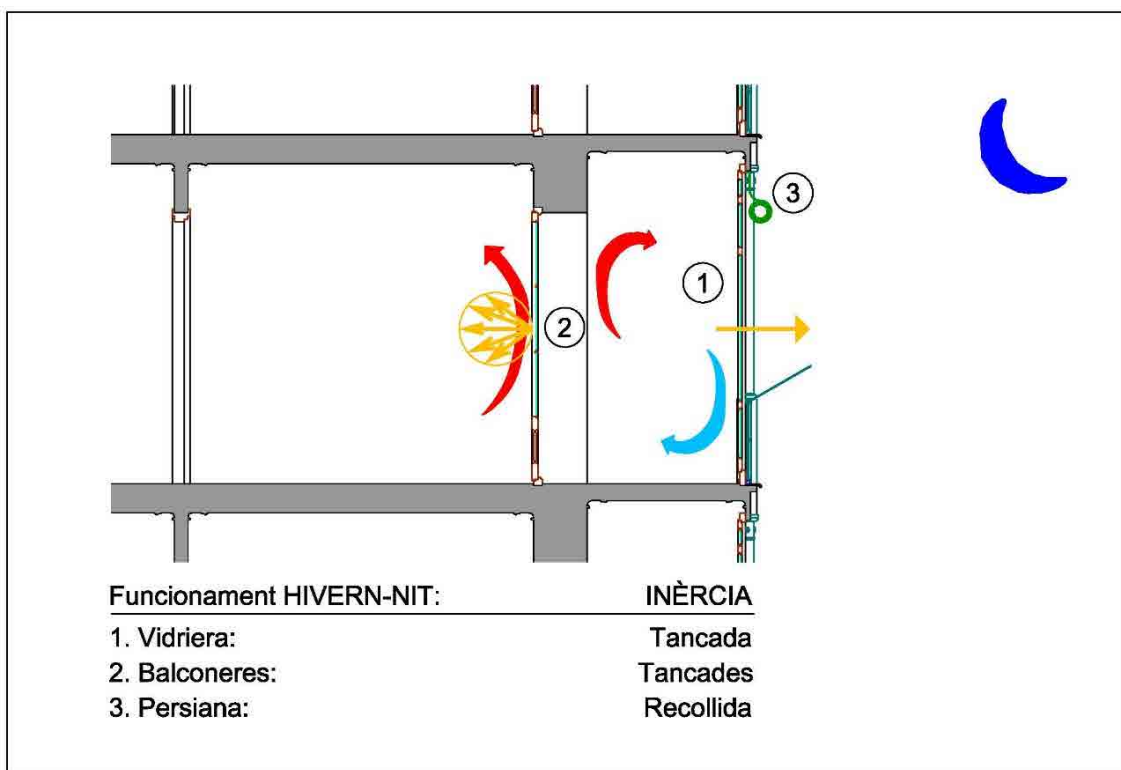
L'aire de la *galeria* en contacte amb aquesta paret separadora de l'interior i altres elements s'escalfa. Per entendre el procés hem suposat que fins ara les balconeres eren tancades. Si les obrim, l'aire més calent de la *galeria* es barrejarà per *termocirculació* amb l'aire interior que de moment es troba més fred, establint-se moviments convectius entre tots dos aires, que ara ja en són un de sol. Aquest, en augmentar de temperatura cedirà calor a les parets i elements de l'interior, refredant-se i reiniciant el cicle.

Hi ha un altre procés de transferència de calor entre *galeria* i interior, independent d'aquests o si es vol complementari, que juntament amb l'efecte hivernacle li atorga la categoria de sistema de captació, acumulació i transferència de calor.

Quan la radiació solar incideix sobre la paret de separació pel costat de la *galeria*, aquesta n'absorbeix una part i s'escalfa, primer superficialment i després lentament una part la calor absorbida va penetrant i escalfant la massa de la paret, per *conducció* -a baixa velocitat, de l'ordre de cm/hora-. Per tant a la paret s'hi acumula una quantitat considerable d'energia calorífica. Aquest procés, al cap d'unes hores haurà escalfat el gruix de la paret arribant fins a la cara interior i llavors aquesta la cedirà a l'espai habitable, per *radiació*, i *convecció* amb l'aire interior.

¹⁸¹ El vidre és un material d'alta conductivitat tèrmica.

¹⁸² Transmissió tèrmica (U). Quantitat de calor per unitat de temps que passa per un metre quadrat (1m²) d'un tancament, quan entre els dos aires, a una i altra banda, hi ha una diferència de temperatura d'un kelvin (K); unitats: W/m²·K, per un vidre de 6mm U= 5.7W/m²·K.

fig. 105 Esquema de funcionament climàtic de la *galeria*. HIVERN/NIT

El fet d'acumular calor i transferir-la a l'ambient habitable amb retard, permet una certa estabilització climàtica en el temps. És la *inèrcia tèrmica*.¹⁸³

La cessió de calor a l'interior es produeix –a l'hivern– quan a la *galeria* ja no hi toca el sol. Per tant aquesta aportació es fa en el millor moment, quan baixa la temperatura exterior i amb ella –per l'elevada transmissió del vidre– també ho fa la de la *galeria*, fet que aconsella tancar les balconeres de l'interior –quan s'amaga el sol–, per evitar que també es refredi. I serà encara millor si –quan es fa fosc– també es tanquen els porticons, perquè al ser de fusta la seva conductivitat és força més baixa que la del vidre i això reduirà les pèrdues per transmissió.

¹⁸³ Propietat que indica la resistència d'un cos a canviar la seva temperatura. Es mesura per la quantitat de calor que pot conservar i la velocitat amb que la cedeix o absorbeix de l'entorn. Depèn de la massa, de la capacitat calorífica i del coeficient de conductivitat tèrmica de l'element considerat.



fig. 106 Funcionament de la *Galeria*. HIVERN/NIT

2.2.3. VENTILACIÓ

Hem vist el funcionament de la *galeria* en condicions d'hivern i tot seguit tractarem un tema més general, la ventilació, que té uns objectius ben diferents segons l'època de l'any. Quan fa fred la seva funció es limita a la renovació de l'aire interior, per mantenir les seves condicions higièniques dins d'uns marges acceptables.

L'aire d'un ambient interior requereix una determinada freqüència de renovació, segons el seu ús i el nombre d'ocupants. En dormitoris, sales d'estar o despatxos -els usos més freqüents dels espais habitables als pisos de l'Eixample- els valors recomanats per a condicions d'hivern oscil·len de 30 a 40m³/hora/persona o un mínim de dues renovacions per hora¹⁸⁴: $rh=2m^3/m^3 \cdot h$.

La *galeria* pot evitar la barreja directa de l'aire exterior amb el de l'interior i ventilar en dues tandes: exterior/*galeria* i *galeria*/interior. Això -controlant les obertures- permet introduir un aire preescalfat que produeix una renovació lenta però continuada, durant les hores de sol, quan la temperatura exterior és la més alta del dia. En aquesta època, la persiana està recollida i deixa passar del sol.

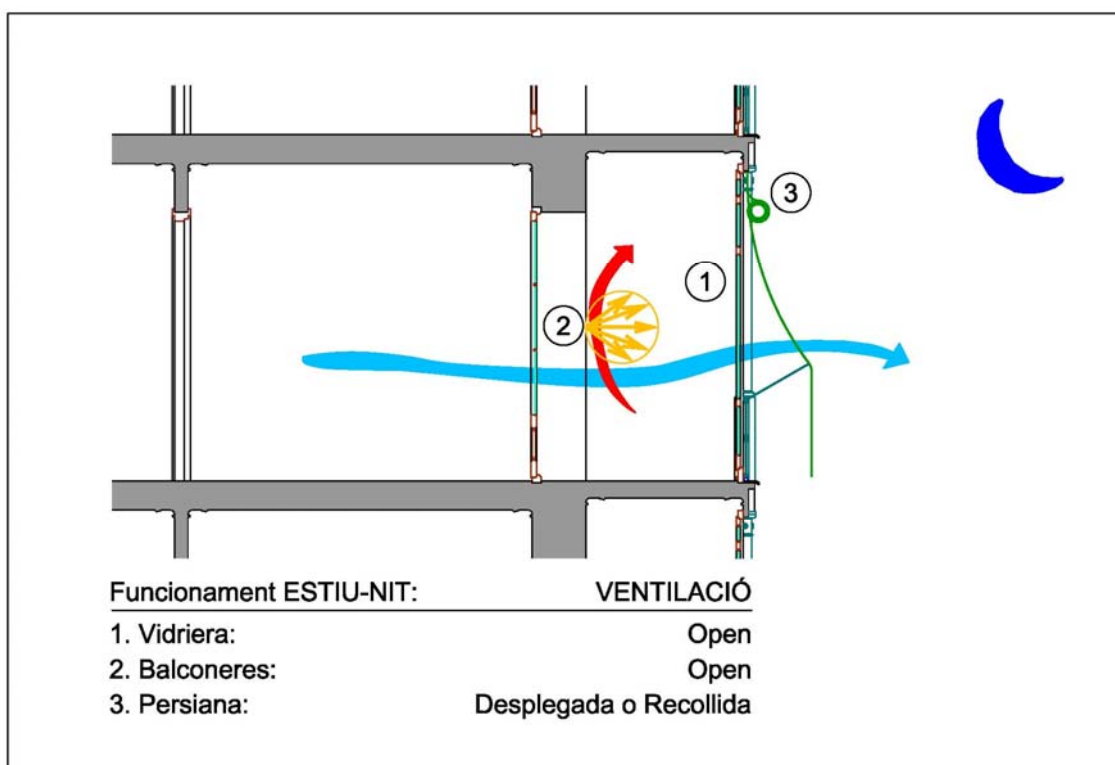


fig. 107 Esquema de funcionament climàtic de la *galeria*. ESTIU/NIT

¹⁸⁴ Renovacions/hora: nombre de vegades per hora, que cal renovar tot el volum de l'aire interior d'una cambra. Es mesura en m³/m³·h

Amb el bon temps, la ventilació es pot fer de qualsevol manera, obrint la *galeria* i les balconeres. Amb la persiana passada per fora de l'estenedor s'afavoreix el pas de l'aire i a més s'evita l'entrada del sol si fa calor. Tot i això, en condicions d'estiu és preferible ventilar durant la nit, quan la temperatura exterior és més fresca.

Mentre la temperatura interior sigui més baixa que la de fora serà preferible tenir els porticons tancats i evitar introduir un aire més calent.

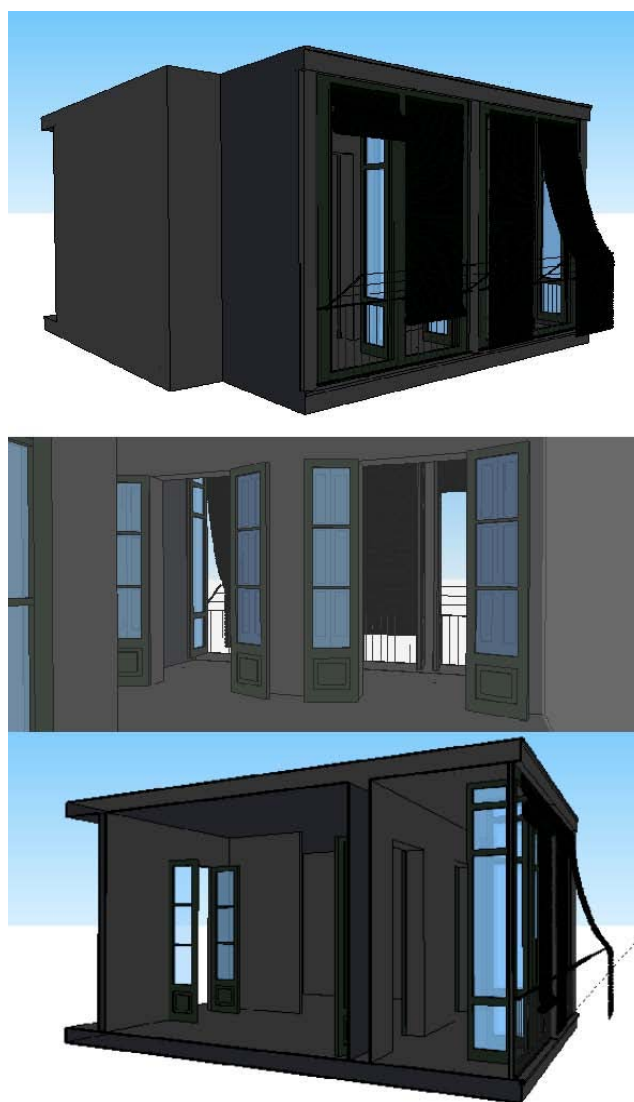


fig. 108 Funcionament de la *Galeria*. ESTIU/NIT¹⁸⁵

¹⁸⁵ A la fig. 108, les balconeres obertes a l'estiu de nit i les persianes recollides o separades del tancament permeten que la ventilació refresqui l'ambient interior.

Hi ha dos aspectes que val la pena tenir presents. Estan relacionats amb la ventilació o més exactament amb el fet d'obrir finestres i balconeres.

En primer lloc tenim la pols i brutícia que entra de l'exterior quan obrim per ventilar, com també ho fa el soroll. Aquí les *galeries* que donen als patis estan en clar avantatge respecte de les obertures que donen al carrer, on hi ha una concentració més alta de contaminació deguda al trànsit. Per tant, la ventilació per la façana principal proporcionarà un aire més brut. És clar que si es fa la ventilació encreuada, obrint les obertures de totes dues façanes, llavors el problema dependrà de per on bufi el vent.

El segon aspecte està relacionat amb la seguretat. Deixar les balconades obertes tota la nit –com recomanem fer a l'estiu- pot facilitar la intrusió, però sobretot donar sensació d'inseguretat.

Per resoldre aquest segon punt hi ha alguna solució relativament senzilla. Al punt 1.1.3. Morfologia (pàg.82) hem vist la *galeria* de doble volum que pot disposar d'unes obertures practicables segures i a més, si plou no deixen entrar l'aigua. Una altra opció igualment efectiva la trobem en el tancaments de tipus oscil·lo-batent.

2.2.4 CONTROL LUMÍNIC. OMBRATGE I DIFUSIÓ DE LA LLUM

El sol d'hivern que mirem d'aprofitar en els mesos freds és molt feble, però quan fa calor resulta massa fort i llavors procurem evitar-lo. Si l'ambient ja és calorós, a ple sol pot resultar insuportable. Per això busquem l'ombra: una zona fosca i protegida de la radiació -llum i calor-.

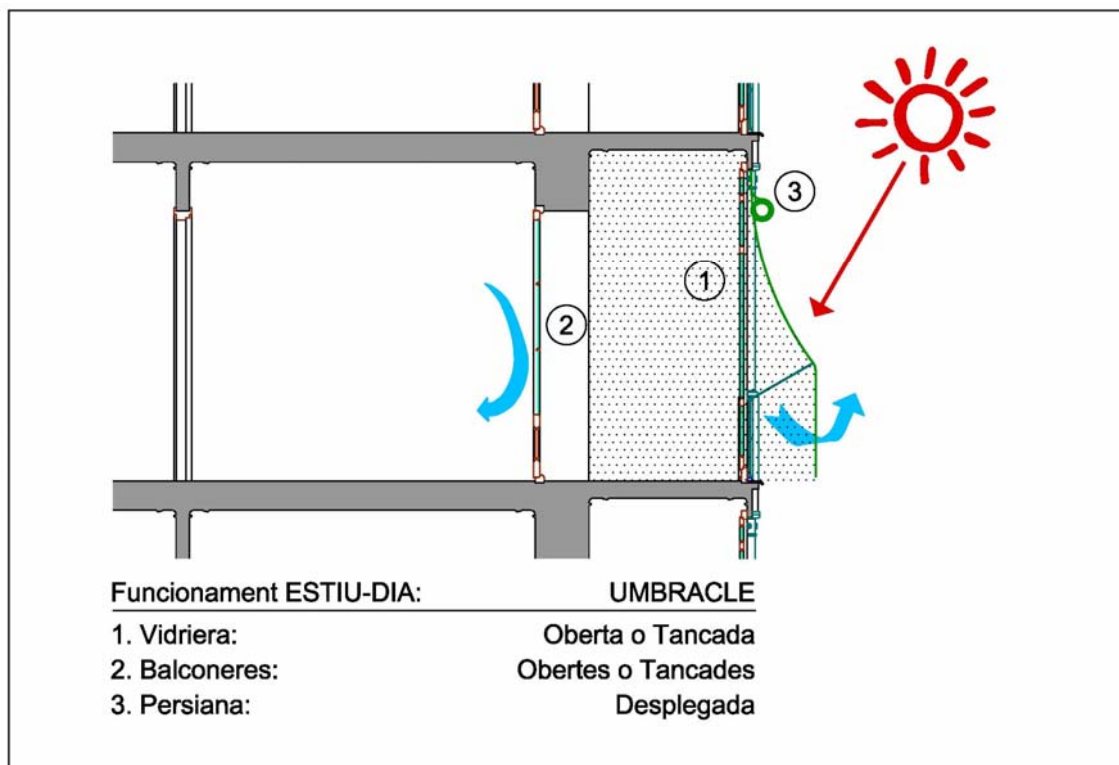


fig. 109 Esquema de funcionament climàtic de la *galeria*. ESTIU/DIA

Quan fa fred els llocs ombrívols són més freds, humits i inhòspits, comparats amb aquell raconet on hi toca el sol, i que potser es troba protegit del vent. A l'estiu passa el contrari, només la gent gran i alguns turistes provinents de països nòrdics s'exposen al sol durant les hores de més calor. És a dir que quan parlem de control lumínic també ens referim al control tèrmic. A l'hivern fins i tot per el nostre clima, generalment la llum és benvinguda; en tot cas caldrà controlar-la per evitar enlluernaments.

Això ho explica molt bé Oscar Tusquets quan diu que *...inevitablemente me trae a la memoria los cobertizos de cañizo que nos protegían cuando niños en la playa. ¡Qué calidad ambiental en aquellas sombras! Cañas que aíslan del calor -sobre todo si se dejan enteras con su cámara de aire interior-, de color claro¹⁸⁶ y por tanto reflectantes, adosadas pero dejando resquicios por los que circula el aire y se filtra el sol... Recuerdo incluso que las familias “bien” poseían sombreros con dos capas cruzadas de cañizo separadas por una cámara ventilada.¹⁸⁷*

Hem explicat les qualitats de la *galeria* com a sistema climàtic molt adequat per a condicions d'hivern, però a mesura que s'enretira el fred aquest funcionament va deixant de ser vàlid, i de cara a l'estiu resultaria desastrós.

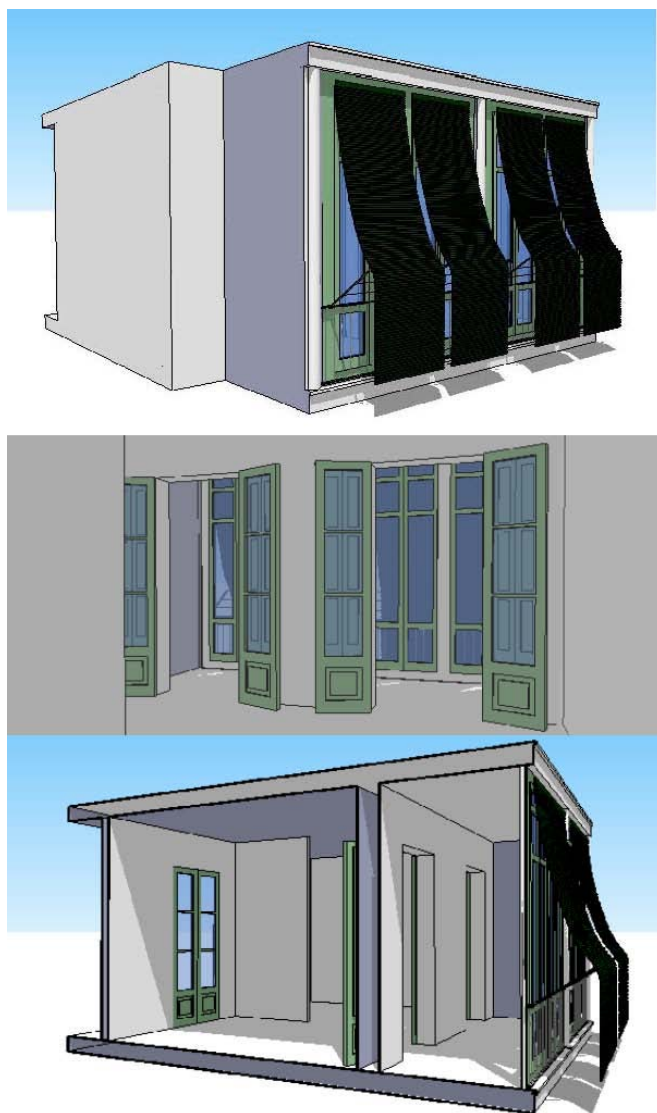


fig. 110 Funcionament de la *Galeria*. ESTIU/DIA

¹⁸⁶ Quan parlem de la persiana explicarem perquè és millor que les canyes siguin de color fosc.

¹⁸⁷ Oscar Tusquets, *op. cit.*

Amb el bon temps augmenten les temperatures i els espais interiors ja no necessiten la calor del sol per aconseguir un ambient confortable. Ara cal evitar que pugi massa la temperatura. Per tant cal disposar d'un sistema que controli el pas de la radiació i per tant de la llum.

La *galeria* de l'Eixample generalment –però no sempre– disposa d'un gran sistema de protecció. Es tracta de la persiana enrotllable *de corda* amb llistonets de fusta situada a l'exterior disposada com mostren les fig. 109 i 110 els dies d'estiu.

D'elements que compleixin com sistema de protecció a la radiació n'hi ha de molts tipus. Fixos o mòbils, rígids o flexibles, senzills o complexos. Des del voladís d'un balcó -que fa ombra sobre part de la façana- fins al para-sol o tendal, passant pels vidres reflectants, se'n poden trobar per a totes les aplicacions possibles. Però la majoria sempre acostumen a tenir algun inconvenient important.

El voladís al ser un element fix deixa passar el sol més baix a l'hivern i fa ombra amb al d'estiu. Però durant les èpoques intermèdies la seva rigidesa no li permet adaptar-se a les necessitats d'un clima temperat on pot fer fresca a principis d'estiu o calor a finals de tardor i a l'inici de primavera. Per altra banda, com protector de la radiació només funcionarà correctament si està orientat a sud; per a altres orientacions és molt poc eficaç.

Els tendals, para-sols i cortines, normalment de roba i colors clars, més que protectors a la radiació fan de difusors, però no disposen d'aïllament tèrmic. Per això moltes vegades a sota d'un tendal -a poca distància- si l'aire no es mou hi fa la mateixa calor o fins i tot més que a ple sol.

Els vidres especials s'utilitzen generalment en façanes de *mur cortina* per edificis d'oficines i comercials -també se'n posen en edificis d'habitatges-, amb resultats gens satisfactoris en tots els casos. De vidres no transparents hi ha els reflectants -de mirall- i els tintats o de color. Tots tenen factors de transmissió baixos -a la llum i a la radiació-, però això és a canvi d'augmentar el seu factor de reflexió -els reflectants-, i d'absorció -els de color-. És a dir, que en tots dos casos tenim uns vidres que deixen passar poca llum i poca radiació directa. Per això no donen una bona resposta lumínica i fan necessària la llum artificial. A més, els vidres tintats absorbeixen una gran quantitat de la radiació que els hi arriba convertint-la en calor, una part de la qual serà transmesa a l'interior generant una considerable càrrega tèrmica que -quan les fusteries no són practicables- només es pot compensar amb aire condicionat. Són solucions que resulten cares ja que per elles mateixes requereixen il·luminació artificial i climatització mecànica amb consums energètics elevats i a més depenen d'uns costosos equips que necessiten manteniment continuat.

Tornant a la *galeria* de l'Eixample, moltes vegades la trobem proveïda d'aquesta persiana, generalment pintada de color verd fosc, que per la seva simplicitat es revela com una solució de gran categoria, comparable als *cobertizos de cañizo* que explica Oscar Tusquets.

Es tracta d'un element senzill i modest però al mateix temps molt eficient. La seva plasticitat constitueix un magnífic complement formal a la *galeria* i en conjunt caracteritzen els patis de l'Eixample. Quan estan desenrotllades unes se separen del vidre un parell de pams, gràcies a l'estenedor situat a l'alçada de la barana i després pengen lliurement, i unes altres recollides a mitges o del tot pengen verticalment per davant del vidre, i amb un vent suau es gronxen mandrosament.



fig. 111 Persianes de corda

La separació de la persiana gràcies a l'estenedor proporciona un espai ombrejat per on l'aire circula lliurement i evita que s'escalfi el vidre, alhora que permet l'entrada de llum difosa, de baix cap a dalt, reflectida de l'exterior, que incideix al sostre de la *galeria* proporcionant un nivell d'il·luminació a l'estiu, mínim però suficient. També deixa passar llum lateral i potser algun raig de sol.

Al ser enrotllable es pot recollir totalment i deixar entrar el màxim de llum en un dia tapat d'estiu, o es pot baixar parcialment en un dia calorós d'entretemps o fins i tot d'hivern. I tot això permet a l'usuari adaptar-la als seus requeriments en qualsevol moment, a diferència del que passa amb les solucions de *mur cortina* i en els *edificis intel·ligents*, on no té cap tipus de control.

Les persianes solen ser de color verd fosc, amb un baix factor de reflexió, així s'eviten enlluernaments¹⁸⁸, i millor si són de fusta que és un bon aïllant tèrmic. Actualment també se'n fabriquen de plàstic i també tenen un bon comportament energètic -les lames són buides i tenen cambra d'aire-, però el seu aspecte i els colors disponibles són molt millorables. Quan són fosques absorbeixen part de la radiació –i fan un bon control de la llum- i encara que s'escalfin, si estan separades del vidre el corrent d'aire d'una brisa molt suau, i la pròpia calor a la persiana que genera una lleu *convecció*, dissipen l'escalfor.

¹⁸⁸ Durant molt temps, des d'aproximadament 1950, i encara actualment –potser per la influència de la magnífica arquitectura de J.A Coderch de Sentmenat- s'ha associat les persianes de color blanc amb una arquitectura mediterrània moderna, quan tradicionalment sempre han estat verdes o d'altres colors generalment foscos. En els edificis amb persianes blanques la seva resposta lumínica és força deficient ja que produeixen reflexions i enlluernaments, i no aturen bé la radiació.

2.2.5 CONTROL ACÚSTIC. AÏLLAMENT

Acústicament la *galeria* és un tancament doble que fa d'espai tampó entre exterior i interior. El seu comportament aïllant és millor, per descomptat, que el d'un tancament senzill de façana.

Actualment es munten moltes *galeries* espontànies, que proliferen en no pocs edificis tancant terrasses i balcons, i no és estrany que un dels motius per posar-les, juntament amb els de la millora de les condicions climàtiques i de l'aprofitament d'un espai inútil¹⁸⁹, sigui l'aïllament al soroll exterior.

Les *galeries* tradicionals de l'Eixample, com la majoria de fusteries de fusta antigues, proveïdes amb un vidre senzill de 3-4mm, tenen un comportament acústic molt deficient. Els bastiments i marcs de fusta es feien generalment amb fustes toves i amb gruixos tan justos que tard o d'hora es guexaven, fent penjar i desajustant les fulles del bastiment, i deixant passar l'aire i per tant el soroll. La manca de manteniment també fa que la fusta es ressequi i faci contraccions eixamplant les escletxes de les juntes. En aquestes fusteries de l'Eixample és normal que qualsevol soroll mínimament greu faci vibrar els vidres tan prims, subjectes per uns llistons de fusta finíssims que s'han anat afluixant o bé de massilla que s'ha ressecat. En qualsevol cas aquestes fusteries no són estanques ni a l'aire ni al soroll i moltes vegades ni a l'aigua.

Cal dir que el problema del soroll és relativament modern. Anys enrere les exigències de confort eren molt menys rigoroses i els nivells de soroll força més baixos. La contaminació acústica és un concepte contemporani i la resposta que dóna la *galeria* s'ha d'entendre en aquest context. Una altra cosa serà el comportament d'una *galeria* construïda avui dia amb materials actuals que efectivament actua com una barrera relativa al pas del soroll. Recordem que la *galeria* és un espai no habitable i que no té requeriments ni exigències d'aïllament acústic, i tot i així col·labora al confort acústic de l'espai habitable contigu.

¹⁸⁹ *En una arquitectura que busca la raó de ser de cadascun dels espais que la conformen, sorprèn la presència del balcó dins del repertori racionalista per ser un element inútil "a priori".* Helena Coch. *La utilitat dels espais inútils*, p.95

2.3 EL CONFORT

Des del punt de vista energètic, la *galeria*, amb el seu comportament pot respondre als requeriments que li hem plantejat de manera positiva, segons la correcta disposició dels seus elements, que facin els usuaris en cada moment. Podem afirmar doncs que amb la seva presència millora el comportament ambiental dels edificis.

Tot i no ser un espai habitable, en determinades condicions pot resultar força acollidora, encara que sigui temporalment. Té unes qualitats arquitectòniques que no trobem en altres àmbits de l'espai habitable. Volem comprovar doncs, fins a quin punt la *galeria* -més enllà de les seves propietats ambientals- pot resultar confortable. Aquest és un dels principals objectius de l'arquitectura: la *utilitas* segons Vitruvi, que ara podem traduir com *comoditat* i *benestar*.¹⁹⁰

Un espai que no és adequat o apropiat per al seu ús, no és confortable i en aquest cas no pot ser útil ni funcional. El comportament d'un ambient pot ser satisfactori des de molts punts de vista, però hi ha un aspecte relacionat amb la molèstia o comoditat que poden proporcionar les seves característiques ambientals que és determinant. Es tracta del concepte del *confort*.

Un ambient que no és confortable no serveix. De la mateixa manera que no ens posarem un vestit incòmode, perquè condicionaria negativament la nostra activitat, un ambient inadequat només s'utilitza quan no hi ha un altre remei, però serà contraproduent per als usos previstos.

Només que resulti incòmode en un sol aspecte, les possibilitats d'assolir un nivell acceptable de confort ja queden molt compromeses. Això passa per exemple, quan en un restaurant trobem una il·luminació insuficient o un nivell de soroll massa alt. En aquest cas serà molt difícil que en sortim satisfets, ja que el que hauria de ser més important que és la qualitat de la cuina, sorprenentment passa a segon terme.

¹⁹⁰ *Utilitas*. Al Pròleg ho hem traduït com *utilitat* o *funcionalitat*. Hem vist que la resposta de la *galeria* en aquest sentit és força satisfactòria.

2.3.1 LA PERCEPCIÓ DE L'AMBIENT

La percepció d'un ambient només es pot apreciar des de dins d'ell mateix. Un espai no es pot experimentar de cap altra manera que no sigui presencialment. Per tant, la percepció de qualsevol àmbit arquitectònic -entesa en el sentit més ampli- no es pot reproduir parcialment, perquè llavors seria incompleta i donaria una visió esbiaixada de la realitat.

Moltes vegades els arquitectes projectem espais a partir d'uns altres que no hem trepitjat i tan sols coneixem *de vista* -ja sigui en un llibre o revista especialitzada, amb plànols i fotografies o en una pel·lícula-. En aquests casos només en tenim informació visual, que únicament ens permet apreciar els aspectes formals i geomètrics de l'espai, i potser també els lumínics i cromàtics, però aquests amb la subjectivitat que comporta la reproducció fotogràfica. Com a molt, els podem assimilar a altres llocs que sí que coneixem, però que són diferents.

Aquesta pràctica de projectar ambients no viscuts pot donar resultats negatius, amb repercussions ambientals que no s'havien previst perquè es desconeixen. Com exemple serveix el cas esmentat, de construccions amb tancaments de vidre, més pròpies de països nòrdics, que s'han reproduït en altres climes amb els resultats desastrosos que ja coneixem.¹⁹¹

En tot cas, admetent les dificultats per accedir a molts espais i per tant la impossibilitat de viure'ls, cal saber analitzar quins són els factors que determinen les característiques ambientals d'un lloc, ja que un ambient publicat pot resultar altament fotogènic però al mateix temps inhòspit, i això és impossible d'apreciar en unes imatges. A més, cal comptar amb la professionalitat del fotògraf que farà els possibles per dissimular qualsevol defecte.

De vegades fins i tot des de dins d'un ambient resulta molt difícil identificar les causes de la incomoditat. Hi ha llocs on sense saber perquè un té la sensació que alguna cosa que no funciona, i això fa -al contrari del que es pot deduir en una fotografia-, que no sigui confortable.

En altres casos és més fàcil identificar els motius que donen un resultat deficient o incorrecte. Pot ser una reverberació excessiva o una il·luminació incorrecta per excés o per defecte, o que produeix enlluernaments. També pot ser per unes condicions climàtiques inadequades o per un lleuger corrent d'aire. Però sobretot pot ser per una suma de factors negatius que probablement per separat no produirien incomoditat.

¹⁹¹ Ja hem dit que les construccions de vidre -atris, galeries comercials, museus, etc.-, fins i tot en aquests països també resulten problemàtiques.

Tothom té un racó preferit. Pot ser una butaca on llegir el diari o mirar televisió o pot ser una cadira concreta de la taula d'un bar on quedar amb els amics o bé un banc del passeig des d'on veure passar la gent. Aquests llocs ens resulten entranyables, encara que difícilment en coneixem els motius.

A Silverado,¹⁹² al saloon, la Stella (Linda Hunt) li diu al Paden (Kevin Kline) ... *li agraden les tabernes? ...són el meu lloc preferit* respon ell, *i el meu també* diu la Stella.

A *Ramona adéu* (Mercè Rodoreda, 1972) la protagonista parlant del Passeig de Gràcia diu ... *de vegades seiem a prendre l'aperitiu a La Punyalada i jo no em deixo perdre ni els bastons, les armilles, les ombrel·les, els barrets, les joies, els gossets dels qui caminen pel davant.*

Són llocs on ens sentim bé, i sobretot segurs, per això són preferits. De fet aquests indrets ni s'improvisen ni es poden triar; no es decideix unilateralment *aquest serà el meu racó favorit*. Hi ha un procés d'aproximació que ve a ser com un festeig en el qual es va coneixent el racó, a poc a poc. I no és fins al cap d'un temps que un s'adona que un racó l'ha captivat, que l'enyora quan no hi és i que se sent molt bé quan s'hi pot instal·lar.



fig. 112 El racó personal

¹⁹² Silverado (1985) Western, dirigida per Lawrence Kasdan i protagonitzada per Kevin Kline, Scott Glenn, Kevin Costner, i altres, amb 2 nominacions a l'Oscar: millor so i millor banda original.

Hi ha factors subjectius, que podem relacionar amb les *apetències simbòliques*¹⁹³, però també és bastant segur que en aquest racó s'hi donen un conjunt de factors ambientals que ens satisfan.

Josep Maria Espinàs, en un article titulat *Tot depèn de Mozart*, ens presenta una magnífica analogia de les relacions dels ambients amb els seus usuaris. Val la pena la seva transcripció:

Segons un estudi anglès, la música clàssica estimula el consum en els restaurants. Però no qualsevol tipus de consum. Quan escolta a Mozart, el client se sent ric. Escull un vi de qualitat, demana llagosta, cafè i copa.

Jo penso, efectivament, que no ens sentim de la mateixa manera si estem llegint un llibre al nostre sofà que si sortim al balcó a veure passar la gent... no ens sentim iguals -tot i que som exactament la mateixa persona- quan caminem en el silenci de la muntanya que quan compartim amb altres un bar de moda, amb la seva música i els seus llums.

És a dir: no som de pedra. Allò que ens envolta ens modifica, cosa que ja saben des de fa temps els que estudien el comportament humà. D'una banda, hi ha el condicionament genètic, de l'altra, els factors ambientals... En un vagó de metro ple de gent hi ha qui, incòmode, veu difuminada la seva individualitat. I, al revés, en l'espai reduït d'un vagó de metro hi ha qui se sent més segur entre una gent que l'acompanya.

*Una paraula amable ens fa ser amables. Un reny aspre ens irrita. Mozart ens pot estimular a sentir-nos refinats o a avorrir-nos. Potser hauríem d'admetre, modestament, que la vida no la construïm només amb les nostres accions, sinó també amb les nostres reaccions.*¹⁹⁴

Tenim la convicció que els arquitectes hauríem de projectar pensant més en aquestes relacions ambient/usuari i en el concepte global de confort, no només des del punt de vista paramètric¹⁹⁵ si no també en els aspectes que humanitzen l'espai. Hem visitat arquitectures premiades, certament magnífiques, sorprenents i amb concepcions innovadores –que publicades són impecables- però en les quals moltes vegades és impossible trobar-hi ni un sol racó confortable.

¹⁹³ *Les necessitats de tipus psicològic són d'avaluació més difícil i han estat menys estudiades, raons per les quals sovint no es prenen en consideració en tractar el disseny ambiental... les apetències simbòliques corresponen a reaccions més conscients d'atracció o de rebuig envers determinats elements ambientals... sovint aquestes apetències fan que les persones prefereixin solucions ambientals (o no ambientals) de disseny que no serien les més adequades des del punt de vista fisiològic o de caràcter.* R. Serra. *op. cit.*

¹⁹⁴ Josep Maria Espinàs. *Tot depèn de Mozart*. El Periódico, 09/10/2004

¹⁹⁵ Per a un ambient determinat hi ha uns paràmetres de confort: climàtic -temperatura, humitat, moviment de l'aire- o acústic -nivell de soroll, temps de reverberació- o lumínic -nivell, contrast, color, etc.- que s'han d'assolir. Però només amb el seu estricte compliment no queda garantit que un espai sigui confortable.

2.3.2 L'AMBIENT DE LA GALERIA

Unes *galeries* fan de traster, de safareig o de quarto dels mals endreços -són espais auxiliars que donen un servei i tenen un paper és eminentment pràctic i secundari-, no cal que siguin confortables en el sentit més ampli de la paraula. Unes altres no fan ni això perquè no se'ls 'hi ha assignat cap rol –és a dir, fan el mateix que faria un balcó obert-. Finalment n'hi ha unes altres funcionen com un estudi o una sala d'estar.

Tot i això, independentment del seu ús, en tots els casos són espais intermedis i poden complir amb les funcions ambientals que hem descrit.

De totes aquestes opcions, només pot resultar confortable una *galeria* quan fa la funció d'una sala d'estar d'ocupació temporal –unes hores al dia-. Com estudi o zona treball –entenent que es tracta d'una activitat continuada- la *galeria* no es pot considerar un lloc còmode ni adequat. Al ser un espai no habitable i per tant no controlat climàticament, segons l'hora del dia la seva temperatura serà massa alta o massa baixa.

Als pisos de l'Eixample que donen al carrer i al pati, generalment hi ha una sala –menjador i estar- que dóna al carrer i una *galeria* al pati interior -que de vegades s'utilitza com a segona zona d'estar-. Tradicionalment, la zona d'estar orientada a sud-est o sud-oest –on hi toca el sol- es feia servir preferentment a l'hivern i l'orientada a nord-est o nord-oest –més fresca- s'utilitzava a l'estiu. Així, en funció de les condicions climàtiques una orientació sempre és més confortable que l'altra.

En resum, la *galeria* és –i ha de ser- un espai intermedi, precisament per garantir el seu comportament ambiental i amb aquesta qualitat és impossible que pugui resultar confortable per realitzar-hi activitats continuades, per exemple com a lloc de treball. En canvi com a sala d'estar sí que resulta adequada, tot i que només sigui durant unes hores al dia, de la mateixa manera que podem estar prenent el sol agradable d'hivern –o la fresca a l'estiu- en una terrassa a l'exterior. Hem vist com les històries de les *galeries* de la Mercè Rodoreda o la del Jordi Puntí suggereixen uns ambients molt estimulants, segurament més del que ho resulten els espais normals. Segurament d'aquí ve la fascinació que em produeix aquest espai intermedi -que no és interior ni exterior- potser és la seva ambigüitat la que fa tan interessant.

Si una de les funcions de l'arquitectura és crear ambients d'interès¹⁹⁶, podem dir que en la *galeria* es compleix aquest objectiu .

¹⁹⁶ L'Albert Vilaplana deia que si l'arquitectura no és interessant i divertida llavors no és arquitectura.

2.4 FUNCIONAMENT GLOBAL.

Hem analitzat el comportament ambiental de la *galeria* i explicat els principis del seu funcionament energètic, en els aspectes climàtic, lumínic i acústic. També hem vist els usos que se li han donat i fins i tot els que pot tenir en el futur.

En el capítol 3 definirem un model de *galeria* que permeti verificar mitjançant càlculs, amidaments i mesures, la seva resposta energètica. Però abans hem d'entendre com funciona, a nivell pràctic, per als seus usuaris. Ens posem en la seva pell, ja que ells no fan les consideracions teòriques tal com les presentem aquí.

Una mestressa de casa que li dóna un ús concret i un estudiant que creia que s'havia apropiat d'un espai oblidat que no volia ningú, s'adonen de que es tracta d'un espai no habitable. En un pis que s'hi ha muntat un despatx tenen dubtes de si utilitzar la *galeria* de magatzem o posant-hi unes taules de treball. Per a determinades funcions la *galeria* dóna un resultat extraordinari i per a altres és incompatible. Segons la decisió que es prengui -a l'hora d'assignar-li un ús- ben aviat es veurà si ha estat encertada.

Quan un usuari obre o tanca un porticó o puja o baixa la persiana ho fa per un motiu determinat. Potser no és exactament cap dels que hem explicat, però en qualsevol cas hi ha una raó perquè -per exemple- tanqui el balcó. És molt probable que si la finestra és oberta, quan comença a refrescar la tanqui, però també pot ser que ho faci sense que hi hagi una finalitat climàtica.

Tot va lligat.

Quan s'apuja la persiana entra el sol, i amb ell la llum i la calor. Ja hem vist que són fenòmens ambientals diferents, però energèticament són la mateixa cosa. Per tant si es vol evitar l'entrada de calor caldrà d'evitar el sol directe.

De la mateixa manera si obrim les finestres corre l'aire, però alhora també entra el soroll i la pols.

No és possible doncs controlar l'entrada del soroll i ventilar al mateix temps. El so es propaga principalment per l'aire, per això entra lliurement a través d'una finestra oberta i pel mateix motiu una fusteria mal ajustada també el deixa passar.

Tot això, l'usuari ho sap, no cal que li expliquem. Així que només tractem de posar-ho en ordre.

Els usuaris actuem per prioritats. Quan a dins de casa fa xafogor, si obrim un balcó per què corri l'aire també entrarà el soroll, però ara -en aquestes condicions- la prioritat és el confort climàtic, per tant el soroll del carrer no molestarà gaire, almenys d'entrada. Després, quan gràcies a la ventilació baixi la xafogor i refresqui l'ambient, el soroll s'anirà tornant més empipador i es convertirà en la molèstia principal. Llavors tancarem el balcó, fins que la calor torni a pujar.

De la mateixa manera, un dia núvol pugem la persiana perquè entri més llum, però si surt el sol farà calor i llavors optarem per treballar amb menys llum si l'activitat ho permet o baixarem la persiana si l'excés de llum ens enlluerna.

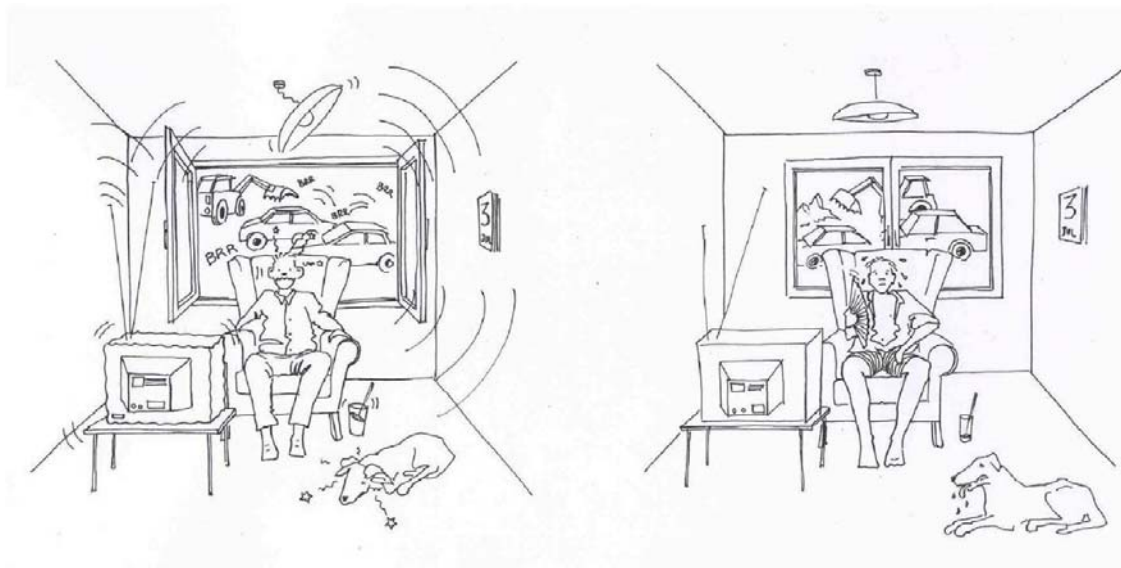


fig. 113 Evitar el sorolls externs suposa passar calor

A la *galeria*, una de les seves principals propietats la trobem en les seves possibilitats d'adaptació per a cada moment i per a cadascun dels usuaris, que té uns requeriments diferents dels del seu veí. Per aquest motiu, si ens fixem en les façanes de molts edificis d'habitatges, veurem finestres o balcons mig oberts uns i mig tancats uns altres, amb unes persianes enrotllades i unes altres baixades i amb tendals recollits o desplegats parcialment. Perquè a cada finestra i ha un usuari que en aquell precís moment té unes preferències, diferents de les dels altres.



fig. 114 Façanes amb possibilitats de regulació de les obertures

Façanes d'edificis que l'usuari no pot controlar

Els edificis que no disposen de sistemes de regulació o d'elements de control a les façanes, en els quals les finestres no són practicables o no tenen persianes ni tendals, l'usuari no pot controlar les entrades d'energia. En el millor dels casos hi ha persianes o cortines interiors -darrere el vidre- que regulen la llum directa, però una part important de la calor entra igualment. En aquests casos sol entrar tan poca llum -tot i tractar-se generalment d'edificis molt transparents-, que la il·luminació es fa gairebé sempre amb llum artificial i la llum natural queda només com una anècdota.

És clar que si les obertures no són practicables no entra el soroll, però tampoc no es pot ventilar de forma natural. Llavors el control climàtic únicament es pot fer amb sistemes mecànics.

La majoria d'aquests edificis són comercials i d'oficines però també n'hi ha d'habitatges. A més de les necessitats degudes a les condicions exteriors de temperatura i humitat, generen per ells mateixos una gran demanda de climatització -sobretot refrigeració en condicions d'estiu- deguda als guanys no desitjats per radiació a les façanes sense proteccions i a la potència elèctrica del sistema d'il·luminació, que funciona contínuament. A més, cal afegir la càrrega tèrmica deguda a la impossibilitat de ventilar i dissipar la calor de l'interior de forma natural.

Per això els consums i la seva dependència energètica són molt alts. Moltes vegades excessiva.

També hi ha els aspectes de confort. D'una banda la llum artificial és funcional però mai té la mateixa qualitat de la llum natural, i per altra banda el confort climàtic obtingut amb mitjans mecànics no pot aconseguir el mateix nivell qualitatiu dels sistemes naturals. I a sobre -quan fa calor- les instal·lacions d'aire condicionat solen a ser objecte de controvèrsies; sempre hi ha qui passa fred i es constipa, i qui té calor i vol un aire més fred, perquè els seus dissenys i solucions actuals encara estan molt lluny d'obtenir una qualitat òptima. En canvi, posem el cas d'una església romànica, a dins, en ple estiu hi trobem un ambient fresc i natural gràcies a la inèrcia tèrmica de les parets gruixudes, que contrasta amb la calor de l'exterior. No sentirem a ningú que se'n queixi.

Els edificis comercials i d'oficines no han de ser forçosament inadequats als aspectes de confort. El cert però és que tradicionalment –des del Moviment Modern- s'han dissenyat a partir dels principis de l'Estil Internacional i fins fa molt poc temps no s'ha començat a produir un canvi de tendència, de manera que actualment ja van apareixent exemples interessants en els quals a partir de la forma de l'edifici i el tractament de la pell és possible fer una altra arquitectura, que malgrat tot encara no es pot qualificar de sostenible.

Un exemple d'això és el de la Torre Zero Zero d'EMBA (Enric Massip, arquitectes) a Barcelona (2011). Es tracta d'un edifici d'oficines de 110 metres d'altura amb 24 plantes sobre rasant i dues de soterrani, en el qual interessa destacar el tractament de la façana i la solució en planta. La planta de forma trapezoïdal és diàfana, de manera que tot el perímetre de l'edifici deixa passar la llum de forma controlada, gràcies al tractament de la façana. Al nucli central, fosc, se situen els serveis i els sistemes de transport vertical, de manera que la zona de treball rep llum natural directa. Fins aquí no hi ha res de nou¹⁹⁷, però aquesta tipologia amb un tractament de façana adequat pot funcionar amb llum natural. I això és el que fa.

La façana és un mur cortina el qual, a diferència de la majoria, tamisa la llum gràcies a la doble estructura metàl·lica, que es disposa hàbilment creant una gelosia d'alumini blanc, i als vidres serigrafiats parcialment, que difonen la llum solar i controlen l'enlluernament.

¹⁹⁷ L'edifici Seagram (New York, 1958) de Mies Van der Rohe ja aplicava la mateixa solució de planta diàfana i nucli central de serveis i comunicacions.



fig. 115 Torre Zero Zero, Enric Massip, arquitecte (Barcelona 2011)

De fet l'edifici no ha tingut en compte l'orientació -la solució de la façana és la mateixa per a totes les cares de l'edifici- i les zones sud i oest, a l'estiu seran menys confortables que les orientades a est i nord, però en qualsevol cas s'ha fet l'esforç d'incorporar la llum natural en el seu funcionament diürn. Si no hagués estat així, segurament el client tampoc no ho hauria reclamat.

Fins fa no gaire temps la majoria d'edificis d'aquest tipus, la llum natural ni tan sols se la plantejaven i recorrien a solucions de mur cortina amb vidres tintats foscos o reflectants que obliguen a utilitzar sempre la llum artificial.

CAPÍTOL 3. ESTUDI DE MODELS REPRESENTATIUS

3.1 MODEL REAL DE REFERÈNCIA

- 3.1.1 L'EDIFICI
- 3.1.2 LA GALERIA

3.2 MODEL TEÒRIC DE GALERIA

- 3.2.1 VERSIÓ DE *GALERIA* SEGONS L'ANY DE CONSTRUCCIÓ
- 3.2.2 MODELS DE GALERIA SEGONS L'ÀMBIT CONSIDERAT
- 3.2.3 MODELS SEGONS LA SEVA ORIENTACIÓ
- 3.2.4 SIMULACIÓ CLIMÀTICA
- 3.2.5 SIMULACIÓ LUMÍNICA
- 3.2.6 SIMULACIÓ ACÚSTICA
- 3.2.7 CONSIDERACIONS GENERALS

3.3 RESPOSTA CLIMÀTICA

- 3.3.1 MESURES DE TEMPERATURA (MODEL REAL)
- 3.3.2 CÀLCULS AMB MODELS TEÒRICS

3.4 RESPOSTA LUMÍNICA

3.5 RESPOSTA ACÚSTICA

3 ESTUDI DE MODELS REPRESENTATIUS

En aquest apartat analitzem el comportament ambiental climàtic i lumínic¹⁹⁸ de la *galeria*, segons els conceptes explicats en capítols anteriors i partir dels amidaments de llum i temperatura fets en una *galeria* d'un edifici de l'Eixample, construït l'any 1920. Les mesures obtingudes es complementen amb els càlculs realitzats sobre models teòrics. A partir dels resultats, formularem les hipòtesis de comportament d'edificis amb *galeria* i sense, per a condicions d'hivern i d'estiu¹⁹⁹.

Per a la simulació de càlcul hem definit dues versions de *galeria* segons l'any de construcció. La primera l'anomenem 1920²⁰⁰, any en què es va construir l'edifici de referència, i la segona 2014, correspon a una *galeria* teòrica construïda a dia d'avui. La comparació dels resultats obtinguts expliquen els avenços tecnològics aconseguits durant els darrers gairebé 100 anys.

Les mesures climàtiques i lumíniques -preses *in situ*- adoptades per aquesta part del treball pertanyen a la tesi doctoral *La utilitat dels espais inútils* (Barcelona, 2003) de l'arquitecta Helena Coch Roura, que ja ha estat citada anteriorment. Es dona el cas que l'Helena és la directora de la tesi, a més de companya de treball com també ho és el Juan Antonio Marín Herrera, arquitecte, al despatx del qual es van realitzar les mesures. A més, durant un període de 3 anys vam estar compartint aquest estudi amb el Juan Antonio. Per acabar de tancar el cercle, jo mateix sóc l'autor dels dibuixos de la *galeria* utilitzada en els amidaments de la tesi de l'Helena.

Els motius pels quals hem decidit adoptar aquestes mesures són diversos.

- Primer, perquè es tracta d'un excel·lent treball de camp, que va durar gairebé dos anys entre 1999 i 2000, abastament explicat a la tesi citada.
- Segon, perquè a més de la qualitat del treball, els resultats obtinguts són suficients per als nostres objectius.
- I tercer, perquè és molt difícil que es tornin a donar les circumstàncies que van permetre ocupar amb sondes i equips, i durant tant de temps, un espai com aquest. Fins i tot llavors les condicions dels amidaments es van haver d'adaptar a l'activitat quotidiana de l'estudi d'arquitectura, sense interferir-la, de manera que les mesures no sempre es van poder prendre en les condicions òptimes, per això els resultats de vegades no són fàcils d'interpretar, sobretot en el cas dels amidament tèrmics. Ho explicarem més endavant.

¹⁹⁸ També estudiem el comportament acústic, però donat el seu caràcter i les dificultats, primer d'obtenir mesures i després d'interpretar-les, ho fem només a nivell teòric, partint de les explicacions del capítol 1.3.3.

¹⁹⁹ Veurem el comportament de la *galeria* a l'estiu, amb persiana i sense persiana, per comparar la seva resposta amb la del mur cortina.

²⁰⁰ Els sistemes constructius d'aquesta versió són els propis de l'època.

3.1 MODEL REAL DE REFERÈNCIA

Construït l'any 1920, l'edifici on es troba la *galeria*²⁰¹ en la qual es van realitzar les mesures està situat a l'Eixample de Barcelona, carrer d'Aragó nº346, entre Bailèn i Girona. La façana principal està orientada a NO –nord-est-. La del pati –on hi ha la galeria- s'orienta a SE –sud-est-; aquesta és la nostra orientació de referència.

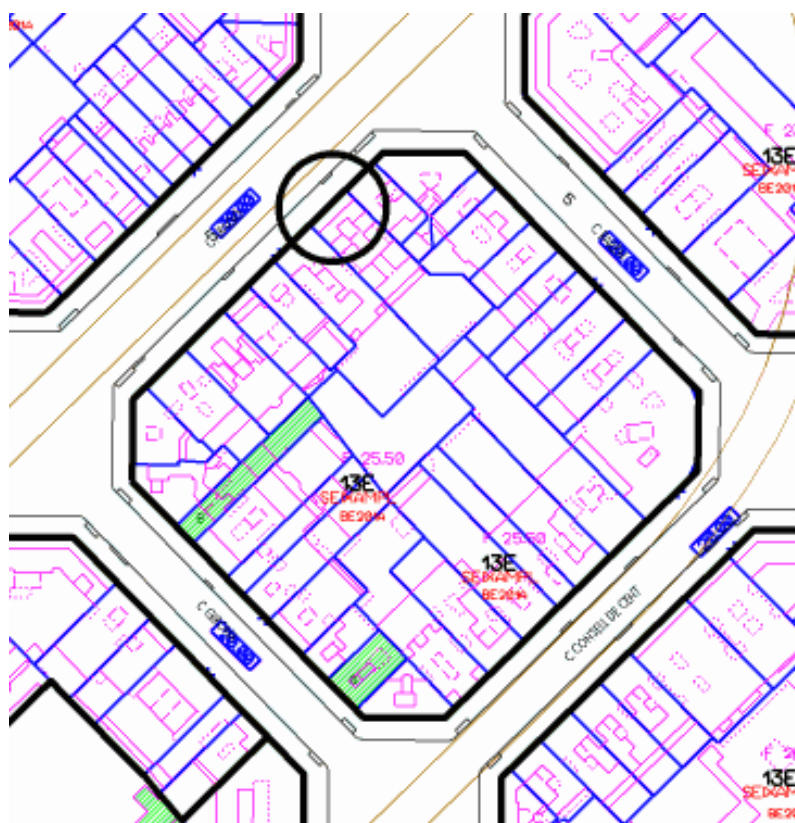


fig. 116 carrer Aragó 346, Barcelona. www.bcn.es/guia/bcnpicc.html

²⁰¹ Construït l'any 1920, segons les ordenances de 1891 (veure el capítol 2.1.2). Inicialment constava de planta baixa i cinc plantes pis, que posteriorment van ser ampliades fins a les set plantes pis actuals.

3.1.1 L'EDIFICI

Respon a la tipologia més habitual de l'època a l'Eixample: dos habitatges per replà, posició central de l'escala, l'ascensor i els patis d'il·luminació principals. Els habitatges són passants -amb façanes al carrer i al pati- i amb unes dimensions força àmplies ($SU > 150m^2$). Molts d'aquests habitatges, durant els anys de 1970 a 1990 es van dividir, de manera que la tipologia va passar a ser de quatre habitatges per replà²⁰². Alguns van canviar d'ús, passant del d'habitatge al d'estudi o despatx professional.

Aquest és el cas que ens ocupa²⁰³. Situat al 1er pis, porta 1a B, té una única façana que dona al pati, orientada a SE. A la figura 127 s'indica de color gris l'àmbit que ocupen la *galeria* i la sala contigua -espai habitable- on es van fer els amidaments.



fig. 117 Edifici del carrer Aragó nº 346, Barcelona. Planta 1er pis

²⁰² Amb quatre habitatges, només tenen una façana, al carrer o al pati.

²⁰³ Es tracta d'un estudi d'arquitectura, tot i que conserva la mateixa distribució d'un habitatge.

3.1.2 LA GALERIA

És la típica dels patis de l'Eixample, obtinguda a partir del tancament d'un balcó²⁰⁴ suportat per una estructura metàl·lica -de fosa- independent de l'estructura general de l'edifici, que és de parets mestres amb fàbrica de totxo massís.



fig. 118 Carrer Aragó 346, Barcelona. Façanes a carrer i a pati d'illa, i interior de la *galeria*

El tancament exterior de la *galeria*, de fusteria de fusta amb balcons practicables, està sobreposat a l'estructura de ferro colat i a la barana de ferro. El tancament interior -entre l'espai habitable i la *galeria*- és la pròpia façana de l'edifici: mur de fàbrica de totxo massís de 30cm de gruix en el qual hi ha dues balconeres d'1,30x3,00 metres -amplada x alçada- de fusta i vidre proveïdes de contrafinestres.

²⁰⁴ A la façana del pati (fig. 118) es poden veure balcons de l'edifici que no s'han tancat mai. Les *galeries*, -és a dir els balcons que es van tancar-, són diferents entre elles perquè no es van fer totes al mateix temps.

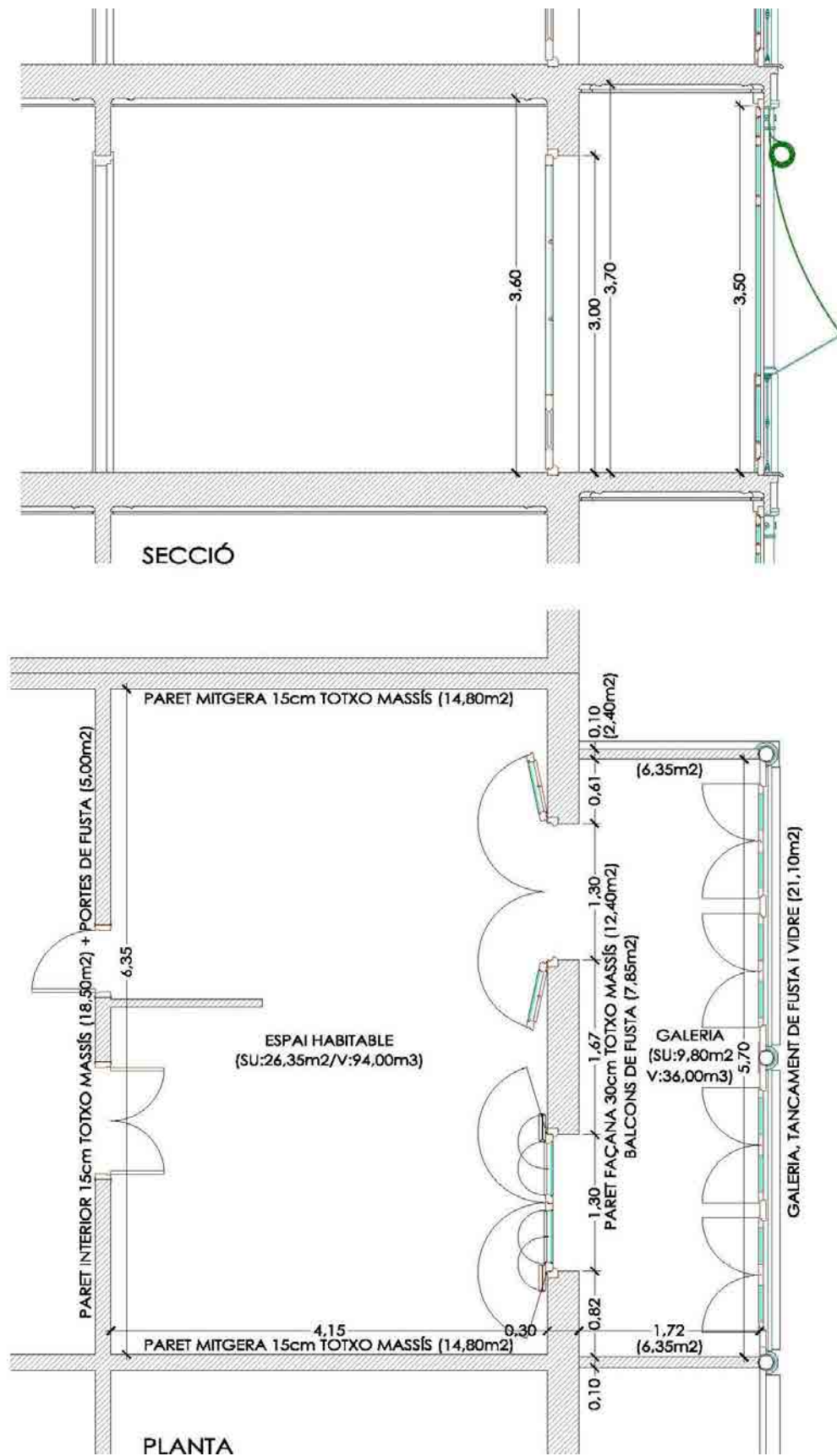
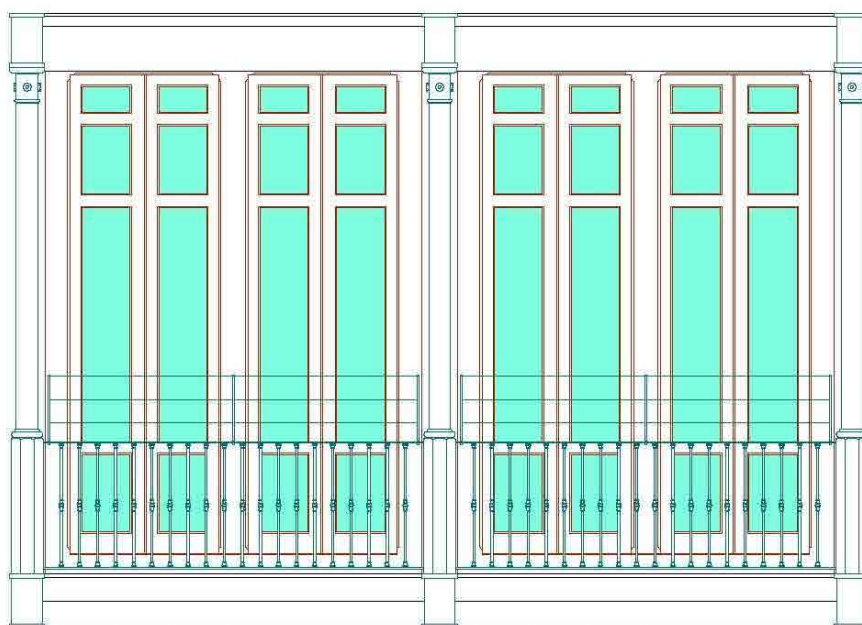
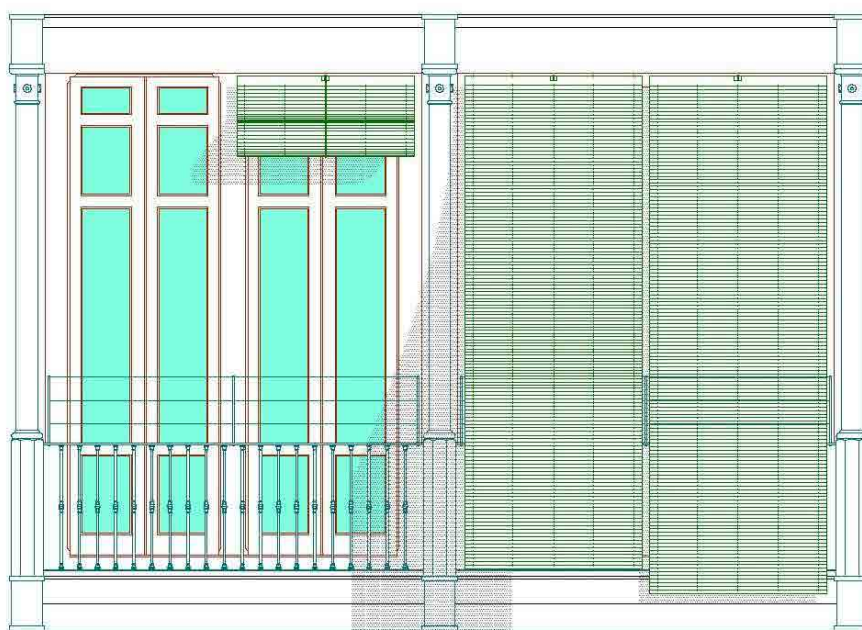


fig. 119 *Galeria* tipus. Planta i Secció



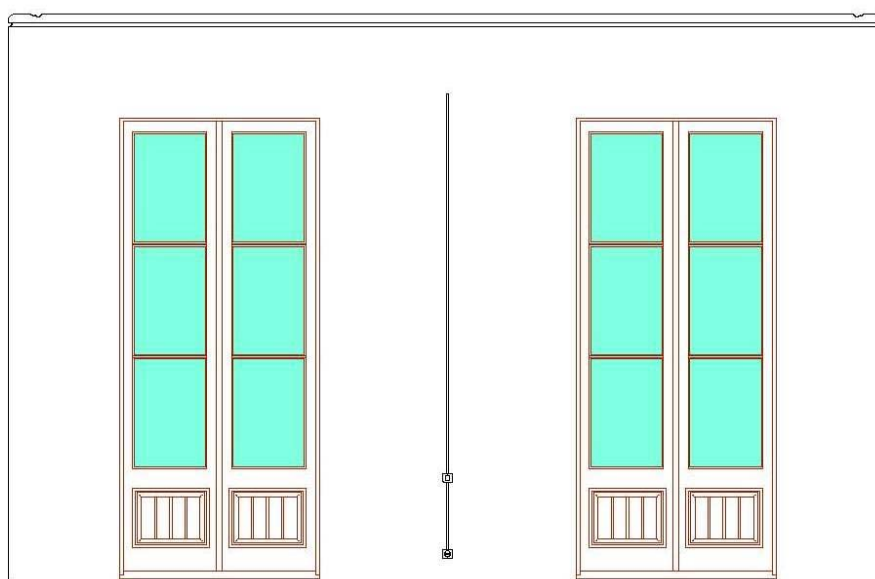
GALERIA (FAÇANA SENSE PERSIANES)

FAÇANA GALERIA	m2	%
BARROTS (TAPANT)	0,13m2	0,009
VIDRE (SENSE OBSTRUCCIÓ)	7,40m2	0,357
FUSTA	12,95m2	0,634
SUPERFÍCIE TOTAL	20,35m2	1,000



GALERIA (FAÇANA AMB PERSIANES)

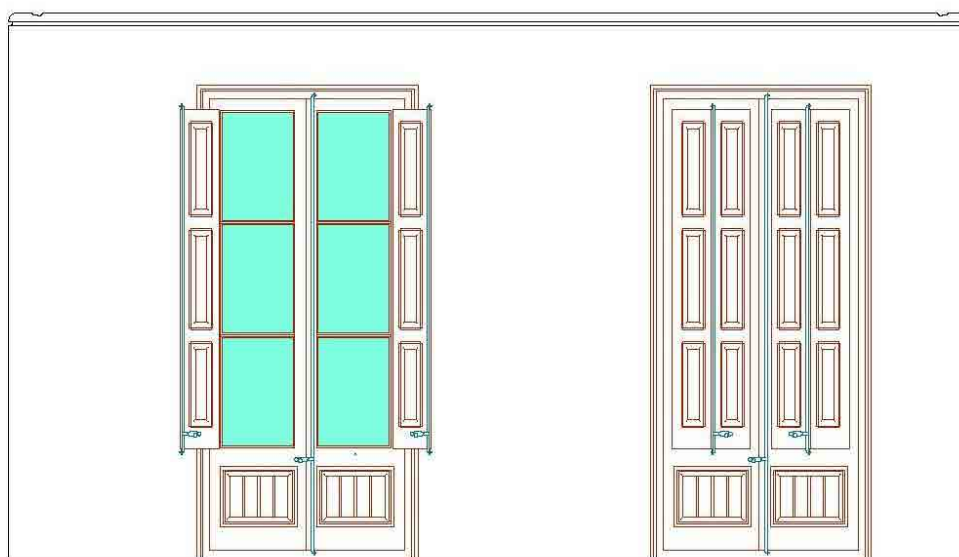
fig. 120 *Galeria* tipus. Façana al pati



ALÇAT DES DE LA GALERIA

PARET DE FAÇANA	m2	%
PARET	13,35m2	0,632
BUIT*	7,80m2	0,368
SUPERFÍCIE TOTAL	21,15m2	1,000

(*) BUIT	m2	%
VIDRE	3,90m2	0,184
FUSTA	3,90m2	0,184



ALÇAT DES DE L'INTERIOR

fig. 121 *Galeria* tipus. Alçats interiors

La seva orientació és SE, per tant els resultats obtinguts són vàlids també per a l'orientació SO, simètrica respecte de l'eix nord-sud, que rep la mateixa quantitat radiació. Encara que l'orientació SE té sol de matí i la SO de tarda, a efectes de càlcul els resultats són els mateixos.

3.2 MODEL TEÒRIC DE GALERIA

Partint d'aquesta *galeria* real i fent una petita simplificació²⁰⁵ obtenim un model a partir del qual estudiarem el comportament de les diferents variants que expliquem tot seguit.

El model base és un espai habitable de 6,35x4,15x3,60 metres -amplada x fondària x alçada- que té adossada una *galeria*, tancada amb vidre de la mateixa amplada i alçada, i una fondària d'1,70m. A l'exterior hi ha una persiana de corda, que es pot recollir per deixar passar el sol d'hivern o desenrotllar per protegir de la radiació quan fa calor.

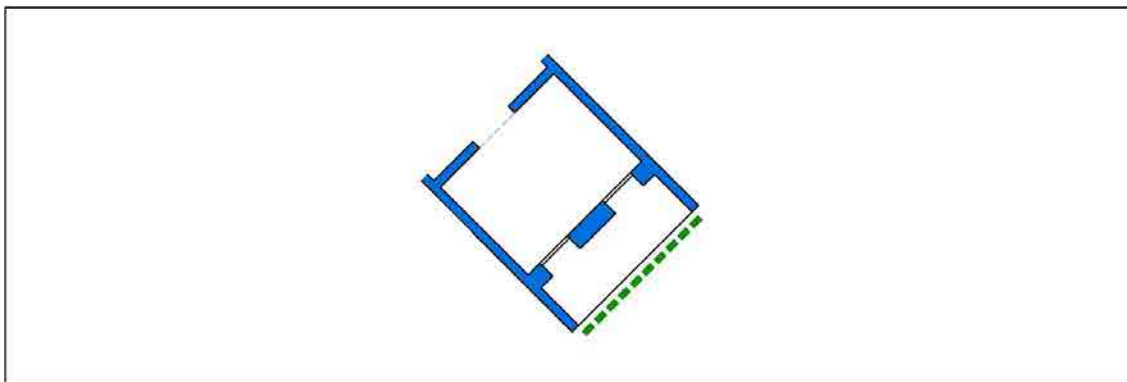


fig.122 Model BASE, espai habitable amb *galeria*

Aquest model base –l'espai habitable- el considerem per a les següents opcions o variants:

- a) espai habitable sense balcó.
- b) àmbit de la *galeria*. No és una variant però serveix de referència.
- c) espai habitable amb *galeria*.
- d) espai habitable amb *galeria*, la qual s'ha incorporat a l'espai habitable.

Aquestes variants poden tenir diferents orientacions.²⁰⁶

²⁰⁵ La única variació –simplificació- és que la *galeria* té la mateixa amplada i alçada que l'espai habitable. La resta de dimensions es mantenen.

²⁰⁶ Per a la simulació d'il·luminació natural amb cel cobert -llum difusa- l'orientació no afecta, i per al càlcul acústic tampoc. En canvi per als guanys de radiació directa sí.

3.2.1 VERSIÓ DE GALERIA SEGONS L'ANY DE CONSTRUCCIÓ

Hi ha dues versions de *galeria*. La que es va construir l'any 1920, amb materials i qualitats propis de l'època, i la de 2014, construïda amb tècniques i materials actuals. Les principals diferències entre totes dues es troben en els sistemes constructius que afecten al pes dels tancaments, al seu aïllament i a l'estanquitat de les obertures. La construcció actual utilitza materials més lleugers, de baixa inèrcia tèrmica, però molt més aïllants, tant tèrmicament com acústicament. Les fusteries antigues són de fusta i tanquen malament -no ajusten bé i deixen passar l'aire i amb ell el soroll-, en canvi les actuals poden ser totalment hermètiques, amb trencament de pont tèrmic i vidres dobles, triples o múltiples, etc.

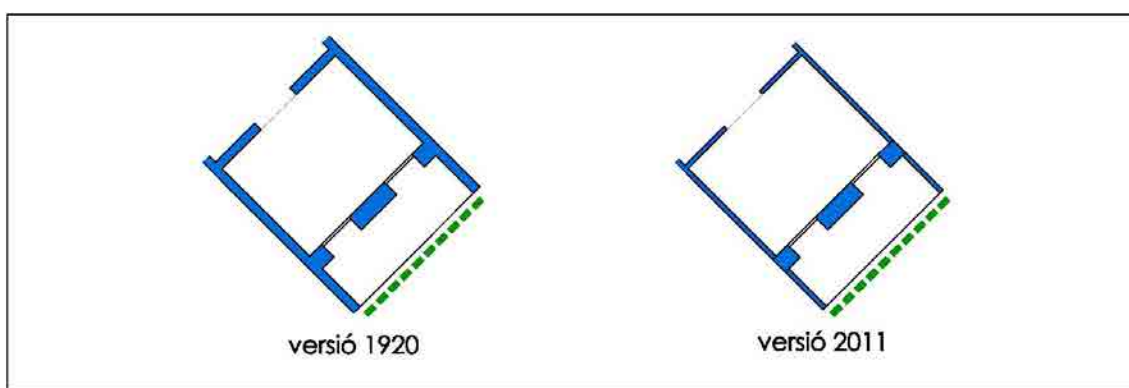


fig.123 Models segons l'any de construcció

3.2.2 MODELS DE GALERIA SEGONS L'ÀMBIT CONSIDERAT

Definim els diferents tipus d'espai considerats per estudiar el seu comportament. Els resultats obtinguts, comparables entre si, permeten treure conclusions força interessants que comentarem més endavant.

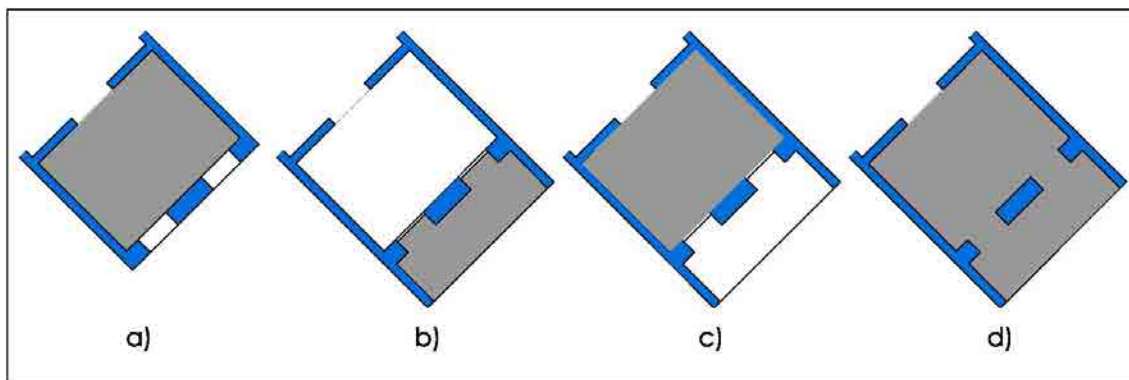


fig.124 Models segons l'espai considerat

- a) Espai habitable, sense balcó. És el cas més senzill d'un edifici amb façana plana. Té obertures balconeres a façana -idèntiques a les que donen al balcó o *galeria*, quan n'hi ha- sense més protecció que les persianes que ocupen només l'amplada de la balconera –no sempre en té, per això la simulació la fem amb persiana i sense-.
- b) Només l'espai de la *galeria*. Aquest model únicament serveix de referència. És un espai no habitable però cal conèixer el seu comportament. A l'estiu disposa de persianes.
- c) Espai habitable, amb *galeria*. És el model d'estudi. A l'hivern les persianes es recullen i a l'estiu, durant el dia estan desenrotllades i no deixen passar el sol.
- d) Espai habitable amb *mur cortina*. Aquest model ha suprimit els tancaments -balconeres- interiors incorporant la *galeria* i formant un únic ambient. Generalment, per qüestions de disseny no acostuma a portar persianes, tot i així la simulació també l'hem fet –com amb la resta de models- amb persiana i sense.

3.2.3 MODELS SEGONS LA SEVA ORIENTACIÓ

El model 1, està orientat a SE. A efectes de càlculs climàtics aquesta orientació és simètrica a SO. Als efectes lumínics²⁰⁷ no afecta, i als acústics tampoc. A partir d'aquest model es podrà estudiar el seu comportament per a les altres orientacions possibles²⁰⁸.

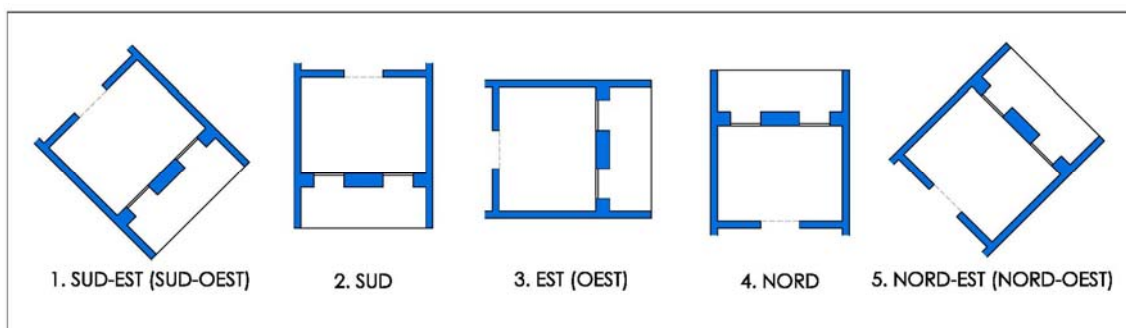


fig.125 Models segons la seva orientació

- 1) SUD-EST. Els resultats obtinguts també són vàlids per a l'orientació SUD-OEST.
- 2) SUD. No es dona gairebé mai a l'Eixample; només en un dels quatre xamfrans. Tot i això en els estudis climàtics sempre és l'orientació de referència.
- 3) EST o OEST. Són simètriques. A l'Eixample només es troben als xamfrans.
- 4) NORD. Pràcticament tampoc no es dona a l'Eixample només en un xamfrà.
- 5) NORD-EST i NORD-OEST són les altres orientacions de l'Eixample Cerdà. També són simètriques.

²⁰⁷ El càlcul lumínic de referència es fa amb cel cobert, i en aquestes condicions l'orientació no influeix.

²⁰⁸ Aquí, per evitar una extensió excessiva d'aquest apartat, només hem reproduït el model 1.

3.2.4 SIMULACIÓ CLIMÀTICA

Partint del model 1, orientat a SE, en les dues versions (1920 i 2011), hem estudiat les variants segons el tipus d'espai: a), b), c), d).

En cada cas hem calculat el balanç -temperatura mitjana interior (T_i)- i la variabilitat -oscil·lació de la temperatura interior (δT_i)- per a tres situacions diferents:

- Condicions d'hivern. Les persianes recollides, les balconeres interiors tancades i els porticons²⁰⁹ oberts de dia i tancats de nit.
- Condicions d'estiu. Sense persianes. La temperatura a l'estiu es dispara quan l'edifici no disposa d'aquesta protecció solar.
- Condicions d'estiu. Amb persianes²¹⁰ de dia. Considerem que és el funcionament normal en temps calorós, excepte per al model d) amb *mur cortina*.

Les aportacions interiors de calor (D) d'un estudi d'arquitectura són les mateixes per a tots els models -excepte el b) que no és habitable ni està controlat climàticament-. Són les següents:

Considerem que hi ha 2 persones (100W/persona) treballant durant 10 hores/dia -6 amb llum natural i 4 amb llum elèctrica a l'hivern, i 8+2 hores/dia a l'estiu-, amb dos ordinadors que consumeixen 250W/u durant 10 hores/dia, més dos llums fluorescents de 60W/u funcionant 4 hores/dia a l'hivern -2 a l'estiu-. Hi ha un climatitzador -bomba de calor- de 2.500W que a efectes de càlcul està apagat²¹¹ però ens servirà, sobretot a l'hivern per saber quantes hores hauria d'estar funcionant per aconseguir la temperatura de confort, segons el següent criteri:

Hivern: T_i mínima = 20°C

Estiu: T_i màxima = 25°C

²⁰⁹ Quan no hi ha porticons, la oscil·lació (δT_i) es dispara i a l'hivern/nit es produiran més pèrdues.

²¹⁰ L'espai tipus d) mur cortina, per qüestions de disseny generalment té persianes, però l'hem considerat també com si en tingués, sobretot per demostrar la millora que representaria, partint del seu pèssim funcionament.

²¹¹ L'any 1920 no hi havia estufes, potser un braser com a molt. Per tant amb el càlcul obtenim la T_i que deuria haver-hi generalment en un ambient com aquest.

3.2.5 SIMULACIÓ LUMÍNICA

Amb la llum natural s'estudia el comportament lumínic per a condicions de cel cobert CIE²¹² que el cas més desfavorable. L'orientació no influeix i considerem que les persianes estan recollides i els porticons oberts, per deixar passar el màxim de llum. La diferència entre els models 1920 i 2011 en aquest cas no és important. La transparència d'un vidre senzill 3-4mm que s'utilitzava antigament pot ser una mica més alta que la dels vidres actuals -que porten filtres UV per millorar la transmissió tèrmica-, però aquesta diferència queda compensada per les fusteries actuals que són més primes i amb això augmenta sensiblement la superfície de pas de la llum.

Els resultats de les simulacions amb llum directa potser expliquen més bé l'espai però no són gaire rellevants. En aquest cas sí que influeix l'orientació.

3.2.6 SIMULACIÓ ACÚSTICA

En aquest cas tampoc no influeix l'orientació si no la procedència del soroll exterior. És important que la *galeria* doni al pati interior, ja que al carrer el nivell de soroll és molt més alt.

Per al càlcul acústic els balcons de la *galeria*, i les balconeres interiors, estan tancats. Quan s'obren tots dos, llavors l'aïllament és zero.

3.2.7 CONSIDERACIONS GENERALS

Situada entre els ambients interior i exterior, la *galeria* fa de regulador tèrmic retardant i suavitzant els canvis de temperatura. Per a la llum i el soroll ho fa d'una manera diferent, actua com un filtre reduint els nivells lumínics i sonors.

Com a espai intermedi no pot tenir una ocupació permanent, no ho admet. De vegades la seva temperatura és excessiva per a un espai habitable i altres vegades és massa baixa perquè no està climatitzat. És el mateix que passa en l'aspecte lumínic: a l'hivern, quan fa d'hivernacle i el sol entra directament, la il·luminància és tan alta que produeix enlluernaments i no permet desenvolupar-hi confortablement cap activitat visual. En canvi segons en l'època de l'any, durant unes estones pot ser un lloc ideal per estar-s'hi, llegir, prendre un té o escoltar música; sobretot durant les tardes d'hivern quan el sol és molt feble o els vespres i matins d'estiu si corre l'aire.

²¹² En condicions de cel cobert CIE o estàndard la luminància no varia amb l'orientació, tot i que sí que ho fa per l'alçària: en el zenit el cel es considera tres vegades més clar que a l'horitzó.

Recordem la frase de Jordi Puntí²¹³, ... *Al capvespre m'assec a la galeria i observo com s'encenen els llums de les cases del pati*".

L'objecte d'estudi és l'espai habitable que pot ser una sala, una habitació o un estudi, amb façana al pati d'illa, amb *galeria* o sense.

En la primera versió (1920) la fusteria dels balcons és antiga i senzilla com les que es feien llavors, amb fusteries de fusta que ara ajusten malament i vidres senzills de 3-4mm²¹⁴.

Per a la versió 2011 la fusteria escollida podria ser d'alumini amb trencament de pont tèrmic i vidre doble 6-15ar-4 -dues làmines de vidre de 6 i 4mm tractats amb capes de baixa emissivitat: envidrament tèrmic reforçat (ATR) i cambra de 15mm amb argó²¹⁵-. Es tracta d'una solució força més cara que les finestres estàndard -que donen un resultat pitjor- però permetria comparar una de les millors prestacions que podem obtenir a dia d'avui amb les més precàries de 1920. Tot i això, per als càlculs climàtics hem considerat un aïllament tèrmic -global de la fusteria més el vidre- $U=2,5W/m^2 \cdot ^\circ C$ que és molt normal.

²¹³ Cita feta al capítol 0.2 Abast de l'Estudi.

²¹⁴ Aquest vidre de 3-4mm actualment ja no es fabrica. Avui dia el vidre més senzill és la lluna polida de 6mm.

²¹⁵ L'argó és un gas pesat que substitueix l'aire de la cambra i millora l'aïllament tèrmic.

3.3 RESPOSTA CLIMÀTICA

3.3.1 MESURES DE TEMPERATURA. MODEL REAL

Col·locació dels punts de mesura

Criteris d'anàlisi i comentaris dels resultats

Primavera 1999. 11 de maig a 13 de juny

Tardor 1999 –finals-. 14 de novembre a 20 de desembre

Hivern 1999-2000. 21 de desembre a 20 de març

Primavera 2000 (principis). 21 de març a 7 de maig

Resum de l'anàlisi de les mesures climàtiques

Quadre resum de temperatures

Temperatures de càlcul

3.3.2 CÀLCULS AMB MODELS TEÒRICS

Model 1a) versió 1920. Orientació a sud-est, sense galeria

Model 1b) versió 1920. Orientació a sud-est, només galeria

Model 1c) versió 1920. Orientació a sud-est, amb galeria

Model 1d) versió 1920. Orientació a sud-est, mur cortina (espai únic)

Model 1a) versió 2014. Orientació a Sud-est, sense galeria

Model 1b) 2014. Orientació a Sud-est, només galeria

Model 1c) 2014. Orientació a Sud-est, amb galeria

Model 1d) versió 2014. Orientació a sud-est, mur cortina (espai únic)

La falsa *galeria* i el *mur cortina*

Càlculs climàtics: resum i conclusions

3.3.3 COMPARACIÓ DELS RESULTATS. MODEL REAL – MODELS TEÒRICS

Resultats d'hivern

Resultats d'estiu

3.3 RESPOSTA CLIMÀTICA

Utilitzarem dos mètodes diferents per conèixer el comportament climàtic de la *galeria*, dels quals en compararem els resultats per tal d'establir unes pautes que permetin fer la simulació de *galeries* en altres situacions i diferents condicions.

El primer parteix de la interpretació del amidaments reals, que va fer la Dra. Arquitecta Helena Coch en la seva tesi doctoral *La utilitat dels espais inútils*, que es van fer al llarg de 3 anys en una *galeria* de l'Eixample.

El segon mètode es basa en els tipus definits en l'apartat 3.2 *Models teòrics de galeria*. Sobre ells calcularem la temperatura mitjana interior i la seva oscil·lació diària –màxima i mínima-, en condicions d'hivern i d'estiu.

3.3.1 MESURES DE TEMPERATURA (MODEL REAL)

Els resultats obtinguts en els càlculs del model *1d*) 1920²¹⁶ -que coincideix amb el model real-, els compararem amb els obtinguts a partir de les mesures de temperatura i radiació –llumesmentats,. Em proposo arribar a una síntesi que permeti la comparació de diferents tipus de galeries, en funció de la seva orientació i de la posició dels diferents elements, per exemple amb les persianes obertes o recollides.

Cal tenir present que només parlem de temperatura. No hi ha dades d'humitat, i aquest és un factor molt important en el clima de Barcelona, sobretot a l'estiu quan es donen les habituals situacions de xafogor.

²¹⁶ Aquests resultats es troben a l'apartat 3.3.2 Càlcul amb models teòrics.

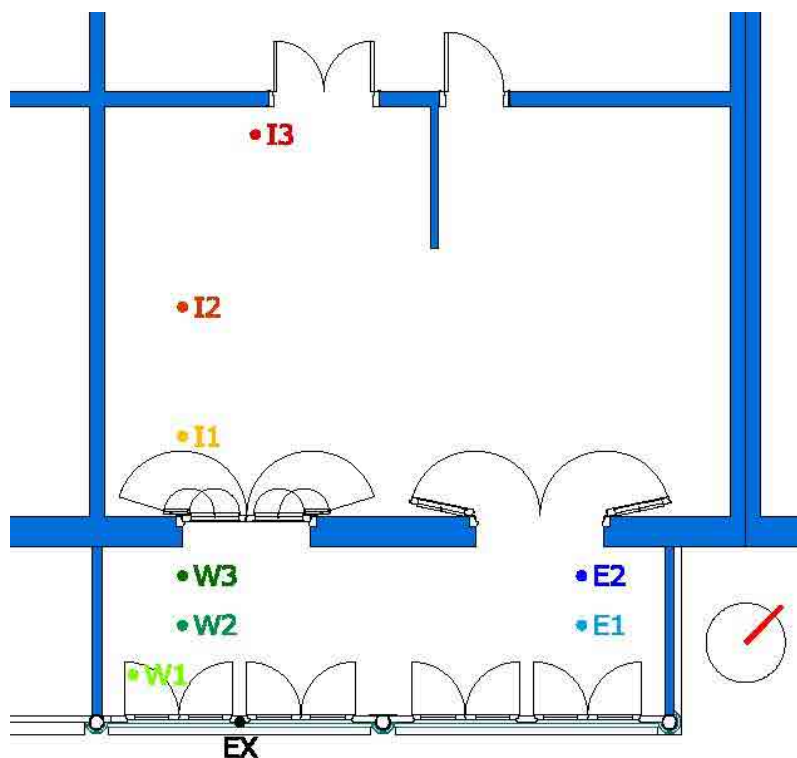
Col·locació dels punts de mesura²¹⁷

fig.126 Situació de les sondes de temperatura

Els sensors es col·loquen de manera que puguin obtenir mesures de llum i temperatura a la *galeria* -E1, E2, W1, W2, W3- en el sentit d'amplària de (5,80m) i de fondària (1,90m) així com a l'espai interior -I1, I2, I3-, en profunditat (4,50m), i també es mesura la temperatura exterior -EX-. La situació espacial, que pot semblar arbitrària, procura generar les mínimes molèsties als usuaris i alhora mesura punts que tinguin una significació per a l'anàlisi. La nomenclatura de cada sensor es manté en els diferents períodes de mesura i és la que es mostra en el gràfic, tot i que no sempre es valoren com a correctes els resultats de tots ells. Cal recordar que cada punt dibuixat pot tenir sensor de temperatura i de llum, però no és així en tots els casos.

²¹⁷ Segons la tesi doctoral esmentada.

Les sondes i els seus resultats en les sèries gràfiques s'anomenen:

EXTERIOR	EX	Situada a l'exterior, al centre de la <i>galeria</i> .
GALERIA	E1	Situada a l'est de la <i>galeria</i> , cap a l'exterior.
GALERIA	E2	Situada a l'est de la <i>galeria</i> , cap a l'interior.
GALERIA	W1	Situada a l'oest, tocant a la mitgera, cap a l'exterior.
GALERIA	W2	Situada a l'oest, uns 60 cm més a l'interior que la W1.
GALERIA	W3	Situada a l'oest, tocant al mur que separa la <i>galeria</i> de l'interior.
INTERIOR	I1	A l'espai interior, a uns 80 cm del mur que el separa de la <i>galeria</i> .
INTERIOR	I2	A l'espai interior, a uns 2,5 m de profunditat, al costat oest.
INTERIOR	I3	Al fons de l'espai interior, al costat de la porta d'accés.

Els resultats de la sonda exterior estan dibuixats en negre, les interiors en colors càlids: groc, taronja i vermell, les de a la *galeria*, al costat est en colors blaus i verds les del costat est.

Les tonalitats més clares corresponen a les sondes més exteriors i les més fosques a les situades més endins, com mostra la fig. 126.

Criteris d'anàlisi i comentaris dels resultats

Donada la seva extensió, totes les mesures obtingudes de la tesi de l'Helena Coch es troben a l'*Annex 2*, apartat *A2.1.1 Fitxes dels amidaments sobre el model real*. Aquí hi ha les explicacions, els criteris d'interpretació i les meves conclusions a partir dels resultats.

He analitzat a fons dues de les sèries de mesures realitzades. La primera -34 dies- correspon al període final de primavera de 1999, de mitjans de maig a mitjans de juny. La segona -176 dies- comença a mig novembre de 1999 i acaba a principis de maig de 2000. Aquesta sèrie, per la seva amplitud es divideix en tres etapes climàtiques: final de tardor -37 dies-, hivern -91 dies- i principi de primavera -48 dies-.

L'*Annex A2.1.1* s'estructura a partir d'una fitxa diària que mostra totes les mesures obtingudes i un gràfic d'evolució de les temperatures durant 24 hores. Per poder identificar el màxim de característiques he anotat algunes dades que ajuden a entendre el resultat. Són les següents:

- Data i hora de la presa de mesura, cada 30 minuts.
- Dia de la setmana i dies festius. Aquesta informació és força útil ja que durant els caps de setmana i els ponts és molt probable que l'estudi estigui desocupat i això facilita la interpretació dels resultats.
- Condicions exteriors del dia indicat²¹⁸: temperatura mitjana (Tm) i humitat relativa mitja (HR).
- Variacions de la temperatura. Indicades mitjançant un gradient de color que va del blau gris per a les temperatures més fredes, fins al grana o carmí per a les més càlides. També s'indica -per a cada dia i sonda- la temperatura màxima, de color grana, i la mínima, de color blau.
- Hores de sortida i posta de sol en la data indicada.
- Marca a la franja de 9:30 a 14:30 hores. Quan acostuma a tocar el sol a la *galeria* orientada a sud-est. Només serveix de referència.
- Tres grups de columnes. La primera a l'esquerra correspon a la sonda exterior –EXT–, a continuació un grup de cinc columnes relatives a les sondes de la *galeria*, i a la dreta el grup de sondes interiors. Quan no hi ha la dada és perquè no se'n disposa.
- Tipus de dia. Segons la nomenclatura: dia A, anticiclònic; dia B, núvol; dia C, cel cobert.²¹⁹

La presa de mesures es va fer sense alterar l'activitat de l'estudi d'arquitectura i això fa molt difícil la seva interpretació. Moltes vegades no és possible saber si hi ha gent treballant, s'encén l'estufa o s'obre un balcó. Per això, només en situacions molt clares es pot encertar si la persiana està abaixada i/o les balconeres obertes, o tancades.

Tot i això, després d'estar compartint aquest estudi durant uns tres anys puc assegurar que el funcionament habitual de la *galeria* queda ben reflectit, tot i que és gairebé impossible de parametritzar ja que a més de les condicions climàtiques de cada moment, l'hora del dia, etc. hi ha també els aspectes subjectius en els requeriments dels usuaris²²⁰

²¹⁸ Dades facilitades pel Servei meteorològic de Catalunya. Corresponen al període indicat i a l'estació emplaçada a Barcelona, Av. Lluís Companys. També havíem demanat les oscil·lacions diàries de temperatura i humitat però no estaven disponibles. Quan no hi figura la dada és perquè no s'ha facilitat.

²¹⁹ Dia A. Anticiclònic, cel clar i ambient sec. Temperatures altes de dia i fresques o fredes de nit.

Dia B. Nuvolositat variable, amb estones de sol. Temperatures suaus i humitats moderades.

Dia C. Cel cobert, gris, no surt el sol. Temperatures suaus. Ambient humit a l'hivern i xafogós a l'estiu.

²²⁰ Hi ha alguns episodis, com variacions sobtades de temperatura, de curta durada que són difícils d'entendre i que deixarem de banda; d'altres, més puntuals, es poden atribuir a la incidència directa del sol sobre la sonda.

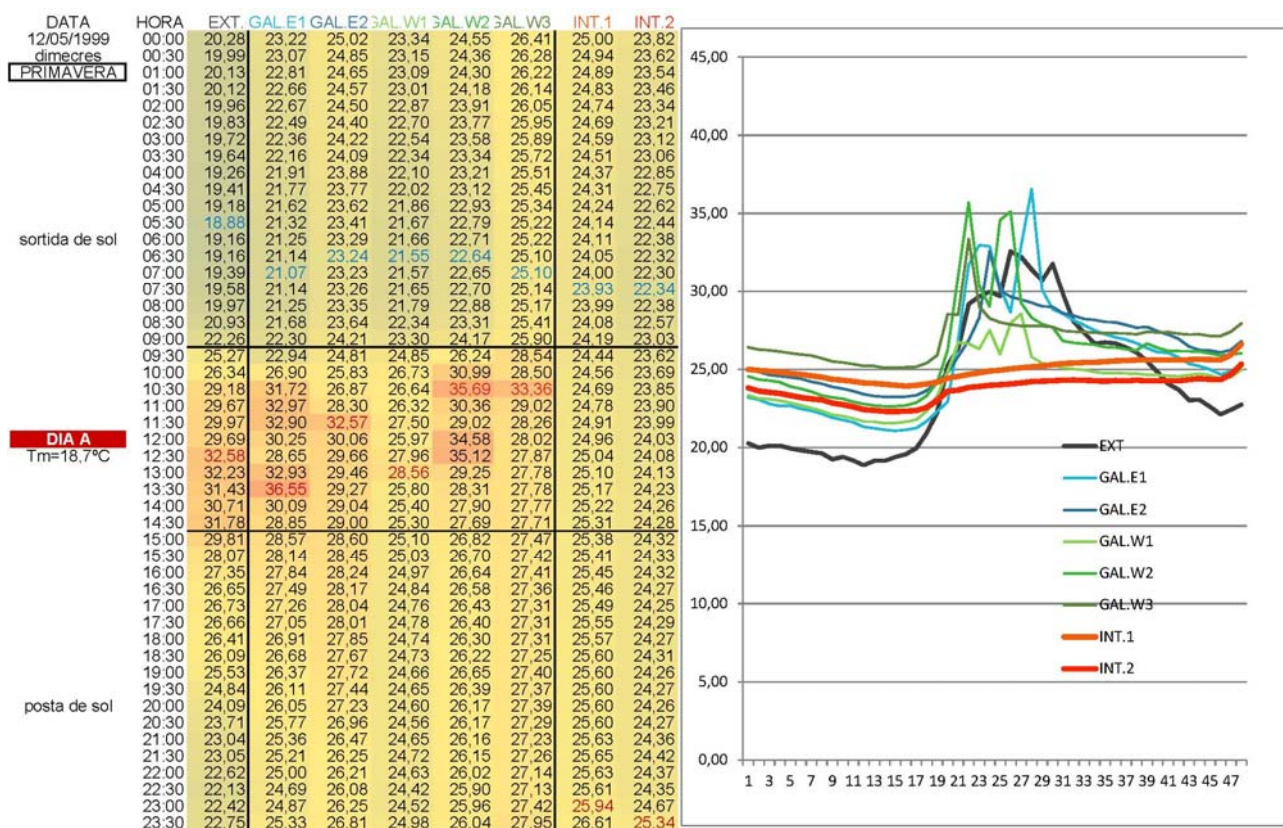


fig. 127 Fitxa de l'Annex A2.1.1 Dia tipus A de primavera

L'estudi no disposa d'aire condicionat, o sigui que en condicions d'estiu només compta amb la protecció de la persiana i la ventilació encreuada. A l'hivern –en l'època que es van prendre les mesures- hi havia unes estufes elèctriques d'infraroig que quan s'encenien feien variar les temperatures interiors; en els casos més evidents es pot reconèixer la seva influència, en altres no.

També cal tenir en compte que les sondes estaven situades arran de terra. Per aquest motiu les temperatures interiors són més baixes de les que obtindria un termòmetre d'ambient, que normalment es col·loca a una alçada d'1,50m.

Al final d'aquest apartat traurem conclusions a partir dels resultats, però ja podem avançar un aspecte que es dona sempre de forma inequívoca: l'estabilitat de la temperatura de l'ambient interior.

Primavera 1999. 11 de maig a 13 de juny

La primera sèrie correspon al període de finals de primavera. Té una durada de 34 dies (11/05/1999 a 13/06/1999); consta de 1640 mesures de temperatura preses cada 30 minuts amb vuit sondes, una exterior, cinc a la *galeria* i dues interiors.

En aquesta època de l'any el sol ja escalfa força i durant el dia la temperatura exterior arriba a superar els 24°C, però de nit encara pot baixar per sota de 15°C²²¹. Les condicions habituals per a la presa de dades durant el dia són amb les balconeres obertes, tant les interiors com les exteriors -en els dies més frescos s'obren a partir de mig matí- i a mesura que el sol és més fort i el dia calorós, s'abaixa la persiana. Al vespre encara es tanquen els balcons, però els dies més calorosos ja comencen a deixar-se només ajustats i així durant la nit refresca l'interior.

L'estudi d'arquitectura funciona amb normalitat. A finals de maig s'abaixen les persianes i llavors la temperatura de la *galeria*, quan hi toca el sol queda per sota de la temperatura exterior.

Durant aquest període es donen les temperatures habituals per a l'època. A la sonda exterior van de 19-22°C a 30-34°C, amb puntes de calor extraordinàries de 35°, 42° o 47°C –quan a la sonda hi toca el sol directe- i algun dia núvol en què la temperatura no passa de 26°C.

La *galeria* -orientada a SE- es comporta com s'esperava. Es distingeixen clarament dues situacions segons la posició de la persiana, pujada o baixada.

Quan està recollida entra el sol i la temperatura de la *galeria* es dispara. A partir de les 9:30 hores²²² i aproximadament fins a les 14:30, quan la sonda exterior acostuma a superar els 30°C i el sol va deixant de tocar la *galeria*, la temperatura pot superar els 40°C. Si està desenrotllada²²³ llavors la temperatura de la *galeria* sempre queda entre 4 i 10°C per sota de la sonda exterior. Això no evita que la seva temperatura s'enfilí fins als 30°C-32°C però generalment -en el conjunt de sondes²²⁴- queda per sota de la temperatura exterior.

²²¹ Temperatures mitjanes a Barcelona (observatori Can Bruixa): 17,5°C (maig) i 22°C (juny). Aquestes dades preses en condicions d'observatori, a l'ombra, no són comparables amb les obtingudes *in situ* a la "nostra" *galeria*, situada al pati d'illa, orientada a SE i amb radiació directa. Per això, els valors que figuren al quadre resum de la fig. 144, són molt més alts.

²²² En aquesta època de l'any s'han de restar 2 hores (una a l'hivern) per obtenir l'hora solar. A les 9:30 (hora oficial) són les 7:30 (hora solar). Per no confondre, la referència sempre és a l'hora oficial.

²²³ Això passa, en aquesta sèrie, a partir del 25/05 i es veu molt clarament a partir de l'1/06.

²²⁴ És habitual que alguna sonda de la *galeria* doni durant 2 o 3 lectures consecutives, fins a 6°C per sobre de la temperatura exterior, quan abans i després dóna un valor inferior. Puntualment li pot estar tocant el sol, ja que la resta de sondes no reflecteix aquesta variació.

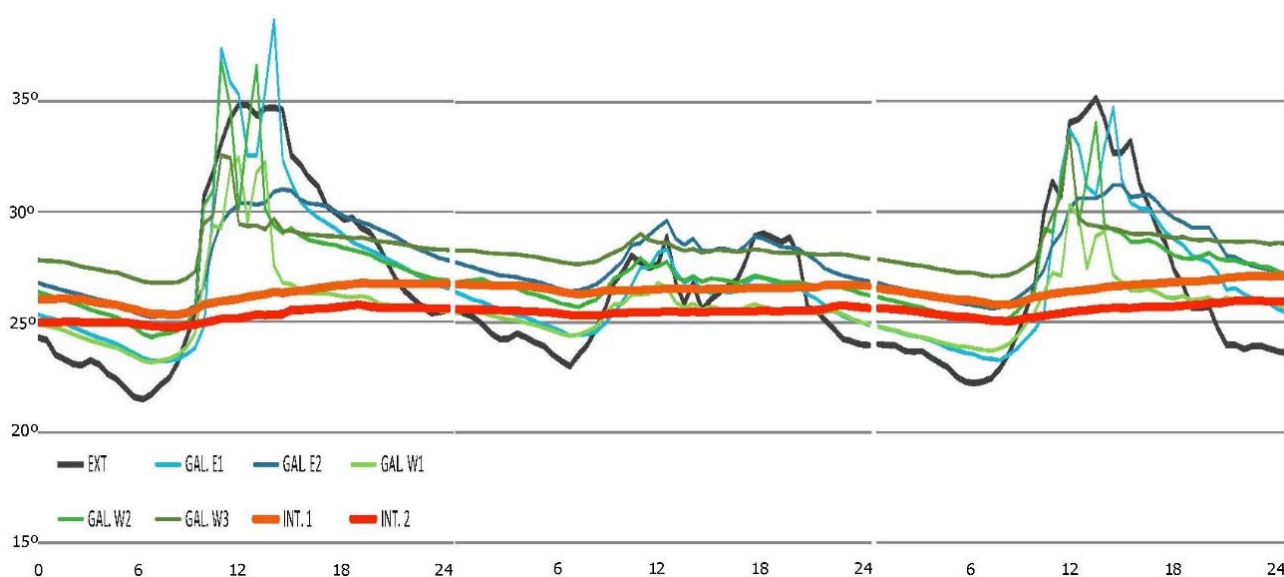


fig. 128 Seqüència de 3 dies tipus A-C-A Primavera. 26/05/1999 a 28/05/1999

Després, quan la temperatura exterior baixa de 28°C –generalment a partir de les 15:00 hores i fins l'endemà matí- la de la galeria es manté –potser massa alta- entre 1°C i 5°C per sobre de la sonda exterior. A Barcelona, la seva proximitat al mar fa que la temperatura sigui molt suau, però durant la nit es manté força alta, sobretot quan fa calor.

Aquesta –juntament amb la elevada humitat que també li proporciona la seva condició litoral- és una peculiaritat negativa del clima de la ciutat per aquesta època de l'any. Durant la nit la temperatura gairebé no baixa mai de 20°C i generalment es queda per sobre dels 22°C. Amb aquestes condicions és molt difícil refrescar els edificis.

La fig. 128 mostra una seqüència de tres dies A-C-A on es pot observar com al primer dia A, l'absència de la persiana permet que la temperatura a la *galeria* s'enfili per sobre de 38°C quan l'exterior no arriba a 35°C, en canvi al segon dia A –tercer dia- s'ha abaixat la persiana i amb la mateixa temperatura exterior, la *galeria* no arriba a 35°C.

La regulació que fa la *galeria*, mantenint la seva temperatura per sota de la exterior durant les hores de més calor, permet aconseguir una bona temperatura interior. A dins la temperatura poques vegades supera 27°C, tot i que en aquesta època de l'any tampoc no acostuma a baixar de 23°C fins i tot quan –de nit- la temperatura exterior baixa fins a 18°C.

Tardor 1999 –finals-. 14 de novembre a 20 de desembre

Segona sèrie. La 1a etapa és a finals de tardor, comença el dia 14/11/1999 i acaba el dia 20/12/1999 (37 dies). Consta de 888 mesures amb vuit sondes.

Les condicions de la presa de dades són les d'hivernacle, la persiana recollida deixa passar el sol, però algun dia si fa calor s'abaixa. La *galeria* està tancada a l'exterior i oberta o tancada a cap a l'interior.

L'estudi d'arquitectura funciona normalment. Durant aquests dies també s'evidencia la gran estabilitat de la temperatura interior. Entre setmana, la mitjana se situa al voltant de 17/18°C i gairebé mai té una oscil·lació superior a 2°C, tot i que ara també és gràcies a l'aportació de les estufes.

Durant els caps de setmana, quan l'estudi està desocupat, la temperatura interior pot baixar extraordinàriament fins als 12°C, però generalment es queda per sobre de 15°C, amb màximes que superen els 20°C.

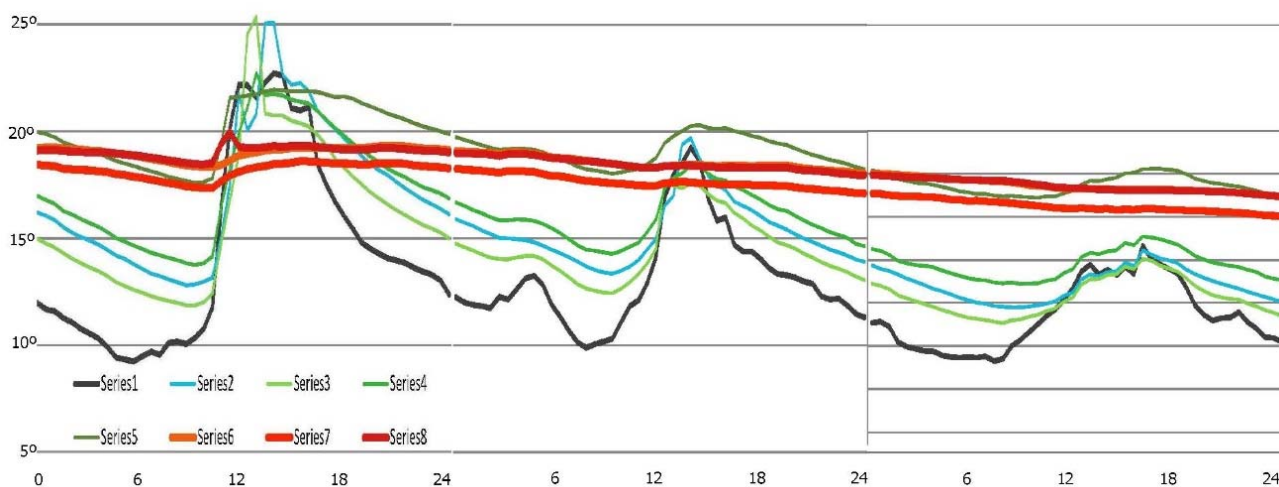


fig. 129 Seqüència de 3 dies tipus A-B-C Tardor. 03/12/1999 a 05/12/1999

La temperatura exterior amb prou feines arriba a 24°C al sol, durant les hores que toca a la *galeria* (11:00 a 15:00 hores) i no sol baixar de 7°C. La mínima es dona entre les 7:00 i les 9:00 del matí.

Hivern 1999-2000. 21 de desembre a 20 de març

La 2a etapa de la segona sèrie durarà tot l'hivern, del 21/12/1999 al 20/03/2000 (91 dies) amb 2184 mesures per a 8 sondes.

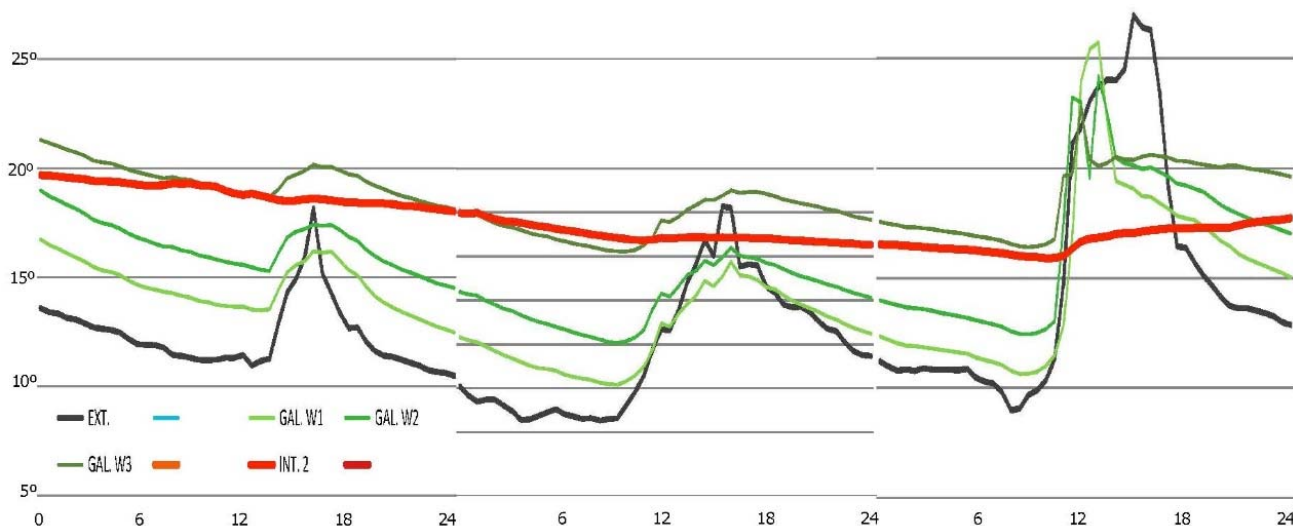


fig. 130 Seqüència de 3 dies típics B-B-A Hivern. 12/02/2000 al 14/02/2000. Hivern

A començaments de l'hivern -durant el dia- si fa sol, a fora hi ha un parell d'hores amb 22°C; si no en fa la temperatura no arriba a 18°C. Les mínimes no solen baixar de 6,5°C.

La gràfica de la fig. 130 correspon a 3 dies B-B-A en cap de setmana, amb l'estudi desocupat. Es veu com la temperatura interior va baixant lentament el primer i el segon dia, mentre que el tercer -dilluns-, que fa sol, es recupera lleugerament. Al dia següent -veure a l'*Annex A2.1.1*- gràcies a l'acció conjunta del sol i les estufes, la temperatura arriba a 19°C.

Durant aquest període la persiana està recollida. Tot i això, la temperatura màxima exterior s'assoleix cap a les 3:00 de la tarda, quan a la *galeria* ja no hi toca el sol.

Primavera 2000 (principis). 21 de març a 7 de maig

Finalment, la 3a etapa de la segona sèrie va del 21/03/2000 fins al 07/05/2000; 48 dies, amb 1152 mesures i 8 sondes.

Arriba el bon temps i de dia la temperatura exterior -quan fa sol- supera fàcilment els 20°C i pot pujar fins a 25°C, però les nits encara són fresques i de matinada són normals temperatures al voltant d'11°C.

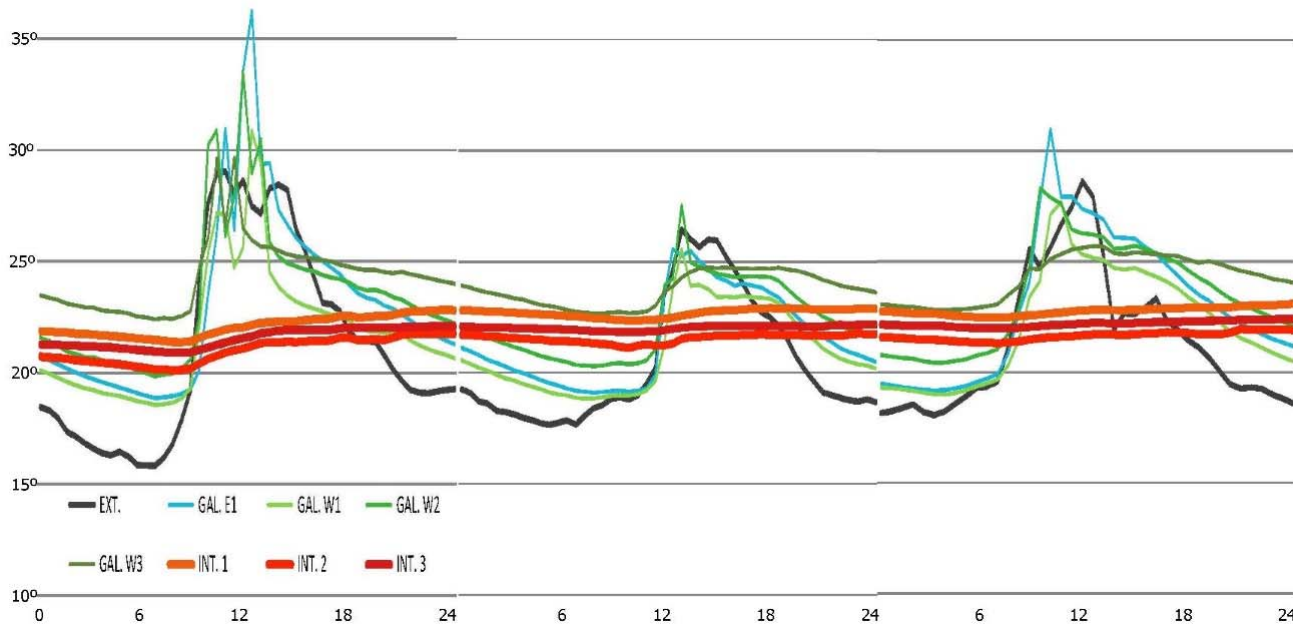


fig. 131 Seqüència de 3 dies tipus A-B-A Primavera. 03/05/2000 al 05/05/2000

Encara no s'abaixen les persianes i quan a fora hi ha 25°C a la *galeria*, durant un parell d'hores arriba fins als 35°C. Generalment la temperatura no baixa de 14°C ni s'enfila per sobre de 26°C.

A l'interior, l'estabilitat segueix com hem vist en les altres etapes, entre 18 i 21-22°C, amb oscil·lacions diàries d'1 a 2°C.

Resum de l'anàlisi de les mesures climàtiques

La característica més notable del comportament de la *galeria* és l'estabilitat de la temperatura interior en qualsevol dia de l'any. Siguin quines siguin les condicions climatològiques, les temperatures de les sondes interiors, gràcies a la inèrcia del sistema, varien molt poc mentre les de la *galeria* -degut a l'efecte hivernacle- experimenten grans oscil·lacions; molt més que la temperatura exterior.

Aquesta és la principal propietat del funcionament climàtic de la *galeria*, pel temps fred. Quan fa calor disposa de la persiana, que desenrotllada evita l'escalfament -no desitjat i innecessari- tant de la *galeria* com de l'interior.

Igualment però en sentit contrari, podem dir que les grans oscil·lacions de la temperatura, que es donen a l'espai *galeria* sense persiana, són el principal defecte del *mur cortina*.

En una façana amb tancament de *mur cortina*²²⁵ -fins i tot quan no fa calor- si el sol incideix a la façana, la temperatura interior pot enfilar-se per sobre dels 34°C. Això fa imprescindible l'ús d'un sistema de climatització²²⁶ per refrescar l'ambient i mantenir-lo dins dels nivells de confort. Però més tard -quan ja no fa sol- la temperatura exterior baixa força i la de dins també, perquè el vidre és molt mal aïllant tèrmic i el sistema no té inèrcia tèrmica. Llavors caldrà novament l'ús de la climatització mecànica, ara per escalfar l'interior.

Així, mentre la *galeria* regula l'excés d'energia calorífica, captada durant les hores de sol, emmagatzemant-la per disposar-ne quan calgui, el *mur cortina* l'ha d'extreure i això comporta un primer consum energètic de climatització. Després quan baixi la temperatura, farà falta un segon consum per generar una quantitat de calor equivalent a la que abans s'ha llençat²²⁷.

Podem assegurar doncs que -amb les mateixes condicions exteriors- la comparació entre el *mur cortina* i la *galeria* no admet discussió. El resultat és de doble consum energètic per al *mur cortina* i zero per a la *galeria*.

²²⁵ Ja hem dit que un *mur cortina* no sol tenir persianes ni altres sistemes de protecció. Generalment és per condicionants de disseny, però segurament també per un error d'apreciació dels beneficis d'aquests elements.

²²⁶ No es pot concebre un edifici amb tancament de *mur cortina* sense aire condicionat.

²²⁷ I ara no comptem el consum elèctric de la il·luminació artificial -que aquest sistema requereix gairebé sempre i funciona tot el dia- ni el consum de la climatització necessària per extreure -dissipar- la calor aportada per la il·luminació.

Quadre resum de temperatures

	sonda		màxima	mínima	mitjana	δTi
Primavera 1999 (finals)	Te		23,1	16,7	19,9	
11-05-1999 a 13-06-1999	Exterior	T mitja	32,6	19,7	26,2	
		T absoluta	46,7	17,3		
	Galeria	T mitja	33,2	23,2	28,2	
		T absoluta	42,4	19,3		
	Interior	T mitja	26,3	25,0	25,7	1,3
		T absoluta	28,6	22,2		
	sonda		màxima	mínima	mitjana	δTi
Tardor 1999 (finals)	Te		16,9	10,9	13,9	
14-11-1999 a 20-12-1999	Exterior	T mitja	20,8	8,4	14,6	
		T absoluta	26,5	3,0		
	Galeria	T mitja	20,2	12,2	16,2	
		T absoluta	29,5	4,4		
	Interior	T mitja	16,1	15,2	15,7	0,9
		T absoluta	22,7	11,6		
	sonda		màxima	mínima	mitjana	δTi
Hivern 1999-2000	Te		14,0	8,3	11,2	
21-12-1999 a 20-03-2000	Exterior	T mitja	22,6	9,7	16,2	
		T absoluta	32,0	4,6		
	Galeria	T mitja	23,1	14,2	18,7	
		T absoluta	35,0	6,6		
	Interior	T mitja	18,3	16,5	17,4	1,8
		T absoluta	26,0	12,1		
	sonda		màxima	mínima	mitjana	δTi
Primavera 2000 (principis)	Te		23,1	16,7	19,9	
21-03-2000 a 07-05-2000	Exterior	T mitja	24,5	12,9	18,7	
		T absoluta	29,0	7,0		
	Galeria	T mitja	27,5	17,0	22,3	
		T absoluta	38,9	9,0		
	Interior	T mitja	20,8	18,9	19,9	1,9
		T absoluta	31,9	15,5		

Temperatures de càlcul

A partir d'aquestes dades i de les que recull el capítol 1.3.1 *Clima de l'Eixample*, hem adoptat les següents condicions exteriors -temperatures mitjans i oscil·lacions diàries- d'hivern –gener- i d'estiu –juliol-.

		màxima	mínima	mitjana	δT_e
Temperatures adoptades en els càlculs (Te)					
HIVERN	Temperatures pel mes de gener	13,3	7,5	10,4	5,8
ESTIU	Temperatures pel mes de juliol	27,9	23,9	25,9	4,0

Amb aquestes premisses i sobre els models representatius –models teòrics definits-, ens proposem calcular el comportament climàtic de la *galeria*, amb l'objectiu d'establir un mètode que sigui exportable a altres ubicacions amb diferents condicions i que permeti comparar-les. Aquí, donada la seva extensió només expliquem el model 1, corresponent a l'orientació sud-est - i sud-oest- definit a l'apartat 3.

A l'*Annex A2.1.2 Fitxes de la simulació. Càlculs sobre els models teòrics*, hi ha tots els càlculs en detall. Igual com he fet amb els amidaments sobre el model real, ara explico les meves conclusions segons els resultats de temperatura mitjana interior (T_i) i oscil·lació de la temperatura interior (δT_i) així com els aspectes més destacables de cada model.

Per facilitar la comparació dels resultats dels models estudiats, he afegit una dada força aclaridora: l'energia de climatització necessària –calefacció a l'hivern i refrigeració a l'estiu- per aconseguir les condicions adequades de confort tèrmic²²⁸. Aquestes són, a l'hivern, $T_i=20^\circ\text{C}$ com a mínim i a l'estiu, $T_i=25^\circ\text{C}$ com a màxim. Per això fem una la simulació per a cada cas -excepte a la *galeria*, que no està controlada climàticament- del nombre d'hores diàries que –teòricament- hauria d'estar funcionant una bomba de calor de 2500W de potència, amb $\text{COP}=3,5$ ²²⁹ per aconseguir les temperatures indicades.

²²⁸ La temperatura de confort o zona de confort tèrmic, a l'hivern es situa entre 18 i 22°C i a l'estiu entre 23 i 27°C.

²²⁹ Es tracta del típic aparell domèstic d'aire condicionat tipus Split, reversible, amb funcionament de bomba de calor i amb un rendiment COP (coeficient of performance) estàndard per aquests equips.

3.3.2 CÀLCUL AMB MODELS TEÒRICS

A partir dels models explicats a l'apartat 3.2 *Models teòrics de galeria* hem realitzat els càlculs amb les condicions que s'expliquen a l'apartat 3.2.4 *Simulació climàtica*. Afegim un comentari dels resultats i al final –fig. 144 i 145– hi ha els quadres resum que permeten comparar-les.

Model 1a) versió 1920. Orientació a sud-est, sense galeria

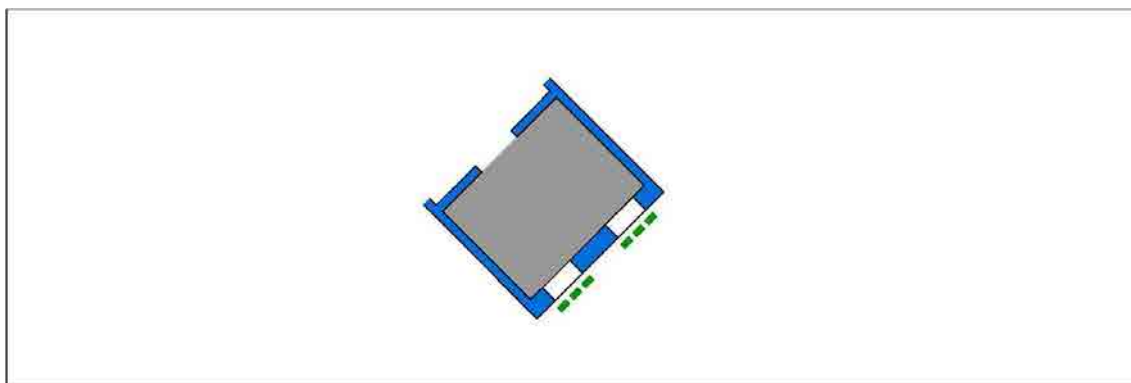


fig. 132 Model 1a) versió 1920. Espai interior amb balconeres i sense *galeria*

Hivern: $T_i = 13,76^{\circ}\text{C}$ $\delta T_i = 1,89^{\circ}\text{C}$

Aquesta temperatura tan baixa, avui dia és impensable però és la que hi havia l'any 1920. En aquestes condicions, per aconseguir una temperatura interior $T_i = 20^{\circ}\text{C}$ una bomba de calor de 2.500W de potència hauria d'estar funcionant durant 3,5 hores/dia.

Estiu:	$T_i = 27,86^{\circ}\text{C}$	$\delta T_i = 2,58^{\circ}\text{C}$	(SENSE PERSIANA)
	$T_i = 26,57^{\circ}\text{C}$	$\delta T_i = 1,40^{\circ}\text{C}$	(AMB PERSIANA)

A l'estiu, sense persiana calen 4 hores de climatitzador per obtenir $T_i = 25^{\circ}\text{C}$. Si hi ha persiana amb 2 hores n'hi ha prou.

Recordem que el confort d'estiu a Barcelona depèn més de la humitat²³⁰ que de la temperatura, que és força suau. La característica negativa d'aquest clima és que a l'estiu, de nit la temperatura exterior pràcticament no baixa, per tant no refresca.

El paper de la persiana és molt important. Sense persianes, a l'estiu, T_i s'enfila fins a $29,15^{\circ}\text{C}$ mentre que si estan baixades es redueix $1,88^{\circ}\text{C}$ i queda en $27,27^{\circ}\text{C}$.

²³⁰ En aquest cas, la bomba de calor és un bon sistema que permet obtenir un nivell d'humitat confortable.

Model 1b) versió 1920. Orientació a sud-est, només *galeria*

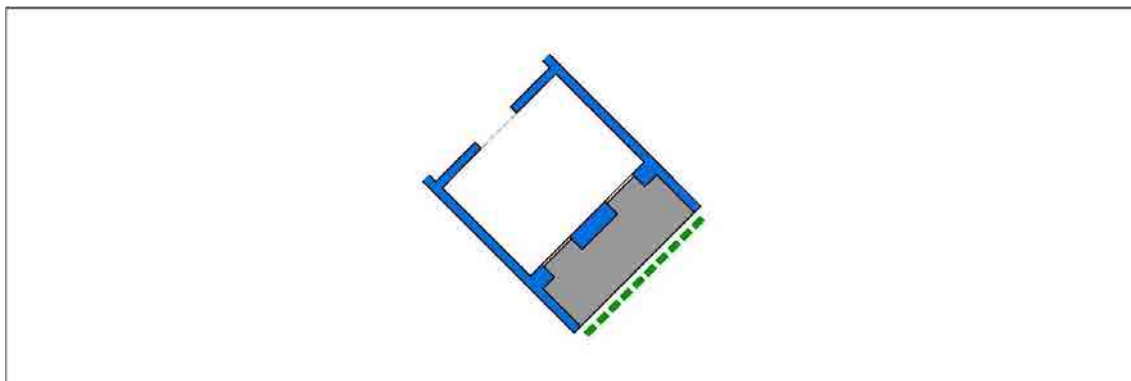


fig. 133 Model 1b) versió 1920. Només l'espai *galeria*

Hivern: $T_i = 16,03^{\circ}\text{C}$ $\delta T_i = 4,13^{\circ}\text{C}$

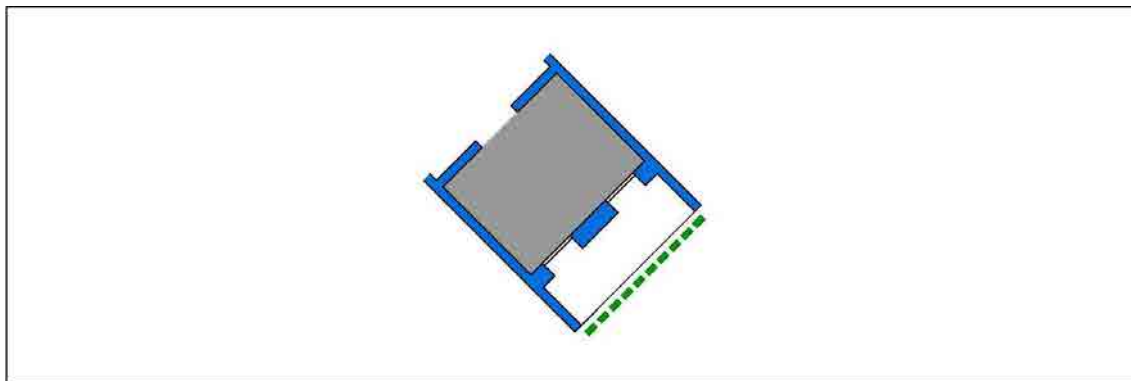
A la *galeria* -espai no controlat- a l'hivern, quan fa sol la temperatura puja $2,27^{\circ}\text{C}$ més que al model *a)*. Quan no hi toca el sol i sobretot de nit, T_i baixa per sota de 14°C perquè la oscil·lació és molt alta.

Estiu: $T_i = 30,56^{\circ}\text{C}$ $\delta T_i = 4,82^{\circ}\text{C}$ (SENSE PERSIANA)

Estiu: $T_i = 26,60^{\circ}\text{C}$ $\delta T_i = 1,45^{\circ}\text{C}$ (AMB PERSIANA)

La *galeria* sense persiana, més que un espai *no controlat* és un espai *descontrolat* amb T_i màx. que a l'estiu arriba a $32,97^{\circ}\text{C}$.

Amb persiana dóna pràcticament el mateix resultat que el model *a)*.

Model 1c) versió 1920. Orientació a sud-est, amb *galeria*fig. 134 Model 1c) versió 1920. Espai interior amb *galeria*

Hivern: $T_i=15,22^{\circ}\text{C}$ $\delta T_i=1,69^{\circ}\text{C}$

Tot i que segueix sent molt baixa per als criteris actuals, T_i mitjana d'hivern respecte al model 1a), augmenta $1,46^{\circ}\text{C}$ i és més estable -l'oscil·lació ha baixat $0,2^{\circ}\text{C}$ -. Ara, per aconseguir $T_i=20^{\circ}\text{C}$ cal fer funcionar la bomba de calor "només" durant 2 hores/dia.

Estiu: $T_i=27,22^{\circ}\text{C}$ $\delta T_i=1,76^{\circ}\text{C}$ (SENSE PERSIANA)

Estiu: $T_i=26,48^{\circ}\text{C}$ $\delta T_i=1,28^{\circ}\text{C}$ (AMB PERSIANA)

No és recomanable que la *galeria* no tingui persiana. Malgrat això, comparat amb el model 1a), T_i màxima= $28,10^{\circ}\text{C}$ queda $1,05^{\circ}\text{C}$ per sota, gràcies a la inèrcia tèrmica.

Amb persiana, les condicions d'estiu són gairebé idèntiques, però amb *galeria* lleugerament millors.

Si no hi ha persiana calen més de 3 hores de bomba de calor per aconseguir $T_i=25^{\circ}\text{C}$; amb persiana menys de 2 hores.

Model 1d) versió 1920. Orientació a sud-est, mur cortina (espai únic)

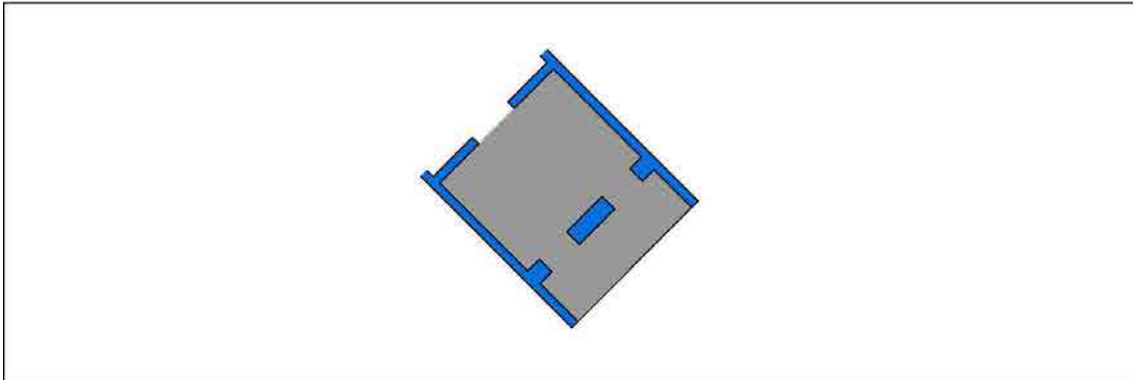


fig. 135 Model 1d) versió 1920. Espai interior amb tancament de *mur cortina*

Hivern: $T_i = 15,11^{\circ}\text{C}$ $\delta T_i = 3,04^{\circ}\text{C}$

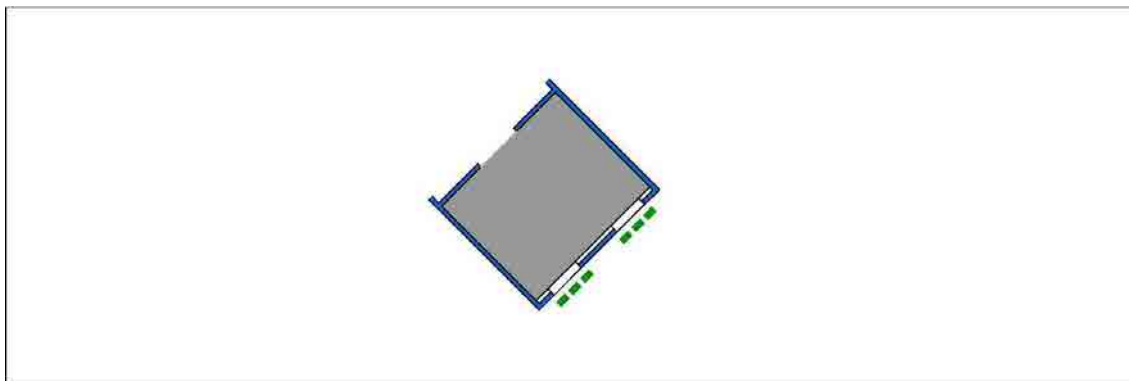
La superfície de captació és la mateixa que al model 1c), però ara tota és per sistema directe. A l'hivern, T_i és gairebé igual al model c), però l'oscil·lació és més alta i arriba a $T_i \text{ màx.} = 16,63^{\circ}\text{C}$, i la $T_i \text{ mín.} = 13,59^{\circ}\text{C}$ és $0,79^{\circ}\text{C}$ més baixa que al model 1c). La bomba de calor haurà de funcionar durant 3 hores/dia per arribar a $T_i = 20^{\circ}\text{C}$.

Estiu: $T_i = 28,80^{\circ}\text{C}$ $\delta T_i = 3,46^{\circ}\text{C}$ (SENSE PERSIANA)

Estiu: $T_i = 26,70^{\circ}\text{C}$ $\delta T_i = 1,54^{\circ}\text{C}$ (AMB PERSIANA)

Aquest model d) l'any 1920 no era gaire habitual a l'interior d'illa, però al carrer sí, en forma de *tribuna* o *mirador*. Per la seva importància i el seu mal funcionament en parlarem detalladament en la versió 2014. A l'estiu, sense persiana la temperatura interior màxima arriba a $30,54^{\circ}\text{C}$ quan la temperatura exterior màxima és de $27,90^{\circ}\text{C}$. És el típic exemple d'edifici que funciona pitjor que el clima.

Sense persiana caldrien gairebé 5,5 hores de bomba de calor –fred- per baixar T_i fins a 25°C ; amb persiana, menys de 2,5 hores.

Model 1a) versió 2014. Orientació a Sud-est, sense galeriafig. 136 Model 1a) versió 2014. Espai interior amb balconeres, sense *galeria*

Hivern: $T_i = 19,49^\circ\text{C}$ $\delta T_i = 2,55^\circ\text{C}$

Només substituint els tancaments senzills i poc eficients de la versió 1920 per materials actuals, T_i augmenta gairebé 6°C i pràcticament es situa en zona de confort sense necessitat de calefacció²³¹. La millora es deu només a l'aïllament tèrmic; la resta de paràmetres -captació, aportacions internes i ventilació- no varien. L'oscil·lació ha pujat lleugerament per la diferència de temperatura T_i - T_e i sobretot pel menor pes dels materials actuals, que redueix la inèrcia tèrmica.

Estiu:	$T_i = 28,60^\circ\text{C}$	$\delta T_i = 3,46^\circ\text{C}$	(SENSE PERSIANA)
	$T_i = 26,83^\circ\text{C}$	$\delta T_i = 1,72^\circ\text{C}$	(AMB PERSIANA)

En el funcionament d'estiu penalitza el millor aïllament de la versió 2014 ($G_t = 0,54$) respecte a 1920 ($G_t = 2,05$) ja que I , D , i G_v són idèntics²³². Si no hi ha persianes, calen poc més de 3,7 hores per obtenir $T_i = 25^\circ\text{C}$.

Al desenrotllar les persianes T_i disminueix $1,77^\circ\text{C}$ i l'oscil·lació es redueix a la meitat. En aquest cas la bomba de calor només haurà de funcionar 1,7 hores.

²³¹ Recordem que estem fent la simulació per a un espai habitable de només $26,35\text{m}^2$ ($94,00\text{m}^3$). Si ho féssim per a una superfície de $75,00\text{m}^2$ -la de l'estudi d'Aragó 346- obtindríem $T_i = 14,50^\circ\text{C}$.

²³² G_t , coeficient d'intercanvi per transmissió; G_v , coeficient d'intercanvi per ventilació; I , guanys per radiació solar; D , aportacions internes.

Model 1b) 2014. Orientació a Sud-est, només *galeria*

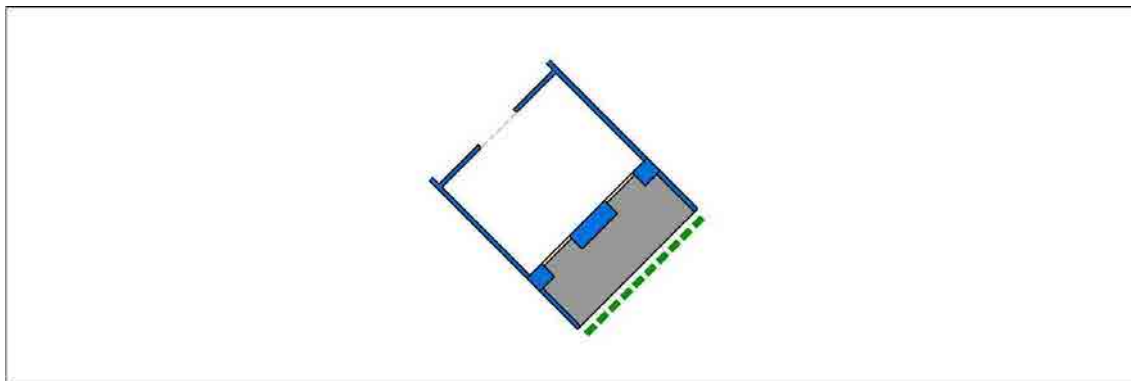


fig. 137 Model 1b) versió 2014. Només l'espai *galeria*

Hivern: $T_i = 17,91^{\circ}\text{C}$ $\delta T_i = 7,24^{\circ}\text{C}$

Comparada amb la de 1920, aquesta versió també millora el seu comportament d'hivern, a canvi d'augmentar força la oscil·lació que dona unes temperatures d'hivern, T_i màx. = $21,53^{\circ}\text{C}$ i T_i mín. = $14,29^{\circ}\text{C}$.

Estiu: $T_i = 31,74^{\circ}\text{C}$ $\delta T_i = 6,71^{\circ}\text{C}$ (SENSE PERSIANA)

Estiu: $T_i = 26,78^{\circ}\text{C}$ $\delta T_i = 1,84^{\circ}\text{C}$ (AMB PERSIANA)

La presència de la persiana redueix T_i en 5°C . T_i màx. sense persiana es dispara fins a $35,09^{\circ}\text{C}$ mentre que amb persiana no puja de $27,70^{\circ}\text{C}$.

Model 1c) 2014. Orientació a Sud-est, amb *galeria*

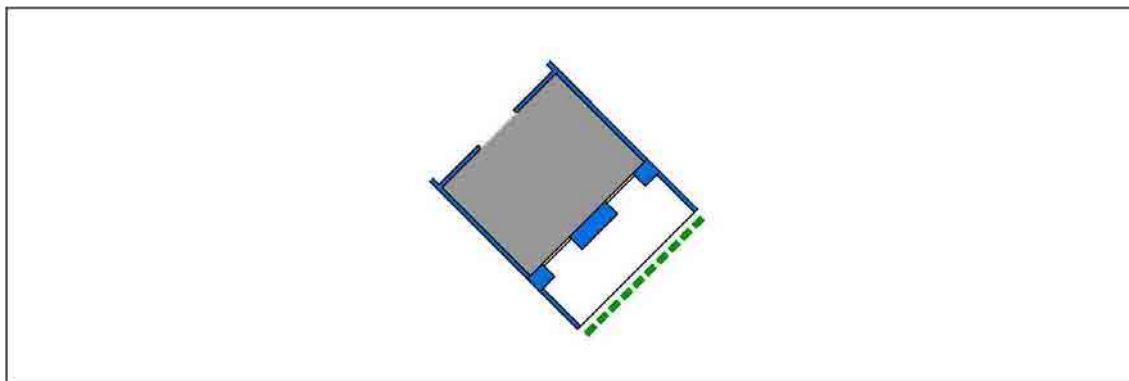


fig. 138 Model 1c) versió 2014. Espai interior amb *galeria*

Hivern: $T_i=23,82^{\circ}\text{C}$ $\delta T_i=0,41^{\circ}\text{C}$

La temperatura augmenta $4,33^{\circ}\text{C}$ respecte al model *1a) 2014* que no té *galeria*. Aquesta temperatura és òptima, però tornem a recordar que estem en un espai de només $26,35\text{m}^2$ ($94,85\text{m}^3$). Si repercutim la mateixa captació per a una superfície de $75,00\text{m}^2$, llavors resulta $T_i=15,95^{\circ}\text{C}$ i $\delta T_i=1,49^{\circ}\text{C}$ que queda per sota de la temperatura de confort d'hivern. La millora relativa al model *1c) 1920* es deu únicament a l'aïllament tèrmic ($G_t=1,30\text{W}/^{\circ}\text{C}\cdot\text{m}^3$), ara tenim $G_t=0,24\text{W}/^{\circ}\text{C}\cdot\text{m}^3$. La resta de paràmetres no varien.

Estiu: $T_i=27,77^{\circ}\text{C}$ $\delta T_i=2,27^{\circ}\text{C}$ (SENSE PERSIANA)

Estiu: $T_i=26,72^{\circ}\text{C}$ $\delta T_i=1,55^{\circ}\text{C}$ (AMB PERSIANA)

Amb persiana, els resultats són pràcticament calcats als del model *1c)1920*. La resposta és bona; amb 1,7 hores/dia de bomba de calor s'assegura $T_i=25^{\circ}\text{C}$. Per a una superfície de $75,00\text{m}^2$, resulta $T_i=26,29$ i $\delta T_i=1,15^{\circ}\text{C}$ que se situa del tot dins la zona de confort d'estiu, entre 23 i 27°C .

Els resultats sense persiana només serveixen de referència i sobretot demostren que no s'hauria de prescindir mai de la protecció solar. La bomba de calor ha d'estar en funcionament durant gairebé 4,5 hores per no superar $T_i=25^{\circ}\text{C}$.

Model 1d) versió 2014. Orientació a sud-est, mur cortina (espai únic)

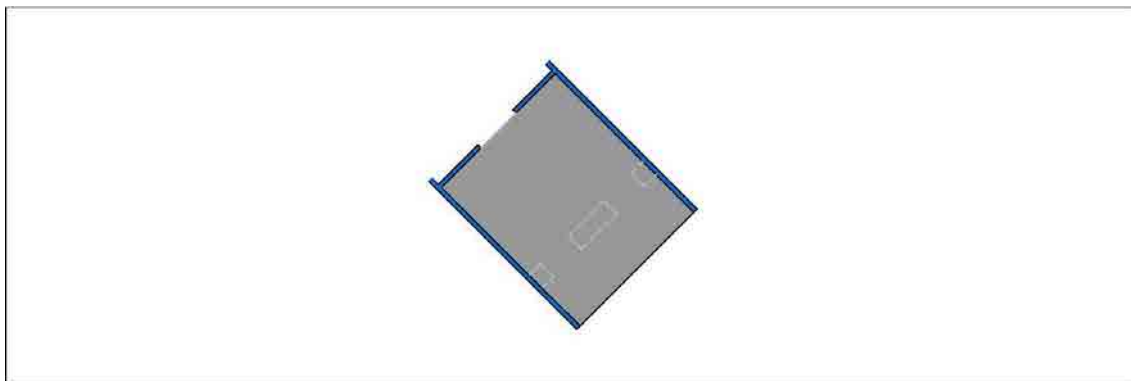


fig. 139 Model 1d) versió 2014. Espai interior amb tancament de *mur cortina*

Hivern: $T_i=20,88^{\circ}\text{C}$ $\delta T_i=5,00^{\circ}\text{C}$

Tot i tenir més captació ($I=8,45\text{W/m}^3$) que el model amb *galeria* 1c) 2014 ($I=5,81\text{W/m}^3$) en aquest a l'hivern penalitza pel pitjor aïllament, sobretot durant la nit, per això T_i queda $2,94^{\circ}\text{C}$ per sota. Per aquesta època el resultat són bons però quan comenci a fer calor es produirà sobreescalfament.

Estiu:	$T_i=29,77^{\circ}\text{C}$	$\delta T_i=4,64^{\circ}\text{C}$	(SENSE PERSIANA)
Estiu:	$T_i=26,97^{\circ}\text{C}$	$\delta T_i=1,88^{\circ}\text{C}$	(AMB PERSIANA)

A l'estiu sense persiana, la bomba de calor ha d'estar funcionant 5,2 hores per garantir $T_i=25^{\circ}\text{C}$. Amb persiana -si en pogués portar²³³- es reduiria a 2 hores. Aquest és el model anomenat *falsa galeria* que tractarem a continuació. Amb $T_i \text{ màx.}=32,09^{\circ}\text{C}$ i $T_i \text{ mín.}=27,45^{\circ}\text{C}$ ja es veu que és un sistema totalment dependent dels sistemes de climatització mecànica.

Amb persiana el resultat d'estiu s'acostaria molt al del model amb *galeria*. Funcionaria com un umbracle i T_i només superaria 2,5 dècimes la del model 1c) 2014. L'oscil·lació també seria força reduïda.

²³³ Generalment no en porta i s'ha de conformar amb el mal funcionament del model *sense persiana*.

La falsa galeria²³⁴ i el *mur cortina*

Ja hem dit que perquè els resultats dels models siguin comparables, s'han considerat les mateixes condicions per a tots els casos. Però en el model *1d) 2014* -que és una *falsa galeria*- hi ha un aspecte que normalment no es dóna tal com s'ha simulat, la ventilació, que encara empitjora els seus resultats. En les façanes de *mur cortina* els tancaments solen ser fixos, de vidres no practicables i no es poden obrir ni tan sols per netejar la cara exterior, i per descomptat no permeten la ventilació de manera natural, la qual s'ha de fer exclusivament amb sistemes mecànics²³⁵. Això suposa una despesa energètica més per aquesta solució.

Relacionat amb aquest aspecte hi ha una qüestió que val la pena destacar, molt sovint es pretén ponderar la bondat de l'aire condicionat com si fos la solució per a l'estalvi energètic, i és que quan es parla d'aquests sistemes de climatització sempre se'n destaca que -a més de la seva alta eficiència energètica- disposen de recuperadors de calor HRV (heat recovery ventilation) o d'entalpia (ERV) amb eficiències que permeten un estalvi (!) entre el 15 i el 30%, i falta ben poc per arribar a qualificar-los de sostenibles. Qüestió de temps. És cert que són sistemes eficients, però ja hem vist que davant d'una mala solució arquitectònica l'únic que poden fer és estar funcionant més hores.

Un fet tan senzill com obrir una finestra i netejar la cara exterior del vidre, en el *mur cortina* es converteix en un problema molt complex, que ha generat el propi disseny de la façana.

Hi ha dues maneres de netejar aquests vidres.

1. La primera, la *fàcil* -que no és una solució gens econòmica- és quan la fan especialistes en treballs verticals, que moltes vegades són escaladors professionals.
2. La segona requereix d'un sistema, que per si sol ja és una síntesi de la suma dels despropòsits que solen donar-se en el *mur cortina*. L'edifici ha de disposar d'almenys una góndola -cistella de 2,0x0,6m- que es despenja per la façana, on hi caben una o dues persones i està suportada per dos braços metàl·lics, desplaçables sobre uns rails ancorats a la coberta de l'edifici.

²³⁴ Ja n'hem parlat al capítol 2.1.2

²³⁵ Aquesta consideració no s'aplica al model *1d)* de la versió 1920, perquè les tribunes de l'època no sempre, però generalment sí que eren practicables.



fig.140 Góndoles. Sistemes de neteja del *mur cortina*

A les torres KIO de Philip Johnson, arquitecte (Madrid 1989) només es poden netejar els vidres durant els mesos d'abril a novembre, sempre i quan el vent no superi els 45km/hora de velocitat. La góndola va costar, llavors, 150 milions de pessetes (900.000,00€). Actualment superaria els 2 milions d'euros.

Quan la *galeria* o la *tribuna* els vidres no són practicables, la seva neteja també és un problema. Si les finestres no es poden obrir o no és fàcil accedir a la cara exterior, no es netegen –com veiem que passa en algunes tribunes de l'Eixample- i quan es fa, és tan complicat com en el *mur cortina*.



fig.141 Tribunes en què els vidres no es netegen

Un edifici amb façana de *mur cortina* és una capsa de vidre, amb una formalització que difícilment pot incorporar la persiana. Per això, tot i que en els càlculs també hem considerat els resultats *amb persiana*, només serveixen per comparar-los amb els altres models –i també per veure que funcionaria molt millor-. Els resultats que es donen gairebé sempre en aquest model són *sense persiana*.

A l'estiu T_i arriba a 32,09°C i no baixa mai per sota de 27,45°C. Amb aquestes condicions un edifici no pot ser habitable si no disposa d'un potent sistema de refrigeració, que requereix un consum molt alt d'energia, normalment elèctrica.

Quan fa fred, $T_i=20,88^\circ\text{C}$ es situa dins la zona de confort, però la oscil·lació $\delta T_i=5^\circ\text{C}$ és molt alta i fa que $T_i \text{ màx.}=23,38^\circ\text{C}$ sigui excessiva per a l'hivern i $T_i \text{ mín.}=18,38^\circ\text{C}$ insuficient, per tant caldrà climatització -segurament aportant fred de dia i calor de nit-.

La dependència del sistema de climatització, però sobretot la manca de ventilació ha generat la patologia dels "edificis malalts"²³⁶. De fet se'n diu així però a qui afecten és als seus ocupants, que pateixen molèsties i malalties degudes a la mala ventilació, la descompensació de temperatures, les càrregues iòniques i electromagnètiques, les partícules en suspensió, els gasos d'origen químic, etc.

Més enllà de les afeccions -migranyes, nàusees, marejos, constipats, ...- en la majoria d'aquests edificis -generalment comercials i d'oficines- es donen alts nivells d'absentisme laboral, baixa productivitat, insatisfacció en la feina i alta rotació del personal. Aquesta problemàtica ara mateix no és d'actualitat ja que l'absentisme, els últims anys ha retrocedit -a causa de l'actual crisi econòmica-, però això no vol dir que s'hagi resolt el problema.

Això no vol dir -ni molt menys- que tots els edificis amb *mur cortina* estiguin malalts, però tampoc no es pot assegurar que siguin sans del tot. Amb tot, sembla que no hi ha gaires motius que justifiquin la *pell de vidre* als edificis.

²³⁶ L'OMS ha definit la síndrome de l'edifici malalt (Sick Building Syndrome, SBS) com *un conjunt de malalties originades o estimulades per la contaminació de l'aire en espais tancats*.

Per posar només alguns exemples, ens preguntem:

A quina temperatura cal refredar l'aire interior de la piràmide del Louvre²³⁷ de Ming Pei per compensar –malament- l'efecte de la radiació solar directa?

Quina potència -i quin consum- de refrigeració, ventilació –i d'il·luminació- necessita l'hotel Vela de Ricardo Bofill?

Quins són els guanys tèrmics -no desitjats- de la façana sud del Macba de Richard Meier?



Richard Meier. Macba, Barcelona 1995



Ieo Ming Pei, arch. Museu del Louvre, Paris 1989



fig.142 Falses galeries sense possibilitat –per raons estètiques- d'incorporar persianes.

Amb els criteris actuals aquestes solucions són totalment inacceptables i per això s'han de desqualificar sense excepció, per més prestigiós que sigui el seu autor.

²³⁷ Diuen que en la inauguració de la piràmide del Louvre, quan un periodista li va demanar al seu arquitecte, com es netejava, aquest li va respondre que *amb aigua i sabó*. No se sap si és cert, però hem pogut comprovar que així és com ho fan.

Càlculs climàtics: resum i conclusions

La resposta climàtica potser és l'aspecte ambiental més important del comportament d'un edifici, el qual depèn -a més de la seva orientació- sobretot de dos factors: tractament de la pell i nivell d'aïllament tèrmic.

Un edifici ben aïllat té un millor comportament climàtic. Però un aïllament insuficient només provocarà uns intercanvis tèrmics més alts -com hem vist que passa en la versió 1920 de la *galeria*-; serà més fred a l'hivern -necessitarà més calefacció- i més calorós a l'estiu -li caldrà més refrigeració-. A més, l'aïllament tèrmic sempre es pot millorar, no és gaire costós i és un dels aspectes que justifiquen una rehabilitació.

En canvi una pell inadequada fa que l'edifici -a més de tenir un comportament patològic, que compromet el grau de confort- depengui exclusivament dels sistemes energètics i dels subministraments d'energia -elèctrica o gas- sense els quals deixarà de funcionar del tot. Canviar la façana d'un edifici és tant costós que no se sol fer gairebé mai. Per tant seguirà funcionant malament. I si a més és obra d'un gran arquitecte, llavors no té solució. Qui s'atreveiria a posar persianes al Seagram Building (New York, 1958) de Mies Van der Rohe?

Centrant-nos en els resultats, la quantitat d'informació i dades que conté aquest apartat fa necessària una síntesi. L'anàlisi feta comporta unes conclusions parcials -però d'una importància cabdal per a l'objectiu de la tesi- que expliquem aquí i després recuperarem al capítol 5. *Conclusions.*

Per entendre els càlculs realitzats -sense morir-se d'avorriment- he fet un quadre resum²³⁸. Les dades que conté, explicades abastament a l'*Annex A2.1.2*, permeten comparar els diferents models estudiats i expliquen clarament les seves diferències.

Els resultats, més enllà de confirmar el model *1c) amb galeria* com el de millor comportament global, i el model *1d) amb mur cortina* com el pitjor, evidencien la important funció de l'aïllament tèrmic en els tancaments. Les prestacions dels models de 2014 milloren àmpliament les de 1920, gràcies a l'evolució dels sistemes constructius. També queda clar que els vidres -si comparem un vidre senzill 3-4mm ($U=5,6\text{W/m}^2\text{K}$) amb un doble vidre amb cambra Climalit ($U=2,5\text{W/m}^2\text{K}$)- no han millorat tant com els tancaments opacs -on passem d'una paret de 15cm de totxo massís ($U=2,92\text{W/m}^2\text{K}$) a un envà Knauff W115 ($U=0,35\text{W/m}^2\text{K}$)-.

²³⁸ Veure les fig. 144 i 145

Cal destacar també la importància fonamental de la protecció solar. A l'estiu, els resultats de qualsevol model, amb persiana i sense, no deixen cap dubte. La seva efectivitat la fa imprescindible per al correcte funcionament ambiental de l'edifici.

En condicions d'hivern la *galeria* o *tribuna* funciona bé i millora els resultats d'un tancament de façana sense aquest espai intermedi. A l'estiu si la *galeria* si no té persiana es sobreescalfa, però en canvi amb la persiana dóna uns resultats excel·lents, i millora notablement amb l'ús de tancaments més aïllants, encara que moltes vegades no s'acostumen a posar pel seu cost elevat.



fig.143 Façana posterior que dóna al carrer Riera de Sant Miquel.

Amb els resultats obtinguts, no s'explica que moltes altres solucions de *galeria* existents no hagin adoptat la persiana. Des de les *tribunes* dels carrers de l'Eixample fins a les *galeries* gallegues, deixant de banda les de gelosia que ja incorporen un filtre solar, en totes elles es donen unes condicions climàtiques que a l'estiu fan necessària la protecció solar.

Relacionat amb aquest aspecte, hem trobat un article publicat a *Energy and Buildings, CFD analysis of heat collection in a glazed gallery*²³⁹. El títol només fa referència a la *captació de calor* d'una *galeria* ubicada a Astúries, sense esmentar cap altre funció. I al parlar del seu comportament quan fa calor diu, *a l'estiu la galeria és un desavantatge, l'aire de l'interior s'escalfa per la radiació que rep, a una temperatura més alta que la de l'exterior, actuant com una font de*

²³⁹ Energy and Buildings n°43 (2001) amb el títol; *CFD analysis of heat collection in a glazed gallery* -CFD anàlisi de la captació de calor en una *galeria* envitrada-. Maria José Suárez, Antonio José Gutiérrez, Jorge Pistono, Eduardo Blanco de la Universidad de Oviedo, EZDE (Energía)

calor enlloc d'aïllar les habitacions contigües. No se'ls hi ha acudit posar-hi una persiana? Es veu que no. És evident que amb protecció solar el problema quedaria resolt.

Potser només quan les condicions són -diguem d'estar per casa- com als patis de l'Eixample, les *galeries* gosen portar una persiana de corda, i en canvi les *tribunes*, que són més presumides però no més llestes, només s'atreveixen, com a molt, a posar-se una cortina darrere el vidre. Pot ser també com diu Ignacio Paricio, sobre la persiana de corda, *que las exigencias de comodidad actuales, y su imagen asociada a la arquitectura popular, están cerrando su futuro*²⁴⁰. Però no creiem que hagi de ser així. A l'Eixample es donen situacions de façanes posteriors que es veuen des del carrer i que -tret de la roba estesa- poden passar perfectament com façanes principals.

Tornant als càlculs climàtics, els quadres de les fig. 144 (1920) i 145 (2014) permeten comparar els resultats obtinguts per a cada model. Hi ha tres grups de resultats que corresponen als períodes d'hivern i d'estiu sense persiana, i amb persiana. El paràmetres que hi figuren són les següents:

Te:	Temperatura mitjana exterior del període considerat (°C)
δT_e :	Oscil·lació de la temperatura exterior (°C)
I:	Guanyos mitjans per radiació solar (W/m ³)
D:	Aportacions mitjanes internes (W/m ³)
G=Gv+Gt:	Coeficient d'intercanvi tèrmic; ventilació + transmissió (W/m ³)
I' D' i G':	Valors d'aquests paràmetres durant la nit
Ti:	Temperatura mitjana interior (°C)
δT_i :	Oscil·lació de la temperatura interior (°C)
Tmàx:	Temperatura interior màxima
Tmin:	Temperatura interior mínima

Els valors I i D de les versions 1920 i 2014 coincideixen i només varien els valors G -concretament el valor Gt²⁴¹ perquè Gv tampoc no varia-. També coincideixen -per a un mateix model en condicions d'estiu amb persiana i sense- els valors D, G, D' i G' perquè en aquests la única diferència són els guanyos per radiació solar.

Els resultats de temperatura tenen un fons de color que permet compara-les. El blau intens correspon a les més fredes i el taronja o carmí a les més càlides. Finalment recordar que el model *1b) només la galeria*, únicament és de referència.

²⁴⁰ Ignacio Paricio, *La protección solar*, p.41

²⁴¹ Els valors Gt i Gv no figuren en el quadre. Es poden comprovar a l'*Annex A2.1.2*

Versió 1920 - Orientació SE

1a) interior SENSE GALERIA	1b) només LA GALERIA	1c) interior AMB GALERIA	1d) interior amb MUR CORTINA
CONDICIONS D'HIVERN $T_e = 10,40^\circ$ $\delta T_e = 5,90^\circ\text{C}$ $R_{vsud} = 125 \text{ W/m}^2$			
I = 5,04 D = 1,85 G = 2,05 I' = 0,00 D' = 1,44 G' = 1,53	Ti = 13,76 $\delta T_i = 1,89$ Tmàx = 14,71 Tmín = 12,82	I = 20,63 D = 0,00 G = 3,66 I' = 0,00 D' = 0,00 G' = 3,37	Ti = 16,03 $\delta T_i = 4,13$ Tmàx = 18,10 Tmín = 13,97
I = 5,81 D = 1,85 G = 1,59 I' = 1,74 D' = 1,44 G' = 1,32	Ti = 15,22 $\delta T_i = 1,69$ Tmàx = 16,06 Tmín = 14,38	I = 8,45 D = 1,85 G = 2,18 I' = 0,00 D' = 1,44 G' = 1,89	Ti = 15,11 $\delta T_i = 3,04$ Tmàx = 16,63 Tmín = 13,59
CONDICIONS D'ESTIU, SENSE PERSIANA $T_e = 25,90^\circ$ $\delta T_e = 4,00^\circ\text{C}$ $R_{vsud} = 100 \text{ W/m}^2$			
I = 8,38 D = 2,46 G = 5,53 I' = 0,00 D' = 0,72 G' = 5,53	Ti = 27,86 $\delta T_i = 2,58$ Tmàx = 29,15 Tmín = 26,57	I = 34,32 D = 0,00 G = 7,36 I' = 0,00 D' = 0,00 G' = 7,36	Ti = 30,56 $\delta T_i = 4,82$ Tmàx = 32,97 Tmín = 28,15
I = 4,84 D = 2,46 G = 5,53 I' = 1,45 D' = 0,72 G' = 5,53	Ti = 27,22 $\delta T_i = 1,76$ Tmàx = 28,10 Tmín = 26,34	I = 14,06 D = 2,46 G = 5,69 I' = 0,00 D' = 0,72 G' = 5,69	Ti = 28,80 $\delta T_i = 3,46$ Tmàx = 30,54 Tmín = 27,07
CONDICIONS D'ESTIU, AMB PERSIANA $T_e = 25,90^\circ$ $\delta T_e = 4,00^\circ\text{C}$ $R_{vsud} = 100 \text{ W/m}^2 * 0,15$			
I = 1,26 D = 2,46 G = 5,53 I' = 0,00 D' = 0,72 G' = 5,53	Ti = 26,57 $\delta T_i = 1,40$ Tmàx = 27,27 Tmín = 25,87	I = 5,15 D = 0,00 G = 7,36 I' = 0,00 D' = 0,00 G' = 7,36	Ti = 26,60 $\delta T_i = 1,45$ Tmàx = 27,32 Tmín = 25,88
I = 0,73 D = 2,46 G = 5,53 I' = 0,22 D' = 0,72 G' = 5,53	Ti = 26,48 $\delta T_i = 1,28$ Tmàx = 27,12 Tmín = 25,84	I = 2,11 D = 2,46 G = 5,69 I' = 0,00 D' = 0,72 G' = 5,69	Ti = 26,70 $\delta T_i = 1,54$ Tmàx = 27,47 Tmín = 25,93

fig.144 Quadre resum dels models segons la versió 1920, amb orientació a sud-est.

Versió 2011 - Orientació SE

1a) interior SENSE GALERIA	1b) només LA GALERIA	1c) interior AMB GALERIA	1d) int. amb MUR CORTINA
CONDICIONS D'HIVERN $T_e = 10,40^\circ$ $\delta T_e = 5,90^\circ\text{C}$ $R_{vsud} = 125 \text{ W/m}^2$			
I = 5,04 D = 1,85 G = 0,76 I' = 0,00 D' = 1,44 G' = 0,43	Ti = 19,49 $\delta T_i = 2,55$ Tmàx = 20,77 Tmín = 18,21	I = 20,63 D = 0,00 G = 2,75 I' = 0,00 D' = 0,00 G' = 2,46	Ti = 17,91 $\delta T_i = 7,24$ Tmàx = 21,53 Tmín = 14,29
I = 5,81 D = 1,85 G = 0,57 I' = 1,74 D' = 1,44 G' = 0,24	Ti = 23,82 $\delta T_i = 0,41$ Tmàx = 24,02 Tmín = 23,61	I = 8,45 D = 1,85 G = 0,98 I' = 0,00 D' = 1,44 G' = 0,69	Ti = 20,88 $\delta T_i = 5,00$ Tmàx = 23,38 Tmín = 18,38
CONDICIONS D'ESTIU, SENSE PERSIANA $T_e = 25,90^\circ$ $\delta T_e = 4,00^\circ\text{C}$ $R_{vsud} = 100 \text{ W/m}^2$			
I = 8,38 D = 2,46 G = 4,02 I' = 0,00 D' = 0,72 G' = 4,02	Ti = 28,60 $\delta T_i = 3,46$ Tmàx = 30,33 Tmín = 26,87	I = 34,32 D = 0,00 G = 5,88 I' = 0,00 D' = 0,00 G' = 5,88	Ti = 31,74 $\delta T_i = 6,71$ Tmàx = 35,09 Tmín = 28,39
I = 4,84 D = 2,46 G = 3,90 I' = 1,45 D' = 0,72 G' = 3,90	Ti = 27,77 $\delta T_i = 2,27$ Tmàx = 28,91 Tmín = 26,63	I = 14,06 D = 2,46 G = 4,27 I' = 0,00 D' = 0,72 G' = 4,27	Ti = 29,77 $\delta T_i = 4,64$ Tmàx = 32,09 Tmín = 27,45
CONDICIONS D'ESTIU, AMB PERSIANA $T_e = 25,90^\circ$ $\delta T_e = 4,00^\circ\text{C}$ $R_{vsud} = 100 \text{ W/m}^2 * 0,15$			
I = 1,26 D = 2,46 G = 4,02 I' = 0,00 D' = 0,72 G' = 4,02	Ti = 26,83 $\delta T_i = 1,72$ Tmàx = 27,68 Tmín = 25,97	I = 5,15 D = 0,00 G = 5,88 I' = 0,00 D' = 0,00 G' = 5,88	Ti = 26,78 $\delta T_i = 1,84$ Tmàx = 27,70 Tmín = 25,86
I = 0,73 D = 2,46 G = 3,90 I' = 0,22 D' = 0,72 G' = 3,90	Ti = 26,72 $\delta T_i = 1,55$ Tmàx = 27,49 Tmín = 25,94	I = 2,11 D = 2,46 G = 4,27 I' = 0,00 D' = 0,72 G' = 4,27	Ti = 26,97 $\delta T_i = 1,88$ Tmàx = 27,91 Tmín = 26,03

fig.145 Quadre resum dels models segons la versió 2014, amb orientació a sud-est.

3.3.3 COMPARACIÓ DELS RESULTATS.

MODEL REAL – MODELS TEÒRICS

Arribat aquest punt, ens adonem que la intenció inicial de comparar les mesures preses sobre la *galeria* -model real- amb els resultats dels càlculs en els models teòrics, presenta sèries dificultats a l'hora de treure'n conclusions. Per descomptat que no tinc cap intenció de fer quadrar els números per fer coincidir la realitat amb la teoria. Es tracta d'entendre el comportament de la *galeria* i això sí que ho podem fer, però la comparació és força complicada. Ara explicaré perquè.

En els models teòrics, els càlculs s'han fet per a les dues situacions climàtiques extremes: hivern i estiu, aquest, amb persiana i sense. Els resultats donen la temperatura interior (T_i) i la seva oscil·lació (δT_i) per a unes condicions de temperatura mitja exterior (T_e).

Les mesures preses sobre la *galeria* del carrer Aragó 346 es van obtenir durant quatre etapes, tres de les quals no coincideixen amb les condicions d'hivern o d'estiu: 1) finals de primavera, 2) finals de tardor, 3) hivern i 4) principis de primavera. L'etapa 3) sí que es correspon amb l'hivern i per tant hauria de coincidir amb les condicions adoptades per als models teòrics. Però no ho fa, perquè ha tantes variables que fan impossible establir unes pautes de comportament mínimament acceptables.

Resultats d'hivern

En primer lloc tenim les condicions exteriors adoptades als càlculs²⁴² en els models teòrics. Les d'hivern, T_e mitjana=10,4°C i δT_e =5,8°C –recordem que ja les havíem modificat respecte de les dades estadístiques per les característiques d'ubicació al pati d'illa i l'orientació SE. Però tot i així, les variacions d'aquestes condicions dia a dia són força importants.

En l'etapa 3) hivern –segons el Servei Meteorològic de Catalunya-, la T_e mitjana per aquest període va ser de 11,5°C, amb una T_e mínima de 4°C (25/01/2000) i una T_e màxima de 17,3°C (26 i 27/12/1999).

Els resultats de les mesures reals donen una T_e mitjana de 16,9°C (+5,4°C)²⁴³ amb unes mitjanes de les T_e mínimes de 9,66°C i de les T_e màximes de 22,53°C

²⁴² Justificades en el capítol 1.3.1 *Clima de l'Eixample*, queden reflectides en el capítol 3.3.1 *Mesures de temperatura (model real). Temperatures de càlcul*

²⁴³ Diferència respecte als valors del Servei Meteorològic.

Dia a dia, les diferències entre totes dues va de 0,2°C –dos dies tipus C- a gairebé 4,2°C –dies tipus A-. Això té sentit perquè els dies C –cel cobert- no fa sol i les temperatures s'igualen. En canvi els dies A –anticiclònic- l'orientació SE al rebre la radiació assoleix una temperatura força més alta que, per exemple a l'observatori o en orientació N.

Amb aquestes diferències podem dir que:

- Les condicions del pati d'illa i l'orientació SE són força més favorables –a l'hivern, si fa sol la temperatura puja més- que a l'observatori del Servei meteorològic.
- Les Te màximes de les mesures reals no són representatives perquè a la sonda, en determinades estones hi toca el sol.
- Hauríem pogut prendre unes condicions de Te d'hivern més altes per al càlcul dels models virtuals, però llavors no serien generalitzables a altres situacions.

Els següents gràfics representen la seqüència de temperatures per aquesta etapa 3) d'hivern. La fig. 148 mostra el comparatiu entre els valors del Servei Meteorològic i les mesures reals preses a la *galeria*.

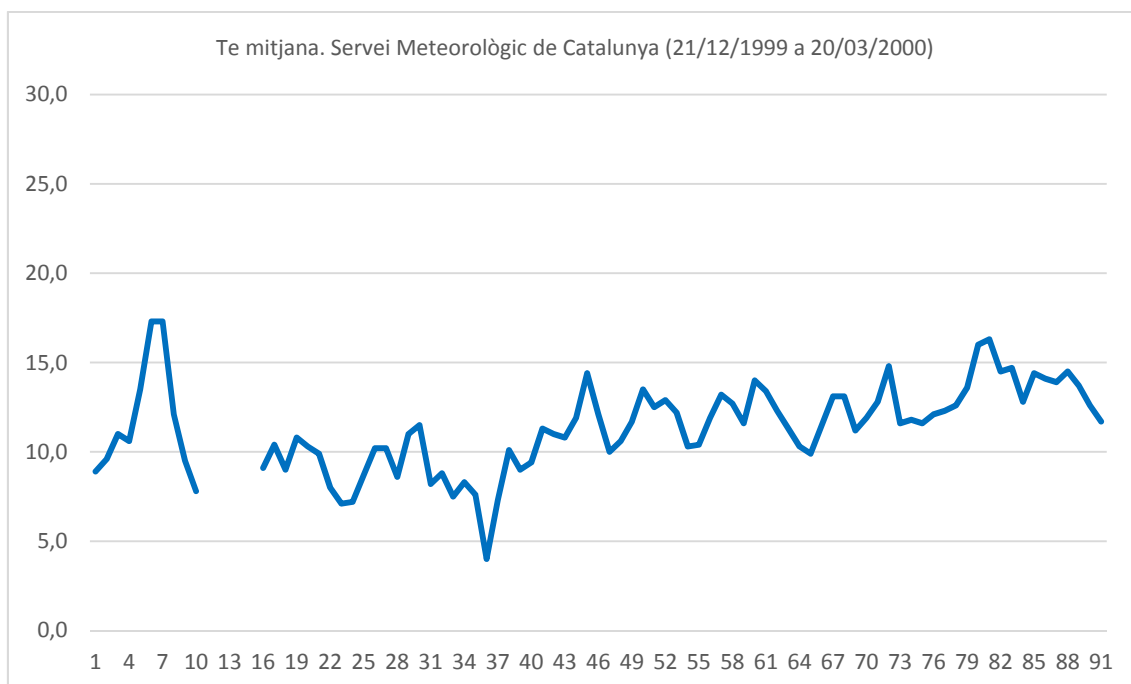


fig.146 Te mitjana, Barcelona. Dades del Servei Meteorològic de Catalunya (21/12/1999 a 20/03/2000)²⁴⁴

²⁴⁴ Dels dies 31/12/1999 al 05/01/2000 el Servei Meteorològic no en va facilitar les dades. Per això la gràfica és incompleta

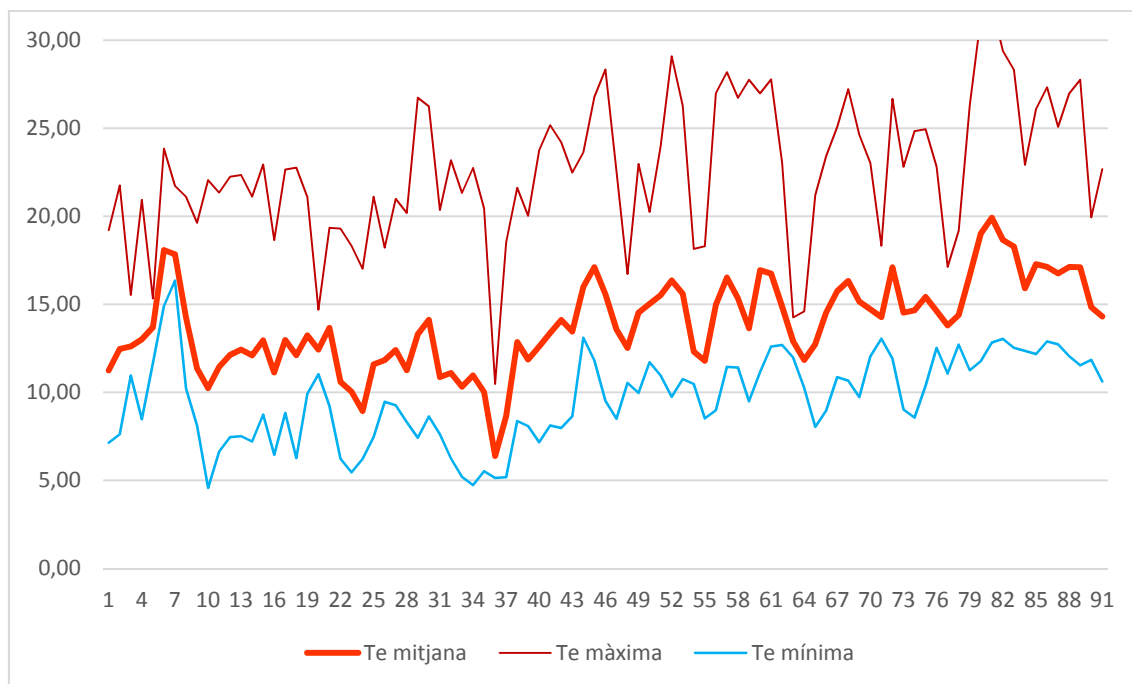


fig. 147 Te mitjana, màx. i mín. Mesures reals obtingudes a la *galeria* (21/1/1999 a 20/03/2000)

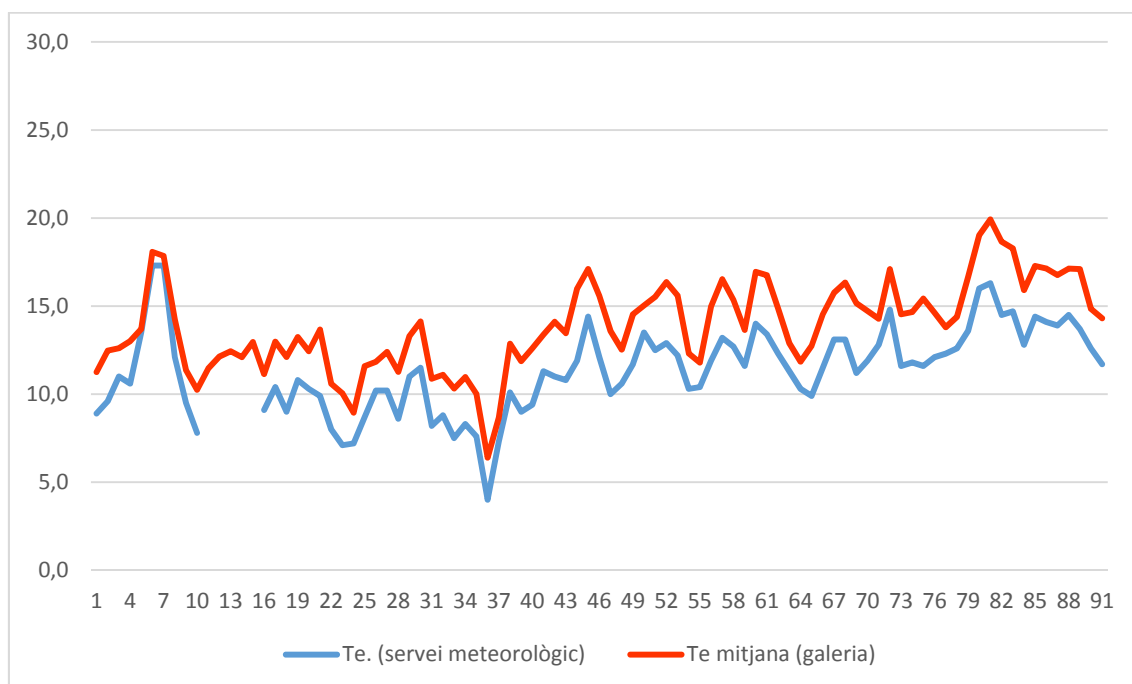


fig.148 Te mitjana, Comparatiu Dades del Servei Meteorològic/Mesures reals (21/12/1999 a 20/03/2000)

És interessant destacar la importància de tenir una bona orientació, perquè això repercuteix en el nivell de confort i també en el consum energètic.

Depenent del tipus de dia d'aquest episodi d'hivern -91 dies- i les diferències de T_e per a la façana de la galeria orientada a SE, en relació a les de l'observatori, tenim les següents dades:

- 56 dies tipus A, anticiclònics (61,5%), T_e , entre 4,3°C i 7,0°C més alta
- 26 dies tipus B, cel núvol (28,5%) T_e , entre 2,5°C i 5,6°C més alta
- 9 dies tipus C, cel cobert (10,0%) T_e , entre 0,0°C i 3,9°C més alta

La diferència entre una T_e mitja de 11,5°C i 16,9°C = 5,4°C vol dir que per aconseguir una temperatura interior (T_i) confortable, per exemple 22,0°C en un cas haurem de superar un salt tèrmic ($\Delta T = T_i - T_e$), segons les dades del Servei Meteorològic, de $\Delta T = 10,5^\circ\text{C}$ i segons les mesures reals $\Delta T = 5,1^\circ\text{C}$. Això vol dir que només per l'orientació, el cost de calefacció es redueix a menys de la meitat.

Resultats d'estiu

Ja hem dit que de mesures d'estiu no n'hi ha, per tant no hi ha la possibilitat de comparar-les amb els resultats teòrics. Podem aventurar però, que igual com passa a l'hivern, les temperatures a la façana de la galeria orientada a SE també serà superior que l'obtinguda a l'Observatori del Parc de la Ciutadella.

Segons les dades obtingudes del Servei Meteorològic de Catalunya, veiem que la mitjana de temperatura (T_m) mitja, $T_{m\max}$ (màxima) i $T_{m\min}$ (mínima) durant tots els dies d'estiu és la següent:

- Any 1999. T_m mitjana d'estiu = 23,9°C. $T_{m\max}$ =27,0°C i $T_{m\min}$ =19,7°C
- Any 2000. T_m mitjana d'estiu = 23,3°C. $T_{m\max}$ =27,2°C i $T_{m\min}$ =19,8°C

Si ho fem per mesos²⁴⁵ l'any 2000, l'agost tenim uns valors una mica més alts:

- Juliol de 1999. T_m = 22,9°C. $T_{m\max}$ =25,1°C i $T_{m\min}$ =19,8°C
- Agost de 1999. T_m = 24,5°C. $T_{m\max}$ =27,2°C i $T_{m\min}$ =21,0°C

Recordem que en el capítol 1.3.1 *Clima. Clima de l'Eixample*, els valors que adoptats per al càlcul en condicions d'estiu són: T_m =25,9°C²⁴⁶ i δT_e =4,0°C ($T_{m\max}$ =27,9°C i $T_{m\min}$ =23,9°C). Les he considerat adequades per a la simulació.

En qualsevol cas val la pena dir que les notables variacions de temperatura que es donen en un indret concret, degudes a factors microclimàtics, fan que en cada cas calgui aplicar-hi certes correccions, com hem fet aquí. El risc és que les suposicions no siguin encertades i llavors els resultats no seran bons. Tot i això ja he deixat clar que no m'interessa tant arribar a afinar la temperatura de funcionament²⁴⁷ com el fet de comparar el comportament de la *galeria* amb altres sistemes i poder demostrar que els supera abastament.

²⁴⁵ Només ho fem amb les dades de l'any 2000 –en què va fer un estiu força suau- perquè de 1999 falten molts dies.

²⁴⁶ Aquesta temperatura, durant l'estiu de l'any 2000, a l'Observatori només és superada durant 4 dies. De l'estiu del 1999 no es pot saber perquè falten les dades de 19 dies d'un total de 92 que dura l'estació.

²⁴⁷ Hi ha molts paràmetres i factors que fan variar la percepció d'unes condicions climàtiques determinades i per tant el nivell de confort tèrmic. Poden ser de tipus ambiental –humitat relativa, moviment de l'aire o temperatura de radiació- o subjectius –edat, pes, activitat, vestit, etc.-

CAPÍTOL 3. ESTUDI DE MODELS REPRESENTATIUS

3.4 RESPOSTA LUMÍNICA

Criteris d'anàlisi i comentaris dels resultats

Primavera 1999. 11 de maig a 13 de juny

Tardor 1999 (finals). 14 de novembre a 27 de novembre

Resum de l'anàlisi de les mesures

Càlculs de la il·luminància interior, E_i

Cel cobert CIE. Possibilitat 30%

Cel clar. Possibilitat del 70%

3.4 RESPOSTA LUMÍNICA

Els dies grisos i núvols, en condicions de cel cobert, la il·luminància del cel és força baixa (de 5.000 a 10.000lux)²⁴⁸ sobretot comparada amb la dels dies assolellats –condicions de cel clar- (100.000lux).

Tot i això, aquesta llum *tan baixa* és més que suficient per il·luminar espais interiors en què els requeriments més exigents demanen, per exemple, 1.000lux per a activitats amb esforç visual molt alt -com el dibuix de precisió o treballs de joieria- i generalment n'hi ha prou amb nivells al voltant de 500lux²⁴⁹.

La llum natural varia segons les condicions del cel. En canvi la llum artificial es considera constant.²⁵⁰ En aquest cas la seva il·luminància (E) es mesura amb valors absoluts (lux).

Als ambients interiors, la llum natural –Ei- depèn de la que hi ha a l'exterior –Ee-. Per això no es defineix amb lux si no segons el nivell relatiu a la llum que hi ha fora: $DL^{251}=100 \cdot Ei/Ee$ i s'expressa amb un coeficient entre 0 i 1.

El factor DL, és el resultat de tres components:

- La component de llum difosa que ve de la volta del cel.
- La component reflectida per les superfícies exteriors.
- La component reflectida per les superfícies interiors.

A efectes de càlcul, el factor DL s'obté per a condicions de cel cobert uniforme (Ee=10.000lux)²⁵² amb les persianes i cortines recollides per deixar entrar el màxim de llum natural²⁵³.

El càlcul elemental (Ei) es fa sobre un pla horitzontal virtual -pla de treball-, situat a una alçada de 0,85m.

²⁴⁸ Valors de referència d'il·luminància exterior, Ee (lux) sobre un pla horitzontal.

²⁴⁹ Alguns nivells recomanats són: per a supermercats, sales de dibuix i pintura, cuines col·lectives, etc.: 500lux; sales d'exposició i multiús, d'examen mèdic, etc.: 300lux; restaurants, museus, sales de recepció i de lectura: 200lux; il·luminació general, escales: 100lux i corredors: 50lux.

²⁵⁰ Tot i que el seu rendiment és decreixent, en funció de la vida útil de la làmpada, del manteniment i la neteja dels equips-.

²⁵¹ DL (daylight factor) factor d'il·luminació natural; també es denomina FIN

²⁵² Els programes de càlcul lumínic consideren que un dia cobert de desembre té menys llum (8.500lux) que un dia cobert de juny (17.700lux) però això és a nivell estadístic. Per al càlcul simplificat es pren Ee=10.000lux. En qualsevol cas això no varia el factor DL.

²⁵³ Qualsevol altre condició de cel sempre serà més favorable que el cel cobert.

Els valors de referència del factor DL i la seva qualificació són els següents:

Dolent	$0 < DL \text{ mig} < 1$	
Regular	$1 < DL \text{ mig} < 3$	
Bo	$3 < DL \text{ mig} < 5$	
Molt bo	$5 < DL \text{ mig}$	
Acceptable	$DL \text{ mín.} / DL \text{ màx.}$	$< 0,5$
Acceptable	$DL \text{ mín.} / DL \text{ mig}$	$\approx 0,10 \text{ a } 0,15$

Els estudis d'il·luminació natural consideren dos tipus de cel cobert:

- a) Cel uniforme, amb luminàncies constants per a totes les orientacions i qualsevol alçada.
- b) Cel cobert CIE o estàndard, en què la luminància no canvia amb l'orientació però sí amb l'alçada, de manera que es considera el zenit tres vegades més clar que l'horitzó.

Amb cel cobert, l'orientació de la façana on es situen les obertures –entrades de llum- no afecta el resultat.

En canvi els resultats obtinguts per a altres tipus de cel –per ex. cel clar- consideren la llum directa i llavors sí que influeix l'orientació. En aquests casos el resultat només explica una situació puntual, tot i que ajuden a entendre les condicions de l'espai.

Criteris d'anàlisi i comentaris dels resultats

Els resultats de les mesures es troben a l'Annex 3. Mesures lumíniques. Ara -igual que hem fet amb les mesures climàtiques- només analitzem els resultats.

L'anàlisi de les mesures lumíniques és més senzill que el de les climàtiques, perquè el nivell de llum natural depèn més del tipus de dia que de l'època de l'any. És cert que hi ha diferències entre els dies de primavera i -per exemple- els d'hivern, però les variacions del nivell resultant a l'interior Ei, són irrelevantes.

Hem analitzat dues sèries de mesures. Corresponen, la primera al període 11 de maig a 13 de juny de 1999, a finals de primavera, i la segona del 14 a 27 de novembre de 1999, a la tardor.

A l'Annex 3 hi ha una fitxa diària -elaborada a partir de la utilitzada per als resultats climàtics-, que mostra totes les mesures obtingudes i una gràfica d'evolució de les temperatures durant les 24 hores. A més dels resultats lumínics s'han mantingut anotacions que permeten identificar el tipus de dia i la temperatura exterior.

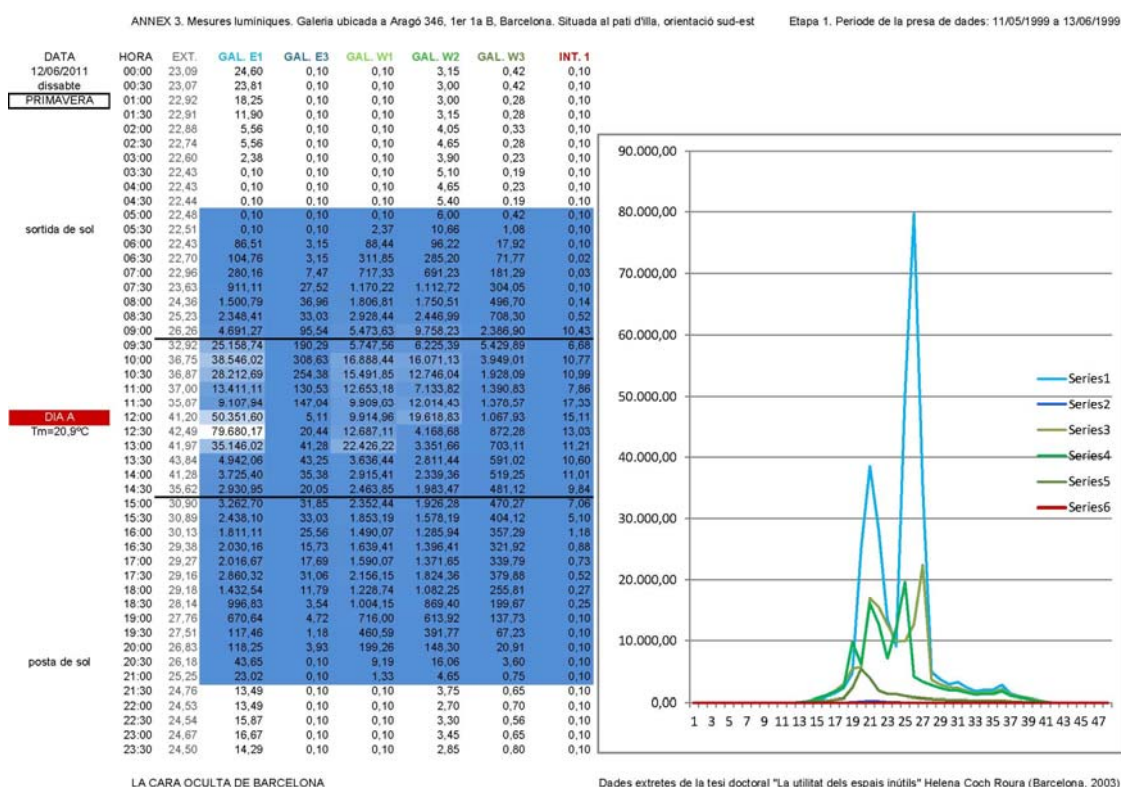


fig. 149 Fitxa diària de l'Annex 3. Dia tipus A de tardor

Les dades que apareixen a la fitxa són les següents:

- Data i hora de la presa de mesura, cada 30 minuts.
- Dia de la setmana i dies festius.
- Dades de les condicions exteriors²⁵⁴: temperatura mitjana (Tm) i humitat relativa (HR).
- Tipus de dia, A, B o C, segons el nostre criteri²⁵⁵
- Variacions del nivell lumínic. Indicades mitjançant un gradient de color que va del blau fosc, per als nivells més baixos, fins al blanc per als més alts. Només s'indiquen en les mesures de dia, des de ½ hora abans que surti el sol fins ½ hora després que es pongui.
- Hora de sortida i posta de sol a la data indicada.
- Marca en la franja de 9:30 a 14:30 hores. Quan acostuma a tocar el sol a la *galeria* orientada a sud-est. Només serveix de referència.
- 6 columnes que corresponen 4 o 5 a la *galeria* i 1 o 2, a la dreta, a l'interior. A l'esquerra hi ha dues columnes que indiquen, una l'hora de mesura, cada 30 minuts, i l'altra la temperatura de la sonda exterior.

En la segona sèrie de mesures -14 a 27 de novembre de 1999- és bastant probable que la persiana estigui recollida, en la primera -11 de maig a 13 de juny- segurament està desenrotllada.

Les mesures donen resultats d'il·luminància (lux) a la *galeria* i a l'interior. No hi ha sonda exterior, de manera que no es pot obtenir el factor de llum natural DL.

²⁵⁴ Dades facilitades pel Servei meteorològic de Catalunya. Corresponen al període indicat i a l'estació emplaçada a Barcelona, Av. Lluís Companys. També havíem demanat les oscil·lacions diàries de temperatura i humitat però no estaven disponibles. Quan no hi figura la dada és perquè no se'ns ha facilitat.

²⁵⁵ L'apreciació del tipus de dia és bastant complicada perquè no es pot assegurar si la persiana està recollida o desplegada. El que semblava clarament un dia tipus B en l'anàlisi climàtic, ara, en el lumínic ja no ho sembla tant.

Primavera 1999. 11 de maig a 13 de juny

La primera sèrie correspon a finals de primavera, 34 dies -11/05/1999 al 13/06/1999-, consta de 1640 mesures de temperatura preses cada 30 minuts amb sis sondes, cinc a la *galeria* i una a l'interior. Les condicions habituals per a la presa de dades, durant el dia són amb les balconeres obertes, però no es pot saber quan s'abaixen les persianes i la *galeria* actua com un umbracle.

La sonda GAL E1 –*galeria*, costat est- dona resultats puntuals, a les 10:30 i a les 12:30 hores, que poden ser iguals al nivell exterior, superant els 78.000lux. Segurament en aquests moments hi toca el sol directe perquè, per exemple a les 11:30 el nivell difícilment supera 10.000lux.

Els nivells interiors –sonda INT 1- són molt discrets, més ben dit, molt baixos. Durant les hores centrals del dia difícilment superen 20lux i normalment queden per sota de 10lux. Quan a la *galeria* hi ha entre 10.000 i 20.000 lux a l'interior el nivell és de 10lux.

Tot i això, l'estudi funciona amb normalitat.

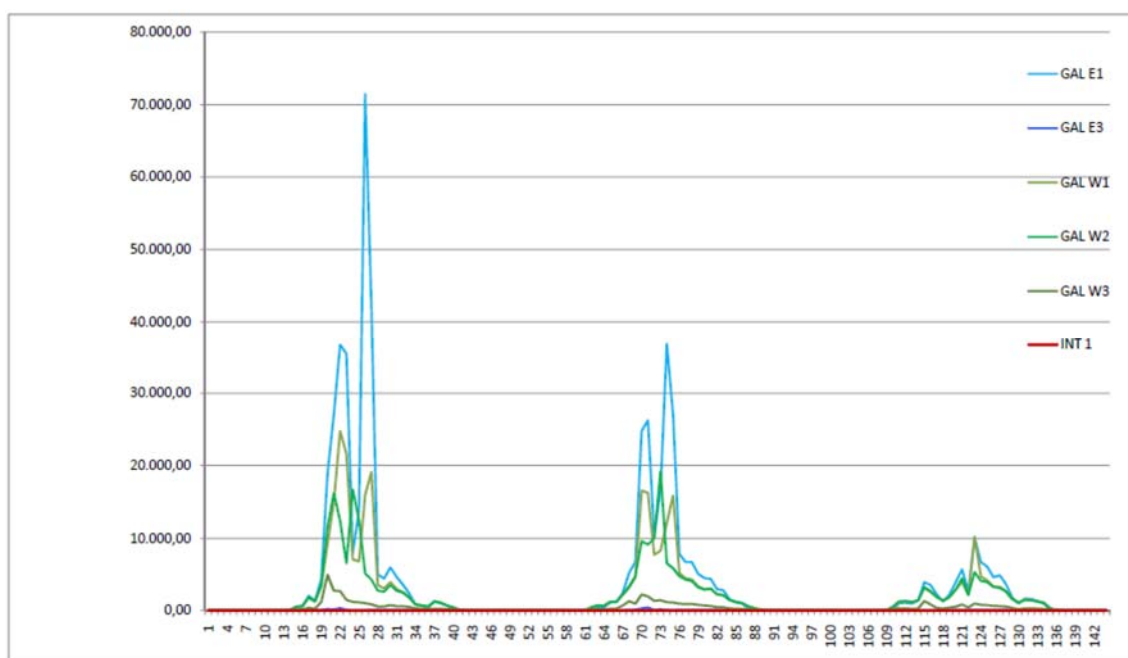


fig. 150 Gràfica de 3 dies, A, B i C. Del 29/05/1999 a 31/05/1999. Primavera

La fig. 147 mostra una seqüència de tres dies A-B-C on es veu que els nivells normals de la *galeria* oscil·len entre 10.000 i 20.000lux, excepte les puntes de la sonda GAL E1 que el dia A supera puntualment el 70.000lux, el segon dia –B- no arriba a 40.000lux i el dia C queda per sota de 10.000lux. Les mesures de la sonda INT donen un resultat pla durant els tres dies, que és el seu comportament habitual.

Tardor 1999 (finals). 14 de novembre a 27 de novembre

Segona sèrie. La 1a etapa és a finals de tardor, comença el dia 14/11/1999 i acaba el dia 20/12/1999 -14 dies-. Consta de 336 preses de mesura amb sis sondes.

La presa de dades es fa amb la persiana recollida que deixa passar el sol. Els balcons exteriors tancats i els de la *galeria* a l'interior oberts o tancats.

L'estudi d'arquitectura funciona normalment. Les sondes més exteriors de la *galeria* E1 i W1 -situades a est i oest respectivament- reben el sol puntualment, a les 13:00 hores, els dies A, assoleixen nivells entre 20.000 i 26.000lux.

Els dies C és gairebé segur que la persiana està recollida. Quan a la *galeria* hi ha 10.000lux -que per la incidència directa del sol es pot considerar igual al nivell exterior Ee-, llavors a l'interior dóna un nivell $E_i=10\text{lux}$ aproximadament, equivalent a $DL_{mig}=0,01$, o sigui molt baix.

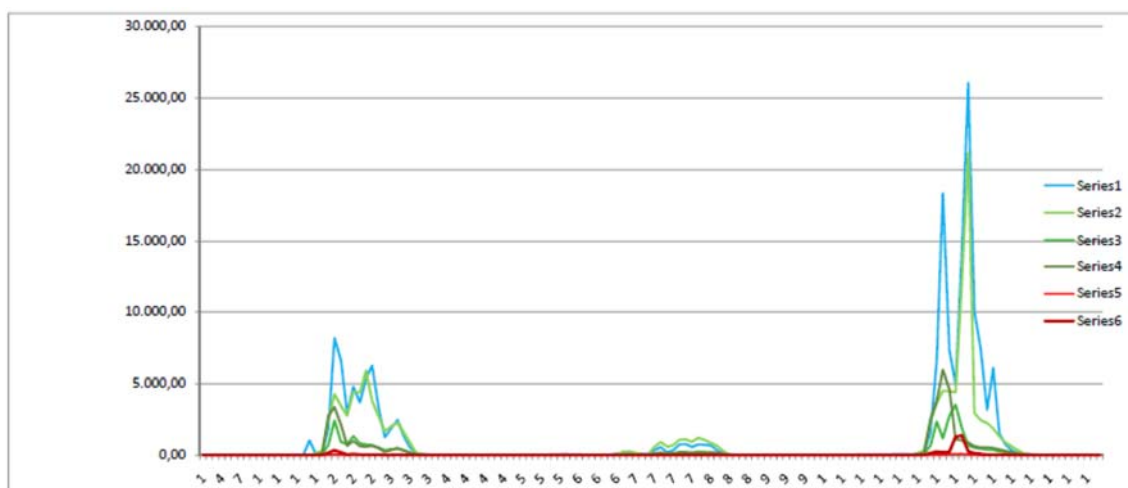


fig. 151 Gràfica de 3 dies C-C-A. Del 20/11/1999 a 22/11/1999. Finals de tardor

La fig. 148 mostra una seqüència de tres dies C-C-A. El primer dia, tipus C, a la *galeria* té nivells entre 4.000 i 7.000lux. A l'interior el nivell és al voltant de 30lux amb una punta de 323lux. El segon, tipus C extremat -durant el dia, la temperatura amb prou feines supera 6°C-, és un dia molt gris, tapat i amb poca llum, a la *galeria* el nivell màxim és de 1.000lux. El tercer dia és tipus A, per l'època de l'any les persianes estan recollides, i els nivells a l'interior durant el matí, de 10:00 a 14:00 són molt alts, però possiblement està funcionant la llum elèctrica; els resultats no són fiables, però malgrat tot el nivell E_i , quan a la *galeria* és de 5.000lux -sense sol directe- a les sondes interiors arriba a 1.368lux i això, només amb llum artificial no s'aconsegueix.

Resum de l'anàlisi de les mesures

Els resultats obtinguts són difícils de classificar perquè hi ha massa variables que alteren les mesures. Al no disposar de la referència de la sonda exterior, només podem fer suposicions, però no es pot assegurar al cent per cent que les condicions són les que diem. També hi ha la distorsió que aporta la llum elèctrica, que dóna un nivell que no supera els 400lux, però quan funciona desvirtua la mesura.

Més endavant ho comprovarem en el càlcul amb els models teòrics, per podem avançar que el nivell lumínic E_i , gràcies a la llum natural és molt baix. Això és perquè la part transparent del tancament de la *galeria* -superfície de pas de les obertures: Spas- és molt més baixa del que sembla. Fixem-nos en què, primer, en el tancament exterior de la *galeria* (20,35m²) la part transparent²⁵⁶ és de només 7,40m² i segon, a l'interior, les balconeres i la seva fusteria quan estan tancats deixen Spas=3,90m² equivalent a un 18,4% del total²⁵⁷.

Tot i això, amb aquests nivells tan baixos el funcionament de l'estudi amb llum natural es desenvolupa amb total normalitat i els dies A o B -que són la majoria- a l'hivern només s'encén la llum elèctrica a partir de les 6:00 de la tarda quan es fa fosc. Anys enrere, quan es dibuixava a mà, era imprescindible un llum *flexo* a cada taula que proporcionava nivells de fins a 1.000lux sobre l'àrea de dibuix. Actualment, un nivell de 50lux al voltant de la zona de treball amb ordinador permet treballar confortablement.

²⁵⁶ En el tancament de vidre de la *galeria* a l'exterior, la superfície transparent és només el 36% del total, la resta és opaca i correspon majoritàriament a la fusteria de fusta, als pilars de fosa i a la barana de ferro (veure fig. 120).

²⁵⁷ Veure fig. 121

Càlculs de la il·luminància interior, E_i

Els models definits i utilitzats per als càlculs climàtics, també serveixen ara per calcular la il·luminància interior. Les condicions de càlcul són amb cel tapat: $E_e=10.000\text{lux}$, per tant l'orientació no influeix -tot i que es manté el model orientat a SE-. Tampoc no és important la diferència entre les versions 1920 i 2011 ja que Spas és molt semblant en tots dos casos. Els espais considerats són els següents:

Model a) Sense *galeria*.

Model b')²⁵⁸ Amb balcó obert (sense *galeria*).

Model c) Amb *galeria*.

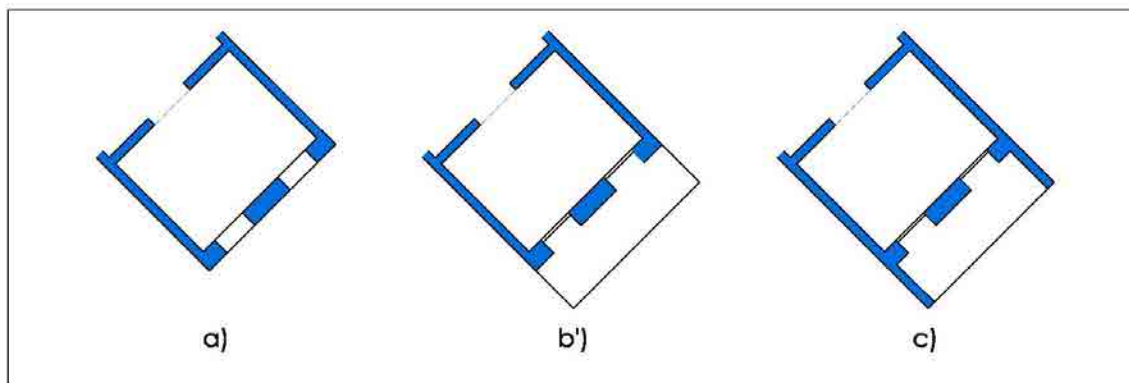


fig.152 Models segons l'espai considerat

Considerem la persiana recollida i els balcons tancats.

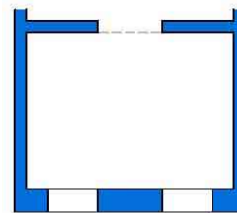
Els càlculs s'han fet realitzat amb el programa informàtic Relux (ReluxSuite 2011.3.3). Les condicions considerades amb cel cobert, són pel dia 21 de desembre, hora 10:50; situació: Barcelona, latitud i longitud $41^{\circ}10' - 2^{\circ}10'$

²⁵⁸ Aquest model *amb balcó* s'anomena b') per diferenciar-lo del model b) dels càlculs climàtics que correspon a l'espai *només galeria*.

Cel cobert CIE. Possibilitat 30%

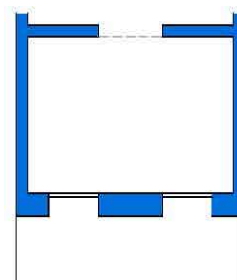
Model a) Espai interior sense balcó ni galeria

DL mig 4,00	DL mín. 0,90	DL màx. 22,00
E mitja 374lux	E mín. 73lux	E màx. 1855lux
Uniformitat	E mín./E mitja 1/5,13 (0,19)	E mín./E màx. 1/25,48 (0,04)



Model b') Espai interior amb balcó, sense galeria

DL mig 2,00	DL mín. 0.10	DL màx. 9,00
E mitja 158lux	E mín. 8lux	E màx. 766lux
Uniformitat	E mín./E mitja 1/27,84 (0,04)	E mín./E màx. 1/137,10 (0,01)



Model c) Espai interior, amb galeria

DL mig 1,00	DL mín. 0,10	DL màx. 6,00
E mitja 128lux	E mín. 5lux	E màx. 546lux
Uniformitat	E mín./E mitja 1/25,48 (0,04)	E mín./E màx. 1/108,94 (0,01)

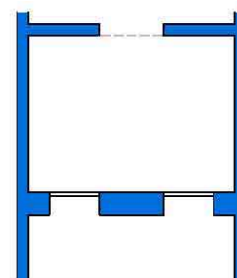
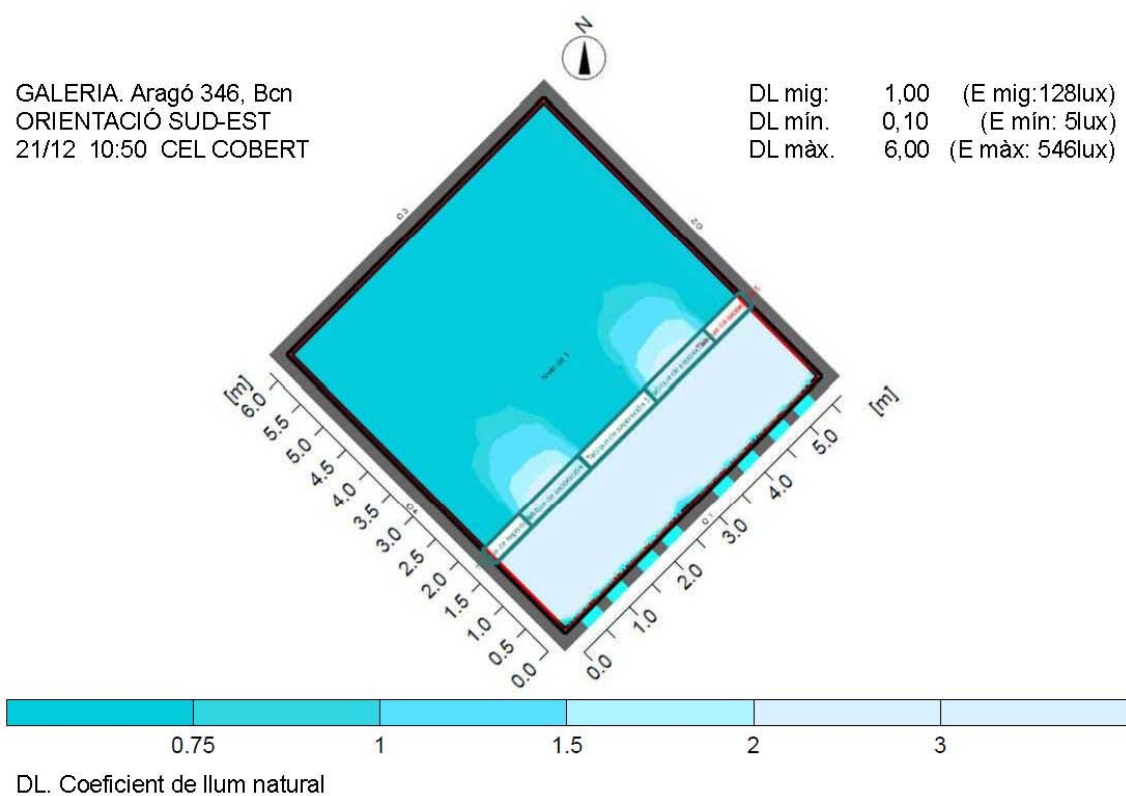


fig.153 Models segons els resultats dels càlculs per a cel cobert

Segons els criteris indicats, el resultat del models calculats, en relació al factor DL són: a) bo, b') regular i c) dolent. En quant a la uniformitat són dolents tots, ja que el millor, el model a) queda força lluny dels valors acceptables. El resultat del model c) és millor que els obtinguts amb les mesures *in situ* però això es, bàsicament perquè els coeficients de reflexió aplicats (0,7 a les parets²⁵⁹) són superiors als reals, però l'hem mantingut perquè és el que s'aplica normalment.

Malgrat tot això, ja ha quedat dit al "resum de l'anàlisi de les mesures" que amb aquests nivells l'estudi funciona correctament. Comentant els resultats amb Juan Antonio Marín, arquitecte i principal usuari de l'estudi, considera que la qualitat lumínica de l'estudi és adequada i alhora satisfactòria per al desenvolupament normal de les tasques professionals.

²⁵⁹ El coeficient de reflexió que s'utilitza generalment per a una paret de color blanc és $r=0,7$

fig.154 Model c) amb *galeria*. Resultats per a cel cobert

Vista la diferència entre els valors de referència –recomanats- i uns resultats reals que els usuaris consideren acceptables, ens preguntem si no seria qüestió de revisar aquests valors i ajustar-los a la baixa.

Cel clar. Possibilitat del 70%

L'Annex 3. Mesures lumíniques, a més de les fitxes d'anàlisi, dia a dia, de les mesures realitzades a l'estudi d'Aragó 346, també recull els càlculs dels models teòrics per a diferents orientacions amb cel clar.

Ja hem dit que el càlcul de referència per a la llum natural és fa amb cel cobert -el més desfavorable-, però atès que a Barcelona aquest tipus de cel té una probabilitat d'ocurrència del 30%, és a dir que en 7 de cada 10 dies tenim el cel clar, val la pena doncs considerar també aquests casos.

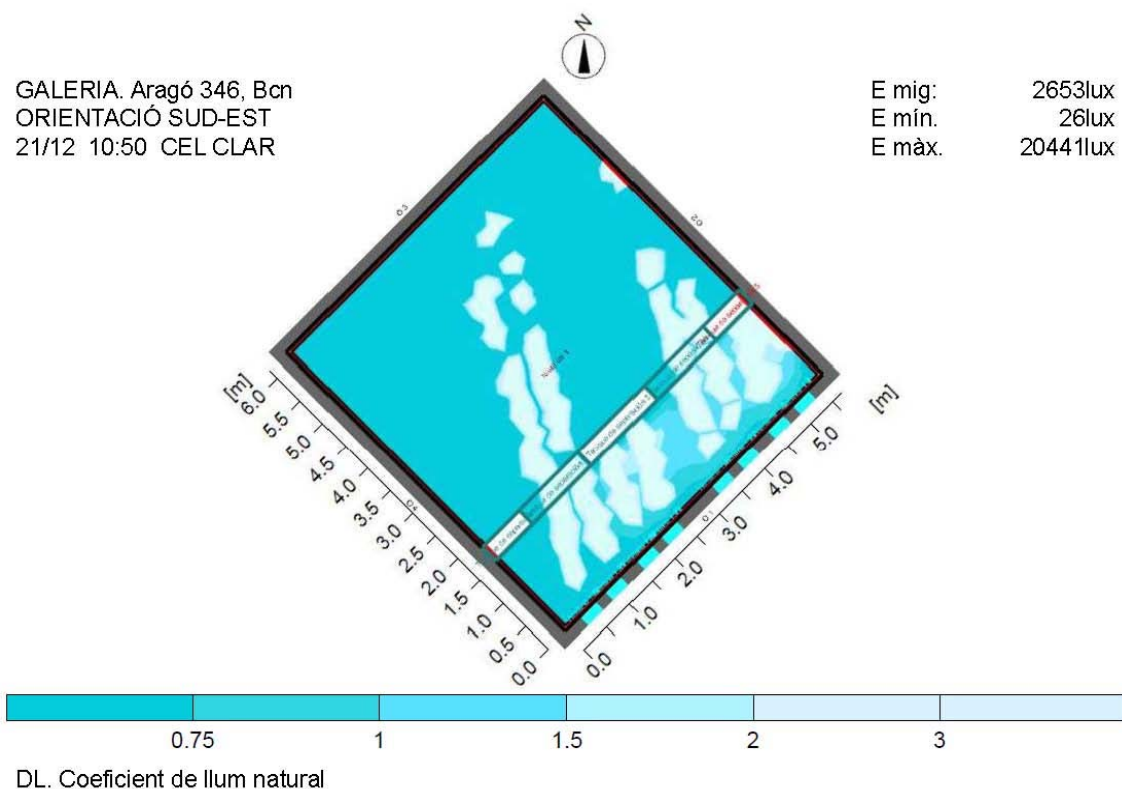


fig.155 Model c) amb *galeria*. Resultats per a cel clar; dia: 21/12; 10:50hores

Amb cel cobert la llum és difosa, arriba de qualsevol punt de la volta del cel i per això no influeix l'orientació. I a més no es produeixen ombres. En canvi amb cel clar arriba directa del sol i es produeix un marcat contrast entre les zones que reben llum directa i les que queden a l'ombra.

Per a la llum directa sí que influeix l'orientació. Però a més, ara és molt important el dia i l'hora, perquè el sol canvia constantment de posició. Per aquest motiu, els càlculs amb llum directa només són anecdòtics perquè únicament expliquen les condicions d'un moment puntual -com en una fotografia-. Al cap d'un minut ja hauran canviat.



fig.156 Model c) amb *galeria*. Vistes 3D amb cel cobert; dia: 21/12; 10:50hores

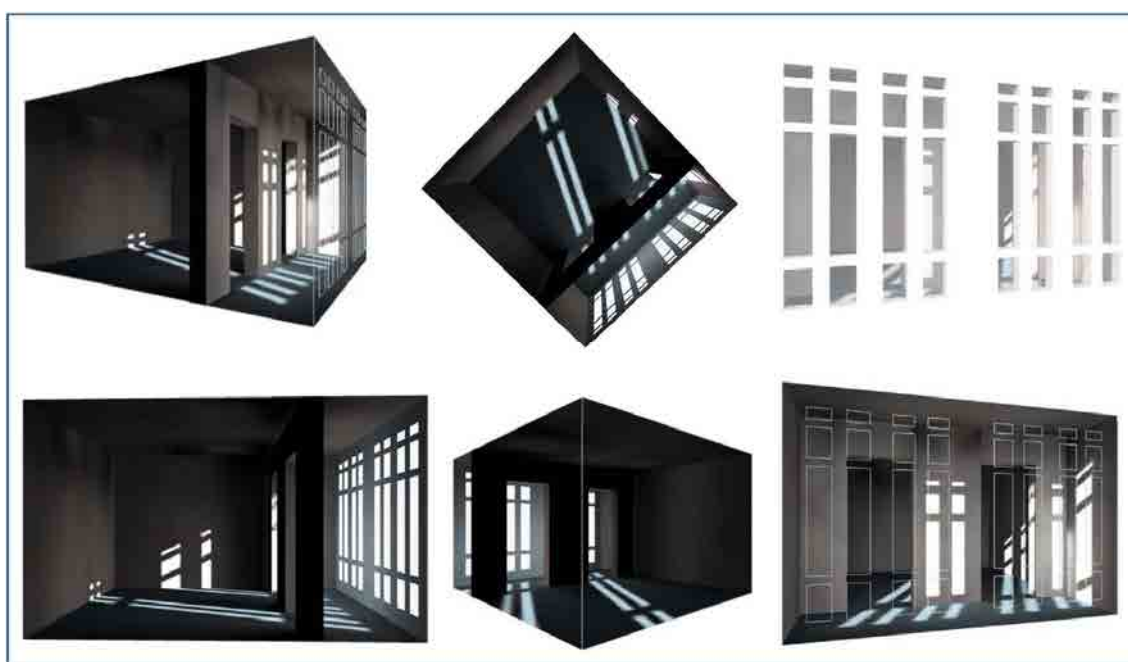


fig.157 Model c) amb *galeria*. Vistes 3D amb cel clar; dia: 21/12; 10:50hores

3.5 RESPOSTA ACÚSTICA

3.5.1 ÍNDEX DE SOROLL DIA

3.5.2 MATERIALS I ACABATS

3.5.3 CÀLCULS. NIVELLS D'IMMISSIÓ DE SOROLL

Model a) Espai habitable sense galeria

- a_{13mm}) Versió 1920, fusteria normal i vidre de 3mm
- a_{16mm}) Versió 1920, fusteria hermètica i vidre de 6mm
- a_{16mm-2f}) Versió 1920, doble finestra amb vidre de 6mm
- a_{210/16/6}) Versió 2014, fusteria hermètica i vidre doble 10/16/6 PVB

Model b) Només l'espai de la galeria

- b_{13mm}) Versió 1920, fusteria normal i vidre de 3mm
- b_{26mm}) Versió 2014, fusteria hermètica i vidre de 6mm

Model c) Espai habitable amb galeria

- c_{13mm}) Versió 1920, fusteria normal i vidre de 3mm
- c_{26mm}) Versió 2014, fusteria hermètica i vidre de 6mm

Model d) Espai habitable + espai galeria (tancament tipus mur cortina)

- d_{13mm}) Versió 1920, fusteria normal i vidre de 3mm
- d_{210/16/6}) Versió 2014, fusteria hermètica i vidre doble 10/16/6 PVB²⁶⁰

Aïllament acústic al soroll aeri

Càlculs acústics: resum i conclusions

²⁶⁰ Aquest model s'ha calculat ubicat al pati (Ld=60dB) i al carrer (Ld=70dB)

3.5 RESPOSTA ACÚSTICA

Aquest apartat es planteja a partir del DB-HR Protecció enfront del Soroll, del Codi Tècnic de l'Edificació (CTE)²⁶¹. Segons aquest Document Bàsic hi ha tres aspectes a tenir en compte:

- Aïllament acústic al soroll aeri.
- Aïllament acústic a sorolls d'impacte.
- Soroll i vibracions de les instal·lacions.

De tots tres, l'únic que es pot associar a la *galeria* en la seva qualitat de doble tancament, és el relatiu al soroll aeri. Els altres dos no tenen cap relació amb el seu funcionament.

3.5.1 ÍNDEX DE SOROLL DIA

En primer lloc cal establir els nivells de soroll associats a l'Eixample. Es denominen índex de soroll dia, L_d^{262} (dBA) i defineixen en nivell mitjà de soroll exterior en relació al nivell de molèstia que suposen.

A partir del Mapa de Soroll Barcelona (fig. 89) a l'Eixample sembla raonable prendre la referència $L_d=65-70\text{dBA}^{263}$ a la que hi està exposada un 24,2% de la població i la majoria (57,0%) queda per sota. Hi ha un 17,5% de població que sobrepassa aquest nivell i es situa a 70-75dB però seria exagerat prendre'l de referència per a tot l'Eixample. Per altra banda, donada la manca de concreció del Mapa de Soroll²⁶⁴, el DB-HR admet un nivell inferior, *cuando no se disponga de datos oficiales del índice de ruido día, L_d , se aplicará el valor de 60dBA para el tipo de área acústica relativo a sectores de territorio con predominio de suelo de uso residencial.*

	< 45	45-50	50-55	55-60	60-65	65-70	70-75	75-80	>80
Ldia	0,4%	6,9%	7,0%	14,6%	28,4%	24,2%	17,5%	1,1%	0,0%
Lvespre	2,8%	9,0%	5,0%	18,9%	30,1%	25,9%	7,9%	0,4%	0,0%
Lnit	12,8%	7,9%	20,3%	26,4%	24,8%	7,4%	0,5%	0,0%	0,0%
Lden	0,32%	3,8%	9,3%	9,9%	24,4%	26,7%	22,0%	3,6%	0,1%

fig. 158 Població exposada a Barcelona. Mapa de Soroll Barcelona, Informe Síntesi

²⁶¹ Veure el capítol 1.3.3. Acústica.

²⁶² L_d és l'índex de soroll dia, de la zona on s'ubica l'edifici.

²⁶³ Nivells sonors al carrer. Si prenguéssim els nivells dels patis ($L_d = 50-55\text{dBA}$), indicats de color verd a la fig. 89, podríem aplicar aquesta referència més favorable.

²⁶⁴ Mapa de Soroll Barcelona, apartat 10.4 Valoració general de la situació acústica actual. Només arriba a concretar el percentatge de població exposada als determinats rangs sonors (quadre adjunt, fig. 155) o bé el percentatge de la longitud de carrers exposats a cada franja de nivell sonor.

*En horari diürn la majoria de la població es troba exposada a valors entre 55 i 75dBA, en canvi entre les 21 i 23 hores, el rang majoritari és entre 55 i 70dBA. De nit, tal i com és d'esperar, el nivell disminueix i, en aquest cas, les franges predominants són entre 50 i 65dBA, tot i que bona part de la població es troba en nivells acústics per sota dels 45dBA. Per últim el nivell equivalent dia-vespre-nit, es concentra bàsicament en valors d'entre 60 i 75dBA.*²⁶⁵

Entre un recinte protegit -dormitori, estances, etc.- i l'exterior, en funció de l'índex de soroll dia L_d , el DB-HR, 2.1.1 Aïllament acústic al soroll aeri, exigeix els següents valors mínims d'aïllament acústic al soroll aeri $D_{2m,nT,Atr}$

L_d dBA	Uso del edificio			
	Residencial y hospitalario		Cultural, sanitario ⁽¹⁾ , docente y administrativo	
	Dormitorios	Estancias	Estancias	Aulas
$L_d \leq 60$	30	30	30	30
$60 < L_d \leq 65$	32	30	32	30
$65 < L_d \leq 70$	37	32	37	32
$70 < L_d \leq 75$	42	37	42	37
$L_d > 75$	47	42	47	42

fig. 159 DB-HR. Taula 2.1

Al mateix temps, per al cas concret de la façana interior –en aquest cas el pati d'illa- permet reduir l'índex de soroll dia en 10dBA respecte de l'índex, L_d de la zona²⁶⁶.

D'acord amb això hem considerat que a la façana del pati d'illa hi ha un índex de soroll dia, $L_d \leq 60$ dBA al qual -prenent la franja $60 < L_d \leq 65$ dBA- li correspon un aïllament acústic al soroll aeri, $D_{2m,nT,Atr} = 32$ dBA, per al cas més desfavorable dels dormitoris. A la façana a carrer hi ha $65 < L_d \leq 70$ dBA i per tant l'aïllament acústic al soroll aeri serà $D_{2m,nT,Atr} = 37$ dBA.

²⁶⁵ Mapa del soroll Barcelona, apartat 10.4.1. Valoració general de la població.

²⁶⁶ *Cuando se prevea que algunas fachadas, tales como fachadas de patios de manzana cerrados o patios interiores, así como fachadas exteriores en zonas o entornos tranquilos, no van a estar expuestas directamente al ruido de automóviles, aeronaves, de actividades industriales, comerciales o deportivas, se considerará un índice de ruido día, L_d , 10dBA menor que el índice de ruido de la zona* (DB-HR CTE 2.1 Valores límite de aislamiento, a) en los recintos protegidos, iv) Protección frente al ruido procedente del exterior) paràgraf 4.



fig. 160 L'Eixample. Població afectada per diferents nivells sonors

Partint d'aquesta premissa, calculem el nivell d'immissió de soroll per a diferents situacions que permetin comparar-les i treure'n conclusions. Igual que en els càlculs climàtics i lumínics fem la simulació del comportament acústic de l'espai habitable amb *galeria* i sense.

Els càlculs s'han fet amb el programa informàtic OÏDA²⁶⁷. Es tracta d'una eina informàtica per al càlcul acústic de locals, d'una gran simplicitat, que utilitzen els estudiants de l'ETSAB a l'assignatura de Condicionament i Serveis I. El programa calcula el nivell resultant de soroll interior, $L_2(\text{dB})$ i el temps de reverberació, $TR(\text{s})$ i ho fa per a les freqüències fonamentals -125Hz, 500Hz i 2000Hz- a partir de la presència d'almenys un soroll exterior i de la definició física d'un espai interior -volum, superfícies de tancaments i tipus de paraments i d'acabats-.

El temps de reverberació (TR) és un factor molt important de cara al nivell resultant de soroll interior. En els càlculs per a l'espai interior s'ha considerat un nivell mig de TR -al voltant d'1 segon- suposant que hi ha elements absorbents -com és habitual-, per obtenir uns nivells L_2 que s'aproximen a la realitat.

²⁶⁷ Oïda. programa informàtic lliure de càlcul acústic de locals, desenvolupat per AiE, Grup de Recerca d'Arquitectura i Energia de la UPC. www.upc.edu/aie/

AÏLLAMENT ACÚSTIC RESULTANT

$$D = L_d - L_2 + 10 \log_{10} \frac{S}{A}$$

D	Diferència de nivells entre el recinte emissor i el receptor (dB)
L _d	Nivell mig de pressió sonora en el recinte emissor (dB)
L ₂	Nivell mig de pressió sonora en el recinte receptor (dB)
S	Superfície exposada al soroll (m ²)
A	Àrea d'absorció acústica equivalent (m²)

fig. 161 Importància de l'absorció (A) en el resultat de l'aïllament acústic

El nivell de soroll exterior considerat al pati d'illa és l'índex de soroll dia, L_d=60dB.

3.5.2 MATERIALS I ACABATS

Perquè els resultats de la simulació, amb els diferents models sigui comparable, en les diferents variants només canvia el tipus de tancament vidrat, mantenint la resta per a tots els casos, tant els tancaments –constitució del parament- com el seu acabat interior-.

Els tancament de fusta i vidre s'expliquen en cada variant. Els parament d'obra i els seus acabats són els següents²⁶⁸:

1. Paret d'obra ceràmica de 15cm de gruix –totxo massís-. Correspon als tancaments de les parets laterals o mitgeres. Acabat 2. Paret enguixada.
2. Paret d'obra ceràmica de 30cm de gruix –totxo massís-. Tancament entre la galeria i l'interior. Acabat 2. Paret enguixada.
5. Forjat ceràmic de 24cm de gruix i xapa de compressió de 3cm.
Terra, amb paviment de terratzó, acabat 38. Sostre amb fals sostre d'escaiola, acabat 6.

Igualment en tots els casos es considera la presència de 2 persones –acabat 23- i determinats elements –mobles, llibres, cortines, etc., que anomenem *absorbent equivalent*-, acabat 43, que influeixen sobre el comportament absorbent al so (A) de l'espai i condicionen el temps de reverberació (TR) resultant.

²⁶⁸ La numeració correspon a la que utilitza el programa *oïda* per els paraments i acabats.

3.5.3 CÀLCULS. NIVELLS D'IMMISSIÓ DE SOROLL

Utilitzem els mateixos espais i la mateixa classificació definida a “models de *galeria* tipus”. Però ara no cal distingir-los segons la seva orientació. Per a l'acústica el que compta és l'origen del soroll.

Per tant, deixant de banda l'orientació hi ha quatre models:

- a) Espai habitable sense *galeria*.
- b) Només l'espai de la *galeria* -servirà de referència per calcular el model c)-.
- c) Espai habitable amb *galeria*.
- d) Espai habitable al que s'ha incorporat la *galeria* -tancament tipus *mur cortina*-.

Per a cada model i en les dues versions 1920 i 2014 calculem -a les freqüències fonamentals- el Nivell d'immissió (L_2) i el Temps de Reverberació (TR). Al model a) hem introduït una variant a2) amb doble finestra²⁶⁹ -només per a la versió 1920-. És una solució que al pati no es dona gairebé mai però al carrer sí i amb una eficàcia força alta. Només serveix de referència.

En els models a), b) i d) el nivell d'immissió: L_{2a} , L_{2b} i L_{2d} respectivament es calcula directament del pati a l'interior.

En canvi en el model c) el càlcul es fa en dos passos; fent primer la immissió de soroll del pati a la *galeria*, L_{2b} i després, prenent aquests valors com L_d es calcula la immissió de soroll de la *galeria* a l'interior, L_{2c} .

A l'hora de fer comparacions cal tenir en compte que el decibel (dB) és una unitat logarítmica, que es correspon aproximadament amb la percepció humana del so, en la qual una petita diferència en decibels equival a una diferència energètica molt gran.²⁷⁰

L'Annex A2.3 *Comportament acústic*, recull tots els càlculs realitzats. Aquí només hi ha els resultats.

²⁶⁹ Aprofitant el gruix de la paret de façana d'uns 30cm es munta una segona finestra, que normalment queda enrasada per la cara exterior. Aquesta solució s'utilitza bastant a les façanes dels carrers amb alts nivells de trànsit, però gairebé mai als patis interiors.

²⁷⁰ Un increment o disminució de 3dB en el nivell sonor equival a doblar o reduir la potència a la meitat, i una diferència de 10dB representa un augment -o decrement- de deu vegades la magnitud de referència.

Model a) Espai habitable sense galeria

Aquesta és la versió més elemental d'un edifici de façana sense balcons. El tancament és senzill amb una finestra o balconera d'un sol full. Tot i això, també hem considerat la versió a1_{6mm-2f}) 1920, amb doble finestra, per comprovar la seva efectivitat que és comparable a la versió a2_{10/16/6}) 2014 que porta un vidre d'altres prestacions.

a1_{3mm}) versió 1920

Espai amb façana al pati, amb balconeres, sense *galeria*. Fusteria senzilla amb vidre 3-4mm. Hermeticitat al pas de l'aire: baixa o molt baixa.

L'índex Ld -excepte per al model c) en el qual serà L_{2b})-, és el següent:

	125Hz	500Hz	2000Hz
Índex de soroll dia, Ld	60dB	60dB	60dB

Volum: 94m³; Superfície de finestra: 7,9m²; Superfície total tancaments: 153,2m²

			125Hz	500Hz	2000Hz
a1) 1920	3-4mm	L _{2a})	42dB	35dB	28dB
		TR	1,00s (1,0)	1,03s (1,1)	0,87s (0,8)

Tenint en compte que al pati el nivell de soroll és *només* Ld=60dB, els nivells resultants són força alts. Això és degut a la baixa qualitat de la fusteria i al poc gruix del vidre. Si la substituïm per una finestra hermètica -que no deixa passar l'aire- amb vidre de 6mm -model a1_{6mm}- els resultats milloren considerablement per a les freqüències baixes i mitges, 35dB (125Hz), 33dB (500Hz) i curiosament empitjoren a 2000Hz (30dB) ja que en aquesta freqüència el vidre de 6mm es comporta pitjor -vibra més- que el de 3-4mm.

a1'_{6mm-2r}) versió 1920, amb doble finestra

Espai amb façana al pati, amb balcó, sense *galeria*. Doble finestra amb cambra de 20cm i vidres de 4-5mm.

			125Hz	500Hz	2000Hz
a1') 1920	doble finestra	L _{2a})	30dB	14dB	6dB
		TR	1,00s (1,0)	1,03s (1,1)	0,87s (0,8)

Així que queda demostrada l'efectivitat de la doble finestra i justifica la seva aplicació a un cost raonable, ja que permet aprofitar la finestra existent. Això sí, com que la segona finestra quan s'afegeix es situa enrasada per l'exterior, modifica l'aspecte de la façana. Per tant estèticament es genera un problema semblant al dels tancaments de balcons no controlats.

a2_{10/16/6}) versió 2014.

Espai amb façana al pati, sense *galeria*. Finestra hermètica amb doble vidre amb càmera 10/16AR.PVB/6.²⁷¹

			125Hz	500Hz	2000Hz
a2) 2014	10/16AR.PVB/6	L _{2a})	29dB	19dB	16dB
		TR	1,00s (1,0)	1,03s (1,1)	0,87s (0,8)

Per aquest cas hem escollit un vidre d'altres prestacions, que generalment no s'utilitza degut al seu elevat cost. I tot i això aquesta solució aïlla menys que la doble finestra -només la supera en 1dB a 125Hz.

²⁷¹ Dues làmines de vidre de 10 i 6mm, i cambra d'aire amb gas argó, de 16mm (gruix total: 32mm) amb una làmina intermèdia de PVB (polivinilbutiral), Rw=39dB; U=1,1W/m²K; transmissió lluminosa: 79% i factor solar: 57%.

Model b). Només l'espai de la *galeria*

El nivell de soroll resultant dins de la *galeria*, L_{2b} , s'adoptarà després com l'índex de soroll dia, L_d , per calcular L_{2c} a l'espai habitable. És a dir que la *galeria* actua d'espai intermedi, absorbint i aïllant part del soroll exterior.

b1_{3mm}) versió 1920

Espai *galeria* amb façana al pati. Fusteria senzilla amb vidre 3-4mm, hermeticitat/permeabilitat al pas de l'aire: baixa o molt baixa.

Volum: 36m³; Superfície de finestra: 21,1m²; Superfície total tancaments: 70,7m²

			125Hz	500Hz	2000Hz
b1) 1920	3-4mm	L_{2b}	54dB	46dB	39dB
		TR	2,14s (0,8)	1,84s (1,0)	1,60s (0,7)

Els nivells són més alts que al model a) perquè la *galeria* té més superfície de finestra. Els temps de reverberació també són força alts perquè és un espai intermedi i -en principi- no hi ha elements absorbents al so. Si fem baixar TR -afegint elements absorbents- també baixarà el nivell L_{2b} .

Si canviem la finestra per una d'hermètica amb vidre de 6mm, igual com passa al model a), els resultats també milloren les freqüències baixes i mitges 47dB (125Hz), 44dB (500Hz) i empitjoren a 2000Hz (41dB).

b2_{6mm}) versió 2014

Espai *galeria* amb façana al pati. Finestra hermètica amb vidre de 6mm.

			125Hz	500Hz	2000Hz
b2) 2014	6mm	L_{2b}	47dB	44dB	41dB
		TR	2,14s (0,8)	1,84s (1,0)	1,60s (0,7)

En aquest tancament no té sentit posar-hi un vidre d'alta gamma, ni tan sols doble vidre. Ha de deixar passar el sol a l'hivern i per això cal que el factor solar²⁷² sigui el més alt possible. El factor solar del vidre 10/16AR.PVB/6 és de només el 57% i té una transparència del 79%, mentre que el d'un vidre senzill de 6mm tipus Planilux és del 82%, amb una transparència del 89%.

²⁷² Factor solar (%). Quantitat d'energia solar que travessa un vidre en relació a la que hi arriba. No s'ha de confondre amb la transparència que és un factor purament lumínic.

Model c) Espai habitable amb galeria

Els resultats L_{2b}) obtinguts per al model b) es prenen ara com a índex de soroll dia L_d per calcular el nivell de soroll L_{2c}) dins de l'espai habitable. En aquest cas la variant amb doble finestra no cal fer-la perquè és una solució que a la *galeria* no es dona.

c1_{3mm}) versió 1920

Espai habitable amb façana al pati, amb *galeria*. Fusteria senzilla amb vidre 3/4mm, hermeticitat al pas de l'aire: baixa o molt baixa.

Volum: 94m³; Superfície finestra: 7,9m²; Superfície total tancaments: 153,2m²

	125Hz	500Hz	2000Hz
Índex de soroll dia, $L_d=L_{2b}$)	54dB	46dB	39dB
Són valors reduïts gràcies a la presència de la <i>galeria</i> .			

c1) 1920	3-4mm	L_{2c})	36dB	21dB	7dB
		TR	1,00s (1,0)	1,03s (1,1)	0,87s (0,8)

Fins i tot amb la fusteria més senzilla, des del punt de vista acústic, la *galeria* és força efectiva.

c2_{6mm}) versió 2014

Espai habitable amb façana al pati, amb *galeria*. Finestra hermètica amb vidre de 6mm.

	125Hz	500Hz	2000Hz
Índex de soroll dia, $L_d=L_{2b}$)	47dB	44dB	41dB

c2) 2014	6mm	L_{2c})	22dB	17dB	11dB
		TR	1,00s (1,0)	1,03s (1,1)	0,87s (0,8)

Gràcies a la presència de la *galeria*, aquests resultats amb una finestra s'acosten força a les prestacions del model a) amb doble finestra.

Model d) Espai habitable + espai galeria (tancament tipus mur cortina)

S'ha suprimit el tancament que separava la *galeria* de l'interior, per tant, entre aquest hi l'exterior només hi ha el tancament de façana.

d1_{3mm}) versió 1920

Espai habitable amb façana al pati, sense *galeria* però amb el mateix tancament vidrat, fusteria normal amb vidre 3/4mm, hermeticitat baixa o molt baixa.

Volum: 130m³, Superfície finestra: 21,1m². Superfície total tancaments: 357,5m²

			125Hz	500Hz	2000Hz
d1) 1920	3-4mm	L _{2d})	40dB	33dB	26dB
		TR	0,97s (1,1)	1,01s (1,1)	0,86s (0,9)

La immissió és més alta que en el model a) perquè ara hi ha gairebé el triple de superfície de finestra.

d2_{10/16/6}) versió 2014

Espai habitable amb façana al pati, sense *galeria* però amb el mateix tancament vidrat, finestra hermètica amb doble vidre amb càmera 10/16AR.PVB/6.

			125Hz	500Hz	2000Hz
d2) 2014	10/16AR.PVB/6	L _{2d})	33dB	32	20dB
		TR	0,97s (1,1)	1,01s (1,1)	0,86s (0,9)

I això que estem al pati d'illa. Aquesta solució, al carrer, amb un nivell de soroll dia L_d=70dB, que a l'Eixample és força habitual, dona uns resultats molt dolents (43/33/30dB). Aquests valors depenen exclusivament del tipus de vidre utilitzat que és força car, però amb un vidre més senzill la resposta seria pitjor. Veiem doncs, que el *mur cortina* requereix la solució més costosa i tot i així és que té el pitjor comportament, i a sobre no admet la doble finestra.

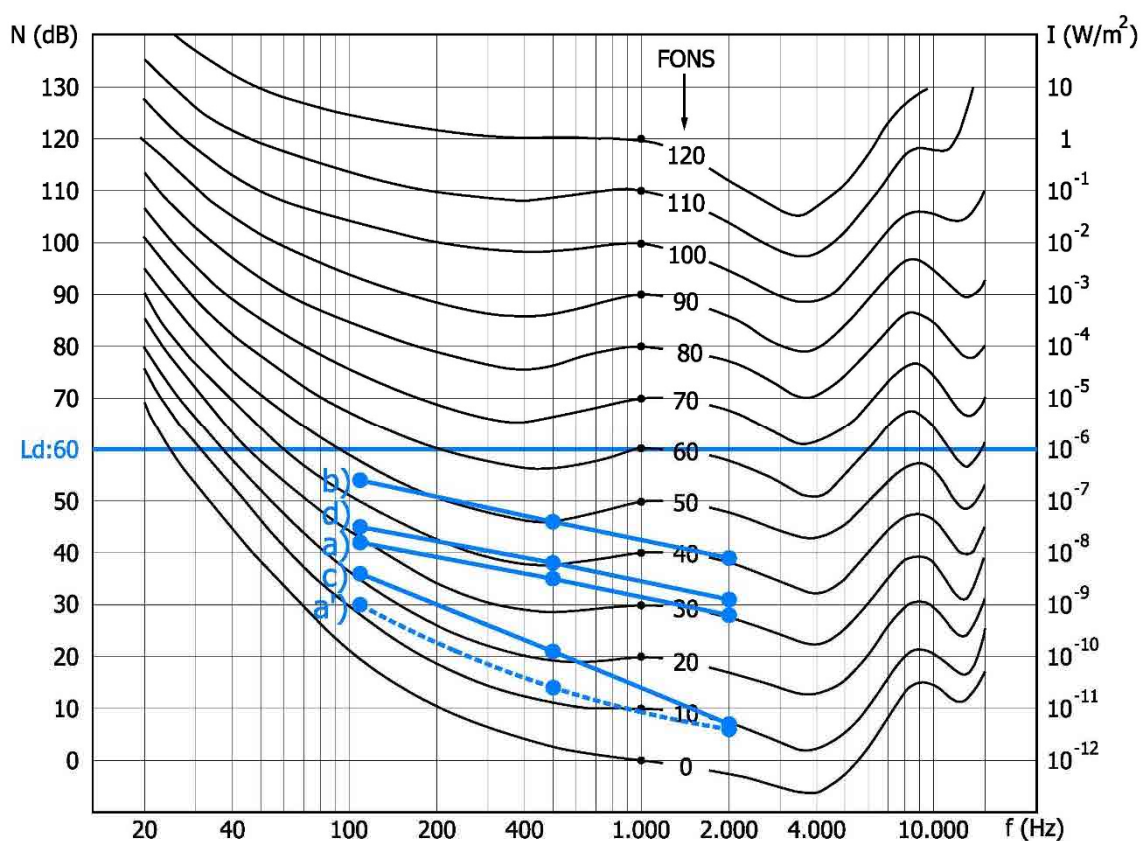


fig. 162 Audiograma normalitzat de l'oïda (1920)

Els resultats obtinguts amb l'OïDA els representem a l'audiograma,²⁷³ on a partir de l'índex de soroll dia, $L_d=60\text{dB}$ -equivalent a una intensitat $I=10^{-6}\text{W/m}^2$ - ens permet comparar gràficament els diferents models. Les fig. 162 i 163 corresponen respectivament a les versions 1920 i 2014.

El model b) és la pròpia galeria. Tot i tenir l'índex L_d més alt no compta perquè no és habitable.

El model d) *mur cortina*, és l'espai habitable que funciona pitjor, en totes dues versions.

El model c) espai habitable amb *galeria*, gràcies a la interposició d'aquesta té un bon aïllament acústic.

Dels models de 1920, la fig. 162 també mostra l'excel·lent comportament del model a') amb doble finestra.

²⁷³ Audiograma. Gràfic que representa la pèrdua de sensibilitat auditiva –en les persones- segons la freqüència del so. És a dir que un so del mateix nivell (dB) i intensitat (W/m^2) –per exemple, en aquest cas 60dB (10^{-6}W/m^2)- no el sentim igual a 125Hz (52dB) que a 500Hz (64dB) o a 2000Hz (62dB).

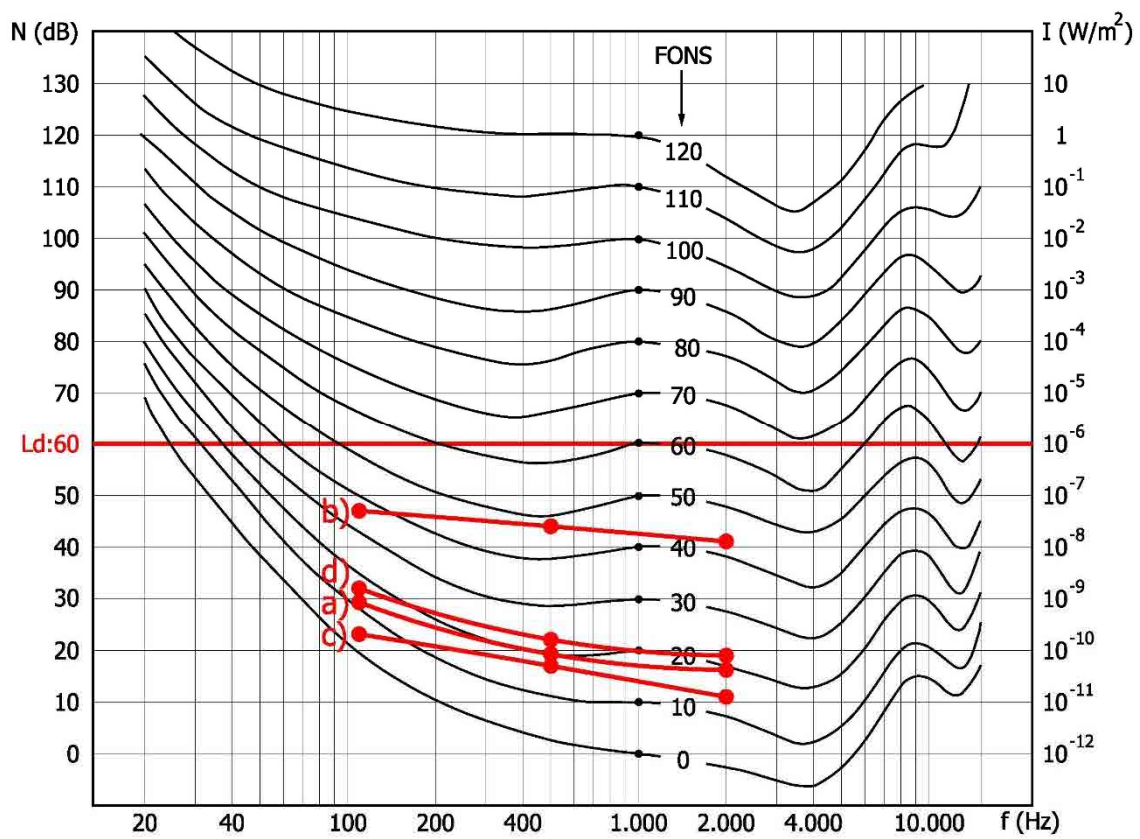


fig. 163 Audiograma normalitzat de l'oïda (2014)

Aïllament acústic al soroll aeri

Les exigències d'aïllament del DB-HR en funció de l'índex soroll dia (L_d) són les següents:

Al pati interior: $L_d \leq 60\text{dBA}$, aïllament acústic al soroll aeri: $D_{2m,nT,Atr} = 30\text{dBA}$.

Al carrer: $65 < L_d \leq 70\text{dBA}$, aïllament acústic al soroll aeri: $D_{2m,nT,Atr} = 37\text{dBA}$

No hem d'oblidar que l'any 1920 no hi havia cap mena de requeriment per a l'aïllament acústic.

Els nivells d'aïllament acústic al soroll aeri, $D_{2m,nT,Atr}$ obtinguts al pati són els següents:

Model a). Espai habitable amb balcó, sense <i>galeria</i> .			125Hz	500Hz	2000Hz
a1) 1920	3-4mm	$D_{2m,nT,Atr} =$	18dB	25dB	32dB
a1) 1920	6mm		25dB	27dB	30dB
a1') 1920	doble finestra		30dB	46dB	54dB
a2) 2014	10/16AR.PVB/6		31dB	41dB	44dB

Model b). Només l'espai de la *galeria*. Espai no habitable.

b1) 1920	3-4mm	$D_{2m,nT,Atr} =$	6dB	14dB	21dB
b2) 2014	6mm		13dB	16dB	19dB

Model c). Espai habitable amb *galeria*.

c1) 1920	3-4mm	$D_{2m,nT,Atr} =$	24dB	39dB	53dB
c2) 2014	6mm		38dB	43dB	49dB

Model d). Espai habitable + *galeria* -tancament tipus *mur cortina*.

d1) 1920	3-4mm	$D_{2m,nT,Atr} =$	20dB	27dB	34dB
d2) 2014	10/16AR.PVB/6		27dB	37dB	40dB

Sumant els aïllaments de la *galeria*, b) i del tancament de façana, c) –en la versió 2014, tots dos amb tancament de vidre senzill de 6mm- s'obtenen els següents valors d'aïllament acústic al soroll aeri: $D_{2m,nT,Atr} = 38/43/49\text{dB}$. Aquesta solució compleix fins i tot per a la façana del carrer amb índex de soroll dia $65 < L_d \leq 70\text{dBA}$, i una exigència d'aïllament –segons el DB-HR per a dormitoris- $D_{2m,nT,Atr} > 37\text{dBA}$.

Si al tancament c) li canviem la fusteria -que té uns valors d'aïllament de 25dB- per una amb doble vidre acústic reforçat²⁷⁴ de 36dB el resultat serà espectacular. Ja hem dit que una reducció de 3dB, per a l'oïda humana equival a reduir a la meitat el nivell de percepció acústica.

²⁷⁴ Actualment es troben al mercat solucions de doble vidre amb làmina de polivinilbutiral (PVB) o vidres laminats units amb resines que aconsegueixen aïllar més de 36dB amb tan sols 8mm de gruix.

Càlculs acústics: resum i conclusions

Ha quedat demostrada la funció esmorteïdora del soroll exterior que fa la *galeria*. Podem comprovar que fins i tot ubicada al carrer -amb un nivell de soroll més alt- compleix sobradament els requeriments de la normativa vigent.

Al pati, tot i que l'índex de soroll dia sigui més baix, no oblidem que els tipus de soroll que s'hi donen poden ser molt molestos degut al seu caràcter discontinu. Per això, en aquest àmbit i per aquesta funció, la presència de la *galeria* és molt recomanable.

Igual com passa en els resultats climàtics, en els acústics també és destacable l'evolució dels materials i sistemes constructius, des de 1920 fins a l'actualitat. Comparant el model més senzill a1) 1920 amb l'a3) 2014 veiem com ha millorat l'efectivitat dels tancaments per a l'aïllament acústic al soroll aeri: de 18 a 31db (125Hz), de 25 a 41dB (500Hz) i de 32 a 44dB (2000Hz).

Per altra banda, els espais habitables a) i c) de 2014 compleixen clarament l'exigència normativa del Codi Tècnic DB.HR. Comparant-los tots dos, el model c) amb *galeria* supera el comportament del model a).

En canvi, una vegada més, la resposta del model d) *mur cortina*, segueix sent molt justa, fins i tot escollint un del vidres més sofisticat i car que es pot trobar avui dia al mercat.

En resum, podem assegurar que per a l'aïllament acústic al soroll aeri, independentment del nivell de soroll exterior, els tancaments de façana funcionen millor amb *galeria* que sense.

CAPÍTOL 4. PROPOSTES D'ÚS OPTIMITZAT

4.1 COM HAN DE SER LES GALERIES

- 4.1.1 L'ALÇADA DE L'ESPAI HABITALE
- 4.1.2 LA GALERIA VERSIÓ 2014
- 4.1.3 LA GALERIA COM ESPAI INTERMEDI
- 4.1.4 EL SISTEMA D'INÈRCIA
- 4.1.5 EL TANCAMENT INTERIOR DE LA GALERIA
- 4.1.6 EL TANCAMENT DE LA GALERIA A L'EXTERIOR
- 4.1.7 LA PERSIANA

4.2 LA GALERIA 2014. PROPOSTA

4. PROPOSTES D'ÚS OPTIMITZAT

La pell d'un l'edifici és l'element més determinant per al control ambiental a l'arquitectura, és fonamental en relació a la seva eficiència energètica. Separa l'ambient interior de l'exterior, fa de barrera, de connector i de filtre i la seva funció és limitar i regular els intercanvis energètics entre tots dos. L'objectiu és mantenir el nivell de confort interior, donant-li estabilitat enfront de les condicions exteriors, constantment variables: matí/tarda, dia/nit, hivern/estiu.

Això és vàlid per a qualsevol clima, ja sigui extremat o temperat, donat que aquesta regulació es pot controlar i és adaptable en cada moment del dia o època de l'any.

La barrera elemental que fa el tancament de l'espai habitable normalment s'anomena *la pell de l'edifici*. És un element separador opac amb perforacions que deixen entrar la llum, el sol i alhora permeten la visió i -si estan obertes- el pas de l'aire i del soroll exterior. Aquestes obertures poden ser més o menys grans segons les condicions climàtiques del lloc i cal que disposin d'elements que permetin controlar els diferents fenòmens ambientals: radiació, llum, vent, pluja, fred i calor, soroll, etc.



fig. 164 Finestres amb elements de control ambiental

Les obertures s'adapten a les exigències microclimàtiques de la seva ubicació. No és estrany doncs que en zones de clima tropical les finestres no tinguin vidres perquè no cal, però en canvi sí que disposen de mosquiteres i persianes –normalment de lamel·les- que deixen passar l'aire i aturen la radiació. En canvi, en climes freds o en àmbits urbans és habitual trobar solucions de doble finestra que en un cas protegeixen del fred i en l'altre del soroll.



fig. 165 Solució de doble finestra

Si la doble finestra funciona tan bé com hem vist és perquè entre totes dues generen una cambra entre els ambients exterior i interior, en la qual l'aire es troba en unes condicions intermèdies de manera que, quan fa fred, la seva temperatura és més alta que a l'exterior i per això la finestra interior té menys pèrdues per transmissió.

Acústicament, un tancament doble aïlla molt més que un de senzill.

4.1 COM HAN DE SER LES GALERIES

Hem vist com és la *galeria* de l'edifici del carrer Aragó 346, construïda l'any 1920 amb els sistemes tradicionals de l'època. Ara explicaré com l'hem de construir actualment. Al llarg d'aquests 94 anys els sistemes constructius han evolucionat força, i la forma de vida també.

4.1.1 L'ALÇADA DE L'ESPAI HABITALE

El concepte d'espai habitable ha canviat. Les concentracions urbanes i l'aprofitament urbanístic han encarat molt els preus en les zones de més demanda i ara els habitatges són molt més petits que fa 100 anys. L'alçada dels espais també s'ha reduït considerablement.

A l'edifici d'Aragó 346 l'alçada lliure d'un primer pis és de 3,60m. Des de llavors les ordenances l'han anat reduint, de manera que, per exemple, l'any 1932 la van fixar en 3,00m i el 1947 en 2,80m (3,05m forjat inclòs). Durant molts anys -excepte a l'Eixample- es van construir edificis d'habitatges amb alçada interior mínima de 2,50m perquè ho permetia el Decret d'Habitabilitat, fins que l'any 2009,²⁷⁴ aquest va disposar que *als edificis d'obra nova, l'alçada lliure entre forjats de plantes amb ús d'habitatge ha de ser com a mínim de 2,70m*.

Le Corbusier en el seu sistema de mesures i proporcions Le Modulor (1943-1954) va proposar una alçada mínima de sostre de 2,26m amb la qual va construir Le Cabanon²⁷⁵.

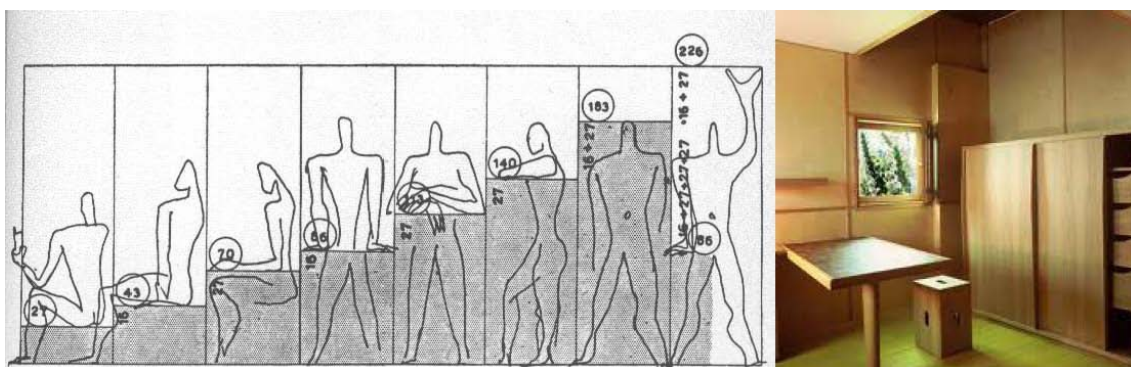


fig. 166 Le Corbusier. El Modulor i Le Cabanon de Vacances

²⁷⁴ Decret 55/2009, de 7 d'abril, sobre les condicions d'habitabilitat dels habitatges i la cèdula d'habitabilitat.

²⁷⁵ Le Cabanon de Vacances que Le Corbusier es va construir a Roquebrune-Cap Martin, França. S'inscriu en un mòdul de 3,66x3,66m amb una alçada de 2,26m, excepte a la zona de l'armari en què el sostre s'eleva 43cm per accedir a l'altell.

A l'Eixample, el text refós del Pla General Metropolità de 2000 per a la zona 13E disposa que l'alçada de les plantes pis, *art. 21.2.5 c. No serà superior a 3,05 metres, ni inferior a 2,75 metres, inclòs un dels forjats*. Descomptant un gruix de 35cm²⁷⁶ -forjat i paviment- queda una alçada lliure entre 2,75 i 2,40m -aquesta última no compliria les condicions d'habitabilitat-.

La qualitat arquitectònica d'un espai depèn en gran mesura de les seves dimensions, però sobretot de l'alçada. Els caràcter dels pisos de l'Eixample, de la primera època, es deu sobretot a l'alçada dels sostres i a l'amplada del passadís; després les mides de sales i habitacions són bastant normals. Per aquest motiu, en la nostra proposta hem mantingut l'alçada màxima de l'espai interior -2,75- tot i que preferiríem que fos més alt.

4.1.2 LA GALERIA VERSIÓ 2014

La *galeria*, com la doble finestra, també genera una cambra d'aire entre exterior i interior. Tempera i regula els fluxos de fred i calor, modula la llum i aïlla del soroll. I a més és un magnífic espai inútil, que serveix per algunes coses.

Vull explicar, com entenc que s'ha de construir actualment, una *galeria* i el seu corresponent espai interior. Bastir-la avui dia té, a més de la qüestió de l'alçada, altres condicionants, com són els sistemes constructius -tan diferents dels de 1920- i les Normes Urbanístiques vigents.

Ja he dit que des de 1976 el PGM no admet cossos volats tancats al pati interior d'illa, però ara no ho tindrà en compte, perquè precisament una de les propostes que d'aquesta tesi és la de revocar aquesta prohibició. Això cal justificar-ho i ho faré més endavant.

Ara el més important però, és destacar quins són els aspectes determinants per al correcte funcionament de la *galeria* com a sistema de control ambiental. Alguns, tot i ser elementals cal explicar-los, perquè resulta que hi ha massa edificis amb comportaments ambientals patològics, aparentment imputables a errors de projecte. Poden ser deguts a un cert desconeixement per part dels projectistes o a unes hipòtesis equivocades de les repercussions de determinades decisions de disseny. En qualsevol cas els analitzarem d'un en un.

²⁷⁶ El gruix d'un forjat estàndard avui dia és d'uns 30cm. Antigament, amb un nivell menys exigent de rigidesa estructural tenien gruixos de 25cm.

4.1.3 LA GALERIA COM ESPAI INTERMEDI

Perquè la *galeria* es comporti com un sistema de control ambiental ha d'estar adossada a un edifici, el qual seria pràcticament idèntic si la *galeria* no hi fos. És a dir que es tracta d'un element annex a l'edifici, com si s'afegís una vegada construït.

Només així tindrà la consideració d'espai intermedi.

Conceptualment també es pot entendre aquest element –igual com passa amb el *mur trombe* o *mur hivernacle*– com un tancament de vidre superposat al mur de façana. Amb això es crea una cambra d'aire on es produeix l'efecte hivernacle. Però el mur és imprescindible perquè és l'element que proporciona la inèrcia tèrmica.



fig. 167 La *galeria* annexa a l'edificació

4.1.4 EL SISTEMA D'INÈRCIA

El tancament de l'edifici que dóna a la *galeria*, a diferència d'un tancament multicapa convencional de façana, ha de ser massís –de totxo, de formigó o bloc farcit de sorra o de morter– quan més pesant millor, de 30 a 40cm de gruix, d'una sola capa i sense aïllament, perquè a més de la funció de tancament també és el sistema d'inèrcia tèrmica.

El mur de façana a l'hivern, durant les hores de sol, rep la radiació a través de la *galeria* i s'escalfa –absorbeix part de la radiació i l'emmagatzema-. Això evita que la *galeria* se sobreescalfi en excés degut a l'efecte hivernacle. Passades unes hores la calor, per conducció, haurà travessat el gruix del mur arribant a la cara interior. Llavors, quan el sol ja ha marxat i la temperatura exterior baixa, el mur –sistema d'inèrcia– comença a cedir calor a l'espai habitable, per radiació i convecció.

Una *galeria*, sense inèrcia no funciona²⁷⁷. Se sobreescalfa i segurament els usuaris obriran la finestra per dissipar l'excés de calor durant les hores de sol. Però llavors al vespre quan a fora comenci a fer fred, no podran disposar-ne.

Quan fa calor, el sistema d'inèrcia té el funcionament invers. Durant les hores més caloroses, de dia, suavitza la temperatura i redueix l'oscil·lació. De nit, si s'obre la *galeria*, amb la temperatura exterior més baixa l'ambient es refresca i el mur també. L'endemà mantindrà l'ambient més suau.

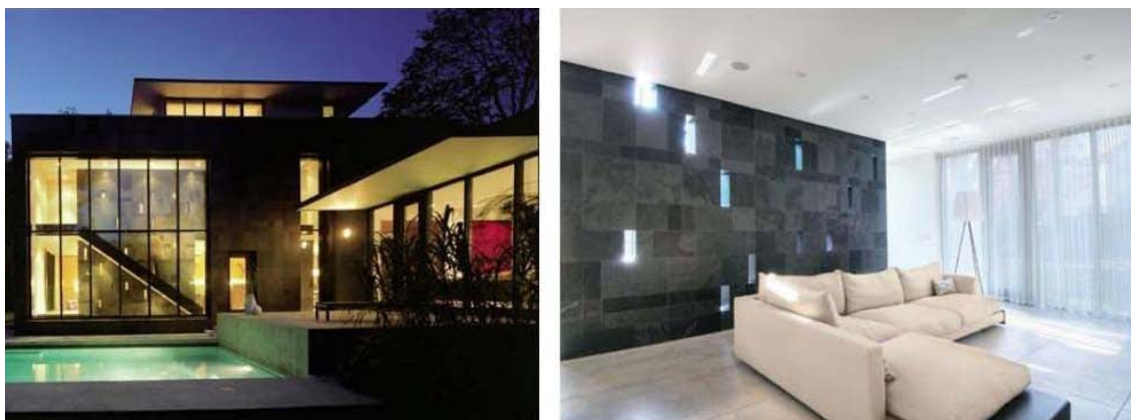


fig. 168 Cascade house, Toronto. Paul Raff, 2009. Mur d'inèrcia aplacat de pissarra

4.1.5 EL TANCAMENT INTERIOR DE LA GALERIA

En el mur de façana, hi ha una o més portes balconeres que donen accés a la *galeria*. Si aquesta no hi fos, llavors donarien a l'exterior. Poden ser de fusteria de fusta, de PVC o d'alumini -que pot ser amb trencament de pont tèrmic però no es indispensable-. Aquest tancament ha de ser hermètic -per protegir del soroll exterior que arriba, reduït per la *galeria*- i bon aïllant tèrmic perquè la *galeria* no està climatitzada. Es recomana que sigui amb balconeres practicables. També pot ser amb fulles corredisses, però tenen inconvenients: si s'encasten en el mur redueixen el seu gruix i amb ell la inèrcia i si van sobreposades -per dins- impedeixen l'efecte de radiació i convecció ca a l'interior quan estan obertes.

La fusteria ha de permetre el control total de la llum -imprescindible sobretot si l'espai interior és una habitació-. La solució tradicional amb contrafinestres o porticons interiors és la més aconsellable perquè també protegeix del fred durant la nit. Hi ha solucions menys efectives a nivell lumínic i tèrmic com els estors o les cortines, que no aïllen tèrmicament i amb elles és mot difícil el control total de la llum.

²⁷⁷ Sense inèrcia no és una *galeria*.

El vidre serà tipus Climalit, doble vidre amb cambra. Una composició adequada pot ser, per exemple 6/15/4mm amb coeficient d'aïllament tèrmic $U=2,8\text{W/m}^2\text{K}$, $TL^{278}=80\%$, $FS^{279}=72\%$. Una opció alternativa però més cara -si incorpora una làmina de baixa emissivitat- millora el coeficient $U=1,7\text{W/m}^2\text{K}$ i empitjora $TL=67\%$ i $FS=50\%$. Aquests vidres obtenen un aïllament acústic $Rw=35\text{dB}$ que és suficient. Tot i no ser necessari, també es pot posar un vidre d'altres prestacions però és força més costós. Per exemple el vidre 10/16ar/6mm, amb gas argó a la cambra que millora l'aïllament acústic i una làmina intermèdia de PVB (polivinilbutiral), $Rw=39\text{dB}$; $U=1,1\text{W/m}^2\text{K}$; $TL=79\%$ i $FS=57\%$.



fig. 169 Tancaments interior amb contrafinestres i amb corredisses

A l'hivern, al capvespre -quan comença a fer fred- cal tancar les balconeres i les contrafinestres, per reduir les pèrdues de calor per transmissió. De dia poden estar obertes i així es barregen l'aire interior i el de la *galeria* -que quan hi toca el sol està més calent- o bé es poden deixar tancats però amb les contrafinestres obertes deixant passar la llum i potser un raig de sol.

Climàticament la *galeria* és un sistema captador semidirecte: entre interior i exterior s'interposa un espai que capta l'energia solar ²⁸⁰. El seu comportament depèn de la posició de les balconeres interiors ja que això afecta a la transferència de calor.

²⁷⁸ $TL=\Phi_t/\Phi_i$; Transmissió lluminosa (%), flux lluminós transmès respecte de l'incident.

²⁷⁹ $FS=E_e/E_i$ Factor solar (%), energia total que travessa el vidre i l'energia solar incident.

²⁸⁰ Helena Coch i Rafael Serra, *El disseny energètic a l'arquitectura*. p86

Si estan obertes els aires es barregen -per convecció-, el rendiment és més alt i la transferència és més ràpida -valors orientatius: $r \approx 0,30$ i $f \approx 0,30$ -²⁸¹. Quan estan tancades la cessió de calor només es fa a través del mur -per conducció- i llavors baixa el rendiment ($r \approx 0,12$) perquè hi ha més pèrdues per transmissió a la *galeria*, però el factor de retard és més alt ($f \approx 1$). Són valors comparables als de sistemes especials de captació/acumulació com el *mur trombe* i el *mur hivernacle* que tenen un funcionament similar.

A l'estiu solen estar obertes, però durant les hores centrals del dia -quan fa més calor- val la pena tancar-les, evitant ventilar i llavors l'interior es manté més fresc.

4.1.6 EL TANCAMENT DE LA GALERIA A L'EXTERIOR

Entre *galeria* i exterior, el tancament es pot fer amb fusteria de fusta, de PVC o d'alumini -ara no cal que tingui trencament de pont tèrmic-. El vidre ha de ser transparent a la radiació solar. Per això és millor que sigui un vidre senzill, que té el factor solar més alt ($FS=0,85\%$) que els dobles vidres amb cambra ($FS \leq 0,75$) o els de baixa emissivitat ($FS=04$).

Un vidre monolític de 6mm és suficient, però també es pot posar un vidre laminat de 10mm (4+4) que és una mica més car però molt més segur i millora l'aïllament acústic. La transparència és la mateixa però el factor solar es veu reduït de l'ordre d'un 10%.



fig. 170 Tancaments exterior de la galeria

²⁸⁰ Helena Coch i Rafael Serra, *El disseny energètic a l'arquitectura*. Un sistema captador semidirecte - *galeria* i *hivernacle*- té un rendiment r -relació entre l'energia que penetra a l'espai interior i l'energia radiant incident- i un factor de retard f -uniformitat en el temps, de la penetració de l'energia en el cicle de 24 hores com a relació entre l'energia que entra durant les hores sense radiació -nit- i la que entra com a mitjana diària en les 24 hores del cicle-. p84

Si la fusteria és d'alumini sense trencament de pont tèrmic i el vidre senzill, el coeficient de transmissió tèrmic serà molt alt ($U=5,5W/m^2\text{°C}$), però no hi fa res perquè la *galeria* és un espai no controlat climàticament, o sigui que és normal que durant les nits d'hivern es refredi; la calor està emmagatzemada en el mur.

Aquest tancament només acostuma a obrir-se per ventilar. A l'hivern és recomanable fer-ho per renovar l'aire interior, durant una estona curta en les hores centrals del dia, quan la temperatura exterior és més suau. A l'estiu la ventilació serveix per refrescar l'interior -aire i sistema d'inèrcia- i això és millor fer-ho al vespre o de matinada, quan fa més fresca. En resum podem dir que la millor solució per aquest tancament també és la més econòmica.

4.1.7 LA PERSIANA

Si la *galeria* és tan eficient en l'aspecte climàtic és perquè quan fa fred funciona com un hivernacle i quan fa calor ho fa com un umbracle. Per això, ha de disposar de protecció solar. Tradicionalment aquesta funció l'ha fet la persiana de corda²⁸². I sembla que encara segueix sent la millor solució.

La plasticitat de les persianes, amb la seva lleugeresa, contrasta amb el joc de reflexos i transparències dels vidres de les *galeries* i dóna aquest caràcter, potser únic, als patis de l'Eixample. Però més enllà de la seva qualitat formal, l'eficàcia d'aquest element tan modest, és excel·lent.



fig. 171 Persianes de corda

²⁸² També s'anomenen "persianas de cadenilla" o "persiana alacantina". Gràcies a la prohibició de posar altres tipus de protecció solar en zones de casc antic, actualment està ressorgint.

Quan fa fred el sol és molt feble i la persiana recollida –enrotllada- el deixa passar per aprofitar tota la calor. Quan ve el bon temps la radiació és va fent més intensa i llavors, quan fa nosa és el moment de baixar-la perquè doni ombra a la *galeria*.

La persiana es pot desenrotllar deixant-la penjar verticalment, paral·lela al vidre -per l'exterior- i fa la seva funció. Però també es pot separar del vidre, fent-la passar per davant de l'estenedor²⁸³ -un element del que no n'hem parlat gaire però que té un gran paper a l'hora de convertir la *galeria* en umbracle-. D'aquesta manera, a la roba estesa -si n'hi ha- no li toca el sol directe, però el més interessant d'aquesta opció és que es crea un espai d'ombra -entre la persiana i el pla de la fusteria- per on corre l'aire.

El color de la persiana ha de ser fosc. El blanc i els colors clars, són molt reflectants i no fan un bon control lumínic. A l'Eixample, tradicionalment han estat de color verd, com a la Costa Brava o a les illes Balears, però també n'hi ha de fusta natural o tenyida, de color marró o de color blau marí com a Grècia. També pot ser de color negre.

Actualment se'n fabriquen de fusta o de plàstic de diferents colors. Les de fusta poden ser amb acabat natural, tenyit –i envernissat- o pintada. Les de plàstic no necessiten manteniment i són una mica més econòmiques (-15%) que les de fusta. Tot i aquesta diferència de preu, i encara que cada 2 anys hagi de repintar-se, és més agradable l'opció de fusta.

²⁸³ Veure la fig. 169 (Secció). A la fig. 168 a l'esquerra s'aconsegueix el mateix efecte fent-la passar per davant de la barana del balcó.

4.2 LA GALERIA 2014. PROPOSTA

A les figures 169, 170 i 171, hi ha la proposta de *galeria*, tal i com la construiríem avui dia.

Aquest model s'ubica en una edificació teòrica, de la que no definim l'estructura general de l'edifici però sí el mur de façana -mur d'inèrcia- que és de formigó armat. Els forjats són de llosa de formigó. Generalment s'acostuma a disposar de fals sostre pel pas d'instal·lacions, però aquí el deixem vist i així incrementem la inèrcia tèrmica. Les instal·lacions van vistes. També definim la resta de materials de tancaments i acabats, amb les següents especificacions:

- Mur de façana. De formigó armat de 30cm de gruix. Encofrat amb panell fenòlic per deixar-lo vist.
- Forjat. Llosa de formigó armat bidireccional. Cantell de 25cm. Encofrat amb panell fenòlic per deixar-lo vist.
- Tancament. Paret mitgera amb l'edifici veí de fàbrica de bloc de formigó de 10cm de gruix i envà en sec extradossat, tipus Pladur o Knauf W115E de 63mm -perfils Ω de 48mm més una placa de cartró guix de 15mm- amb llana mineral ($e=40\text{mm}$ i $\lambda=0,036\text{W/m}\cdot\text{K}$).
- Tancament. Paret divisòria amb l'habitatge veí del mateix immoble. Envà Knauf W112es de 130mm -perfil Ω de 70mm i doble placa, a cada cara de 15mm- amb llana mineral de les mateixes característiques.
- Tancaments interiors. Envà Knauf W115E de 78mm -perfil Ω de 48mm i una placa, a cada cara de 15mm- amb llana mineral de les mateixes característiques.
- Paviment. Terra flotant, de fusta o ceràmic -que també pot incorporar un sistema de calefacció per terra radiant- amb un gruix de 60mm d'aïllament tèrmic i acústic a sorolls d'impacte de llana mineral MW ($\lambda=0,036\text{W/m}\cdot\text{K}$).
- Fusteria interior. Portes vidrieres practicables de fusta a la manera tradicional, per envernissar o pintar, amb contrafinestres formades per un bastiment de fusta i dos contraplacats de 4mm i placa de llana mineral ($e=2\text{cm}$ i $\lambda=0,036\text{W/m}\cdot\text{K}$). Doble vidre amb cambra 6/15/4mm amb Planitherm.
- Fusteria exterior. D'alumini extruït, perfil europeu 75x48mm lacat de color verd aviació – RAL 7013-, amb fulles practicables oscil·lo batents i targes superiors abatibles. Vidre monolític de 6mm.
- Persiana. Model “de cadenilla” o “alacantina”, de corda, de fusta de pi, pintada de color verd fosc.

Els acabats són indicatius. En funció del tractament formal de l'espai interior poden variar sense que afectin, en la majoria de casos, el seu comportament ambiental.

Aquest no és el cas del mur de façana de formigó vist -que és l'element d'inèrcia-. S'ha escollit per la seva absorptivitat²⁸⁴ -capacitat d'absorbir de la radiació, $a=0,55$ - molt superior a la d'una paret de color blanc ($a=0,3$). Pintat de color fosc o aplacat de pissarra encara serà més absorbent (color negre $a=0,7$). Això afecta la cara exterior del mur que dóna a la *galeria* que rep la radiació. A la cara interior també es deixa el formigó vist -igual que al sostre- tot i que podria ser enguixada i pintada. En aquest mur si pot ser- cal evitar recolzar mobles o penjar quadres, que dificultarien l'absorció de la radiació pel costat de la *galeria* i l'efecte de radiació-convecció per la cara interior. La resta de tancaments interiors i les parets laterals de la *galeria* es pintaran de color blanc per afavorir la difusió de la llum.

Considerem que aquesta és la proposta més efectiva per al control ambiental. Tot i això, es poden sacrificar, en part, alguns aspectes del confort a canvi de l'estètica que es vulgui aconseguir per a l'espai interior. Per exemple:

- Balconeres corredisses, encastades dins del mur. Aquesta solució redueix el volum d'inèrcia. A nivell acústic les portes corredisses no són tant hermètiques com les practicables. Si s'optés per no encastar-les en el mur, posant-les per la cara interior -o exterior-, llavors l'hermeticitat encara seria pitjor.
- Les balconeres poden ser de vidre Securit, sense marc. En aquest cas tota la superfície de l'obertura és de vidre i deixa passar més llum, però és un sistema que al no portar marcs deixa una folgança entre el vidre i el mur de 2 a 3mm -7mm amb el paviment- que deixa passar l'aire i no aïlla bé al soroll. Per altra banda el control total de la llum -que en la proposta es resol amb les contrafinestres- seria força complicat.
- El tancament de vidre exterior de la *galeria* també pot ser amb corredisses o Securit però té el mateix problema d'hermeticitat.
- Porticons interiors corredissos vistos. Quan estiguin oberts taparan una part del mur i reduiran la superfície de radiació del sistema d'inèrcia.
- Persianes interiors o estors en substitució de les contrafinestres. No permeten el control total de la llum i no aïllen tèrmicament.
- Persiana enrotllable sobre guies o corredissa de llibret. No tenen l'opció de passar-les per davant de l'estenedor. Les corredisses no es poden escamotejar.

²⁸⁴ $a=\Phi_a/\Phi_i$; Absorptivitat (%), flux energètic absorbit respecte de l'incident.

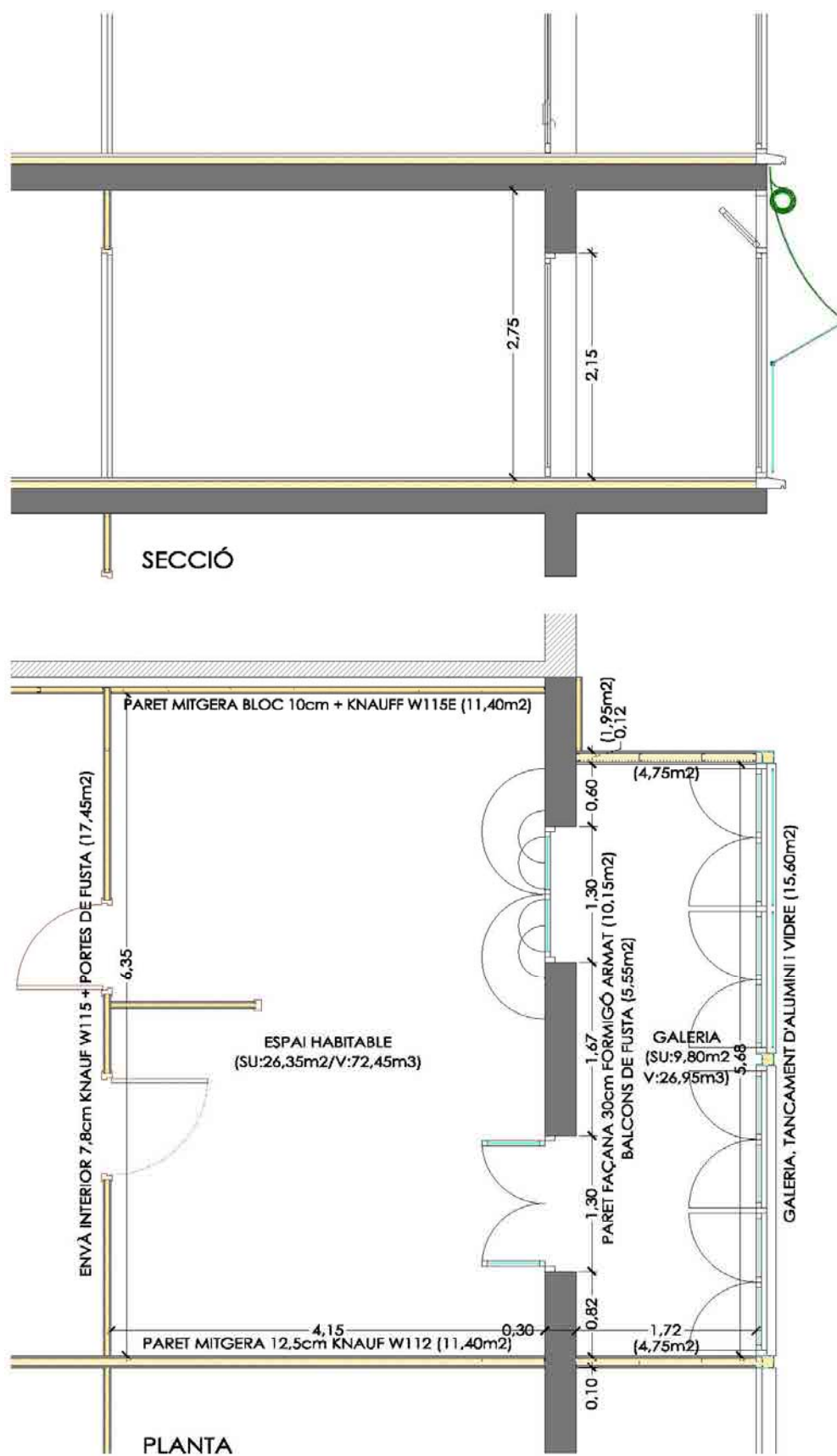
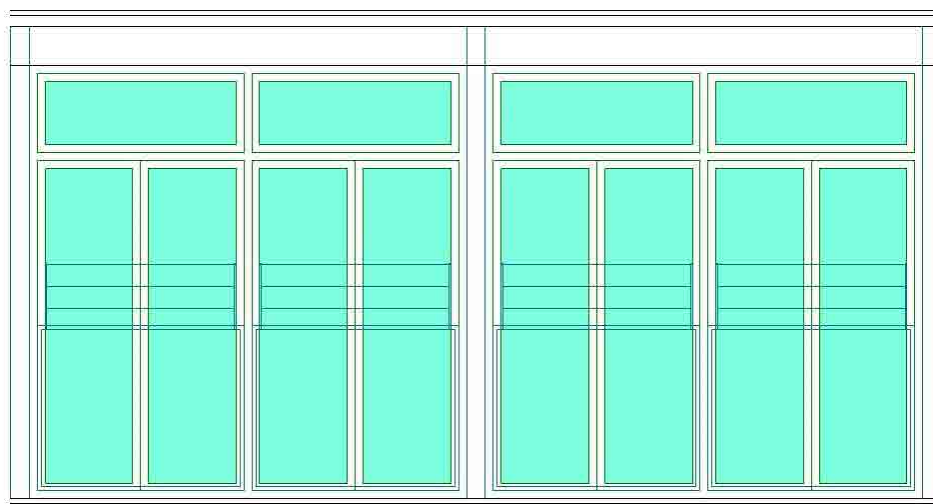
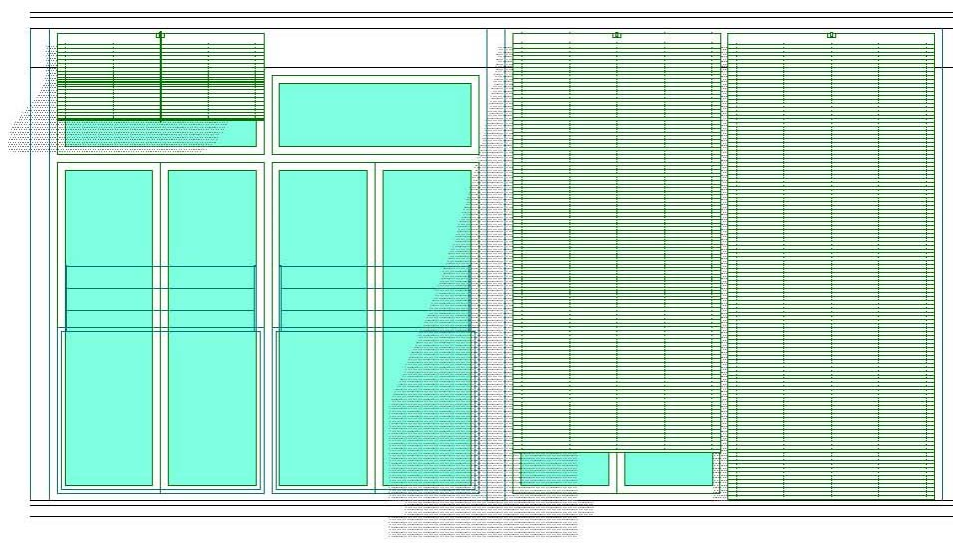


fig. 172 Galeria, versió 2014. Planta i Secció



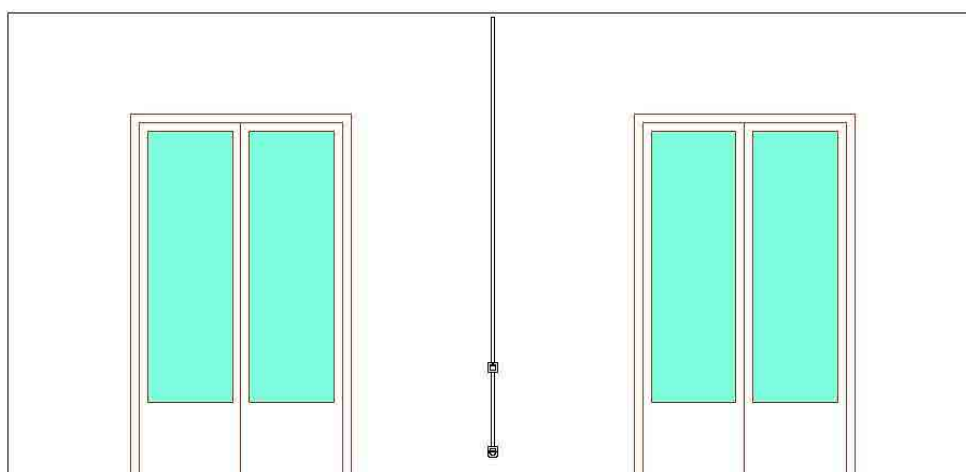
GALERIA (FAÇANA SENSE PERSIANES)

FAÇANA GALERIA	m2	%
ESTRUCTURA	1,40m2	0,086
VIDRE (SENSE OBSTRUCCIÓ)	10,85m2	0,666
FUSTA	4,05m2	0,248
SUPERFÍCIE TOTAL	16,30m2	1,000



GALERIA (FAÇANA AMB PERSIANES)

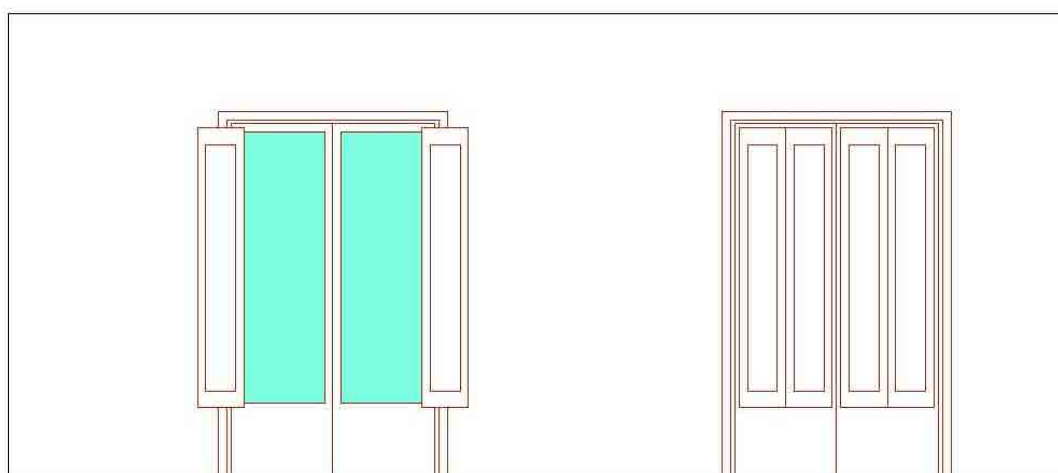
fig. 173 *Galeria*, versió 2014. Façana al pati



ALÇAT DES DE LA GALERIA

PARET DE FAÇANA	m2	%
PARET	10,15m2	0,646
BUIT*	5,55m2	0,354
SUPERFÍCIE TOTAL	15,70m2	1,000

(*) BUIT	m2	%
VIDRE	3,20m2	0,577
FUSTA	2,35m2	0,423



ALÇAT DES DE L'INTERIOR

fig. 174 *Galeria*, versió 2014. Alçats interiors

CAPÍTOL 5. CONCLUSIONS

5.1 SÍNTESI O RESUM

5.2 PRIMERA CONCLUSIÓ

5.3 CONCLUSIONS GENERALS

5 CONCLUSIONS

Les raons que han motivat la tesi -explicades a l'inici- estan relacionades, per una banda amb l'anàlisi de l'ambient arquitectònic i el comportament ambiental, que venen a ser la mateixa cosa i que van estretament lligats al concepte del *confort*, i per altra banda amb tot el que té a veure amb l'aprofitament dels mitjans naturals i les preexistències del lloc. En conseqüència centraré les conclusions en la *galeria* com a sistema arquitectònic i concretament com a sistema ambiental.

També vull fer una proposta de caire urbanístic, relacionada amb la prohibició de la *galeria* als patis de l'Eixample. Però això ho deixo per a més endavant²⁸⁵.

5.1 SÍNTESI o RESUM

Al llarg de la tesi hi ha diferents conceptes que apareixen repetidament. D'entre ells, per la seva importància en destaca un: la naturalesa de la *galeria*.

Hem pogut comprovar que de *galeries* n'hi ha per tot arreu.

I hem vist com -amb els elements adequats- s'adapten a qualsevol situació ambiental. Des d'una mosquitera que deixa passar l'aire en condicions de clima càlid humit, fins al vidre que fa d'hivernacle en clima fred, passant per les gelosies per a clima càlid sec o bé les proteccions solars -com les persianes de corda- que la converteixen en un umbracle quan convé, li permeten adaptar-se a qualsevol condició de clima temperat.

Per tant, podem afirmar que la *galeria* és un sistema arquitectònic de control ambiental que, en la seva consideració de sistema de climatització natural²⁸⁶, pot funcionar en totes les condicions ambientals. Això ho fa des de l'arquitectura -sense màquines ni consum energètic- i, potser l'aspecte més important és que permet a l'usuari adaptar-la i regular-la en cada moment als seus requeriments.

²⁸⁵ En parlaré al capítol 6. Perspectives de futur.

²⁸⁶ També és un sistema d'il·luminació natural i, en la seva qualitat d'espai intermedi, un sistema de protecció acústica.

5.2 PRIMERA CONCLUSIÓ

Ha quedat explicat que la *galeria* és un espai adossat a l'edifici, entre l'espai habitable i l'exterior, i que situat entre tots dos fa de filtre, barrera o connector, a voluntat de l'usuari.

A l'interior -a l'hora d'aconseguir un nivell adequat de *confort*- hi ha dos tipus de requeriments:

Els primers són de tipus ambiental i varien sensiblement. Els climàtics i els lumínics segons l'època de l'any, l'hora del dia i la posició del sol, i els acústics en funció de les activitats més o menys sorolloses de l'entorn.

Els segons depenen dels usuaris i de l'activitat, els quals poden requerir diferents graus d'exigència en qualsevol d'aquests aspectes²⁸⁷.

Les condicions interiors –que han de ser constants i estables en el temps- es contraposen amb les exteriors que són variables i canviants. Hivern-estiu, dia-nit i hores punta són tres situacions associades directament als binomis, fred-calor, llum-fosc i soroll-silenci.

Entre l'interior i l'exterior se situa el tancament. La pell de l'edifici.

El tancament de l'edifici ha de fer de barrera, connector o filtre -entre dins i fora- segons el cas, per controlar a voluntat de l'usuari els fluxos energètics entre tots dos ambients, seleccionant i deixant-los passar totalment –funció de connector- o parcialment els que convinguin –funció de filtre-, i aturant el pas d'entrada o sortida dels no desitjats –funció de barrera-. Per tant, des del punt de vista ambiental el paper de la pell de l'edifici és d'una gran complexitat ja sigui fent de filtre, d'aïllant o de captador.

Així, quants més elements tingui la pell per realitzar aquestes funcions, millor s'adaptarà a cada situació o requeriment.

En aquest sentit, la *galeria* és un sistema de mecanismes que afegit a la pell de l'edifici optimitza el seu funcionament.

Tot i que el concepte d'espai intermedi ja ha quedat prou clar, una altra manera d'entendre el seu paper, és el d'una doble pell que genera un ambient coixí que modula els intercanvis energètics. Per exemple en l'aspecte tèrmic, també fa d'acumulador de calor.

²⁸⁷ En qualsevol edifici, per a les mateixes condicions ambientals podem observar com hi ha finestres obertes o tancades i que tenen les persianes recollides, mig desenrotllades o baixades del tot.

Acústicament, el doble tancament millora l'acció aïllant de la part més feble de la pell -les obertures- als sorolls exteriors, si bé per altra banda també és cert que pot generar efectes de ressonància, donada la gran superfície de vidre -altament reflectant-, i la geometria de l'espai, generalment de parets paral·leles.

La *galeria* és molt adequada per a zones amb alts nivells de luminància. Les seves característiques li permeten fer un bon control i difusió de la llum, sobretot tenint en compte la persiana²⁸⁸. En canvi en condicions de poca llum la doble pell representa un obstacle afegit al seu pas.

L'aspecte tèrmic és el punt fort de la *galeria*.

El seu comportament a l'hivern com captador de la radiació, degut a l'efecte hivernacle, més l'acumulació de calor que fa gràcies a la inèrcia tèrmica de la paret de tancament, és excel·lent.

Del funcionament d'estiu en podem dir el mateix. Quan fa calor la *galeria*, amb la persiana es converteix en un umbracle, el qual atura la radiació i alhora afavoreix la ventilació.

Tot això ho fa des de la pròpia arquitectura i amb una gran economia de mitjans, que permeten totes les opcions de regulació, control i adaptació.

Aquesta versatilitat fa de la *galeria* un sistema ideal per funcionar en les condicions tan complexes i variables del clima temperat. Però també ho pot fer per a altres situacions climàtiques, sempre i quan els seus components es disposin adequadament.

²⁸⁸ Recordem que la persiana també forma part del sistema i que és determinant pel seu bon funcionament d'estiu.

5.3 CONCLUSIONS GENERALS

Una vegada més cal recordar les diferències entre la nostra *galeria* i la *solana*, el *mirador* o la *tribuna*. La *galeria* pot fer totes les funcions de les demés, mentre que les altres no poden fer totes les seves. Per això és important no confondre amb la *galeria* altres models incomplets. Per exemple, hi ha les solucions que s'han construït en edificis de nova construcció a l'Eixample, durant els darrers anys, que formalment s'assemblen a la *galeria*, però només són prolongacions de l'espai habitable més enllà del pla de façana. El seu comportament és el d'un *mur cortina*, amb tots els seus inconvenients.

Podem afirmar que la *galeria* proporciona un funcionament ambiental òptim. Però perquè això sigui així ha no li pot manca cap dels seus elements fixos i mòbils, i disposats adequadament li permetran adaptar-se a qualsevol situació.

Dit d'una altra manera, quan falta un determinat component o està mal posat, llavors la *galeria* perd el seu caràcter i es converteix en un espai vulgar que pot arribar a funcionar pitjor que el propi clima²⁸⁹.

Per tot això, podem acabar dient que, en l'anàlisi de la *galeria* no es pot fer una discussió dels elements per separat perquè no funcionen, en canvi com a conjunt si que ho fan.

²⁸⁹ A nivell ambiental, una solució inadequada fa que els edificis tinguin un funcionament pitjor del que es dona a l'exterior. En aquests casos a l'hivern fa més fred -i a l'estiu més calor- dins que fora, es produeixen problemes d'enlluernaments, ressonàncies, ecos, etc.

CAPÍTOL 6. PERSPECTIVES DE FUTUR

6.1 PROPOSTA DE DEBAT

6.1.1 RECUPERAR LA *GALERIA* ALS PATIS D'ILLA

6.1.2 LES *GALERIES* ESPONTÀNIES

6.2 PROPOSTA DE REVISIÓ DE LA NORMATIVA

6.3 EL PAPER DELS ARQUITECTES, I LES ESCOLES D'ARQUITECTURA

6 PERSPECTIVES DE FUTUR

La disciplina urbanística, a partir de les seves reglamentacions determina els índexs que regulen i limiten els processos urbans i la qualificació de l'espai. Possiblement l'aspecte més important que configura una àrea urbana –a més del tipus ordenació i els usos que s'hi permeten- és l'edificabilitat, la qual, per a cada àrea de referència o unitat de zona urbana defineix els següents paràmetres:

- Edificabilitat zonal o bruta. Límit màxim d'edificabilitat expressat en metre quadrat de sostre edificable/metre quadrat de sòl (m^2st/m^2s)
- Superfície de sostre edificable. Suma de totes les superfícies cobertes corresponents a les plantes baixes i pisos (m^2).
- Nombre d'habitatges (hab/Ha). Si és una zona residencial
- Envoltant màxima: Fondària màxima edificable (FE) i Alçada reguladora màxima (ARM)
- Cossos sortints o cossos volats –oberts, semitancats o tancats- a les façanes, i els que se situen per sobre de l'alçada reguladora –badalots, etc.-

Els criteris pels quals es determinen les ordenances d'edificació -tot i tenir objectius idèntics- varien segons el municipi, la comunitat o el país, de manera que per a un mateix programa permeten solucions en un lloc, que en altres no s'admeten. És una llàstima que certes alternatives -tot i el seu interès- no són aplicables segons on, perquè una norma determinada ho impedeix.

6.1 PROPOSTA DE DEBAT

Malgrat totes les normatives d'obligat compliment, només una ullada a la realitat construïda al nostre entorn és suficient per adonar-nos que moltes ordenances no milloren el producte arquitectònic. Potser els criteris d'aplicació de les normatives són massa rígids. Sovint hem comprovat la limitació d'una ordenança determinada davant d'un cas concret, i de vegades -per sort només de vegades- hem topat amb interpretacions de tècnics municipals incapaços d'entendre l'esperit d'una disposició concreta a l'hora d'aplicar-la en un cas particular. És obvi que les ordenances tenen l'objectiu de regular l'edificació, però parteixen de criteris objectius que van més enllà del seu caràcter restrictiu. El problema ve quan qui les ha d'interpretar ho fa amb una visió excessivament literal i paramètrica.

6.1.1 RECUPERAR LA GALERIA ALS PATIS D'ILLA

Ja he dit que és una llàstima que unes ordenances²⁹⁰, en el seu afany per recuperar l'espai perdut -això no ho discuteix ningú-, prohibissin la solució de balcó tancat -la *galeria*- que configura els patis de l'Eixample i que encara avui dia segueix donant caràcter a la *cara oculta de Barcelona* i alhora dota a les edificacions d'un espai auxiliar, no habitable, amb unes característiques tan singulars dins de l'àmbit construït.

Aquesta *cara oculta* que va suscitar els comentaris de Le Corbusier²⁹¹, es mereix un reconeixement i una consideració que no se li ha donat mai.

És possible que l'ajuntament de Barcelona no valori que aquestes *galeries*, juntament amb les condicions en què es van desenvolupar als patis d'illa constitueixen un model únic. Potser no ha vist en aquests àmbits de la ciutat l'extens patrimoni d'arquitectura racionalista anònima que val la pena mantenir.

La dicotomia entre el tractament preciosista de les façanes a carrer i la significativa omissió de la façana al pati –en les successives ordenances, fins l'any 1976-, va resultar determinant. A la façana principal les ordenances regulaven l'alçada de les plantes pis i la volada de cada balcó -decreixents en sentit ascendent- per potenciar l'efecte de perspectiva, disposaven la composició de les façanes -simetria, número de balcons, posició del mirador, etc.- i el color i els ornaments²⁹². La façana posterior era com si no existís.

El resultat ja el coneixem, n'hem parlat abastament. Els patis d'illa, tot i la seva jerarquia, admetent que la del carrer és la façana *important*, també formen part del patrimoni arquitectònic de l'Eixample Cerdà. I aquests patis, sense les *galeries* amb els seus tancaments de vidre i les seves persianes, perden el seu caràcter, sense treure'n res a canvi perquè s'estan convertint en uns espais anodins.

De la mateixa manera que lamentem que desaparegui aquella botiga de tota la vida o aquell bar del barri -decadent però entranyable perquè forma part de la nostra memòria col·lectiva- deplorem també que ho facin els patis interiors a mida que vagin perdent les seves *galeries*.

²⁹⁰ En referència a les ordenances del PGMOU de 1976 que van retallar els excessos que s'havien anat produint fins llavors, però que també van prohibir els cossos volats tancats per a les façanes dels patis d'illa de l'Eixample.

²⁹¹ Veure cita a la pàg.29

²⁹² Ordenances de 1857. Veure cap 1.2.4, pàg.98 d'aquesta tesi

Sorprèn que amb tantes administracions com tenim: Ajuntament, Generalitat, Diputació, etc., i amb tants responsables d'Urbanisme, de Patrimoni, de Medi Ambient o de Territori i Sostenibilitat, cap d'ells s'hagi fixat en les *galeries* dels patis de l'Eixample. Per les seves característiques qualsevol d'aquests departaments les podria fer seves.

Potser ningú no ha entès encara que la *galeria* dels patis de l'Eixample és un sistema sostenible, i que gràcies a la persiana supera a les seves competidores. Només això ja avala el seu interès i justifica la seva promoció.

Barcelona és referència mundial, entre moltes altres coses gràcies al seu Patrimoni arquitectònic i urbanístic, i gràcies a una encertada estratègia de promoció s'ha convertit —els darrers 20 anys— en una de les principals destinacions turístiques. Però, a més dels visitants que hi fan cap per conèixer-la o passar-hi unes vacances, molts estudiosos, universitaris i acadèmics venen assíduament per estudiar-la i en fan reportatges, llibres, tesis, etc.

L'oportunitat de presentar un model de sostenibilitat²⁹³ i control ambiental i promocionar-lo juntament amb la recuperació dels patis de l'Eixample no s'hauria de desaprofitar.

²⁹³ La paraula “sostenibilitat” és un tòpic que no ens agrada gaire perquè es fa servir massa sovint i generalment de forma inadequada, però en aquest cas és el mot adequat.

6.1.2 LES GALERIES ESPONTÀNIES

També hem de lamentar que si bé les ordenances van prohibir tancar balcons -això afecta a la llicència d'obres i durant la fase d'execució de les obres de construcció-, una vegada acabat i ocupat un edifici, els seus propietaris a títol individual prenguin la iniciativa de tancar un balcó o una terrassa, sense que l'ajuntament -que ha de vetllar pel compliment de les ordenances- ho pugui evitar. Ja hem explicat que des del punt de vista jurídic aquests tancaments lleugers tenen la consideració de provisionals i desmuntables, i per això no hi ha cap jutge que els faci enderrocar. Aquest contrasentit pot ser per diverses raons:

D'una banda existeix una normativa i uns tècnics de l'administració, responsables de la seva aplicació. Actuen amb zel, però la seva intervenció s'acaba al finalitzar les obres, amb la inspecció final que atorga la primera ocupació. Després ja no intervenen, a menys que algú ho requereixi.

Un cop acabades les obres, si un propietari particular decideix pel seu compte realitzar certes modificacions a casa seva -per exemple tancar una terrassa amb elements lleugers d'alumini i vidre- ho fa sense demanar el corresponent permís municipal -que per altra banda no li seria concedit- ni per descomptat, encarregar el projecte a cap tècnic -que tampoc no el podria legalitzar-. L'administració no acostuma a actuar tret d'aquells casos en què tingui cobertura legal.

Per tant resulta que si aquest particular *tira pel dret* no passa res, o més ben dit, passa que la imatge de les ciutats s'enlletgeix, es van omplint d'edificis amb afegits -tancaments de balcons i noves *galeries*- que apareixen de forma espontània i incontrolada, desvirtuant el concepte original del conjunt de l'edifici, perquè cadascun d'aquests elements es fa segons un gust particular i no respon a uns criteris prefixats.

Hi ha certa comprensió relativa a la necessitat de tancar aquests elements -terrasses i balcons- ja sigui per motius d'aïllament acústic o tèrmic o per la necessitat d'ampliar l'espai útil de l'habitatge -raons en definitiva idèntiques a les que van motivar originàriament l'aparició primer del balcó i més tard de la *galeria*- però la normativa ho prohibeix i no es pot legalitzar. Però el fet és que se segueixen tancant balcons de manera incontrolada.

Dóna la impressió que la regulació d'aquest tema, l'ajuntament²⁹⁴ no sap com fer-la, i aparentment no sembla que sigui un problema tan difícil de resoldre, però mentrestant la imatge de les ciutats se segueix deteriorant.

²⁹⁴ Els ajuntaments són les administracions competents en aquest tema.

6.2 PROPOSTA DE REVISIÓ DE LA NORMATIVA

En aquest punt m'atreveixo a formular un *suggeriment* que pot resultar polèmic. Així ho espero, perquè el faig amb l'ànim de generar un debat. Estaria bé que aquesta proposta obrís un tema de discussió, encara que llavors potser seria contrastada i desmuntada amb una opinió més ben fonamentada. Però si prosperés, permetria recuperar les galeries als patis d'illa de l'Eixample i en aquest cas hauria valgut la pena fer-la.

Aquesta proposta parteix d'un plantejament que ultrapassa l'estricta compliment de les normatives -que no es qüestiona en absolut- però amb el convenciment que almenys és tan important la imatge que un edifici projecta sobre el seu entorn, com l'obligat compliment de determinats paràmetres urbanístics, per descomptat sempre que això no suposi augmentar l'aprofitament urbanístic.

Proposo doncs que l'ajuntament de Barcelona estudiï la revisió i modificació de les ordenances corresponents, que reculli la realitat existent i permeti legalitzar aquests tancaments de façana actualment construïts –sempre que no s'hagi incrementat l'espai habitable- i que obligui alhora, a definir unes pautes per a futurs tancaments similars -segur que s'aniran produint-, de manera que per a un mateix edifici, tots els tancaments segueixin un únic criteri, definit en un projecte tècnic que haurà d'obtenir la corresponent llicència municipal.

Unitat de criteri no vol dir que tothom estigui obligat a tancar el balcó. No cal que tots els balcons es transformin en *galeries*²⁹⁵, de la mateixa manera que no fa falta que totes les persianes estiguin abaixades ni desplegats tots els tendals en un mateix edifici. En molts patis de l'Eixample podem observar façanes cobertes parcialment amb *galeries* i balcons oberts, i altres amb *galeries* que ocupen tota la façana en què algunes –no totes- tenen la persiana abaixada. Precisament aquest joc i aquest moviment dinamitza aquestes façanes i les fa molt més interessants, comparades amb moltes de *mur cortina*, impecables i homogènies però monòtones i avorrides.

A l'Eixample, aquesta disposició no seria aplicable a la façana principal, en la que segurament per les seves característiques -balcons de poca volada amb barana calada de barrots de ferro- no s'han produït mai aquests tancaments espontanis.

²⁹⁵ Cal dir que aquesta inquietud, per a mi no és nova. L'any 1977, com estudiant, en un dels projectes realitzats a 3er curs d'Arquitectura -un edifici en un xamfrà de l'Eixample- vaig proposar com a solució per a la façana del pati interior, una barana a les terrasses, amb muntats continus, que permetria a qui ho desitgés, tancar la seva terrassa i convertir-la en *galeria*, sense que això afectés –segons el meu criteri- formalment a tot l'edifici.



fig. 175 *Galeries espontànies*²⁹⁶

Els beneficis d'aquestes mesures per a l'administració serien diversos. Per una banda suposaria un augment de la recaptació municipal degut a les taxes que haurien de pagar els particulars per legalitzar una construcció, que si haguessin de desmuntar els costaria més car. Per altra banda i al mateix temps, a través dels mecanismes de concessió de llicències es podria establir més control sobre els industrials que es dediquen a aquest tipus d'instal·lacions que, donada la situació actual, molts d'ells es mouen l'economia submergida. Això sense comptar –ja ho he dit– amb la millora del paisatge urbà que s'aconseguiria en recuperar molts edificis la seva dignitat i coherència formal.

²⁹⁶ Hi ha solucions de tancaments de balcons que respecten la formalització de la façana. En aquesta només s'aprecia el tancament a la fotografia esquerra, pel reflex del vidre.

6.3 EL PAPER DELS ARQUITECTES, I LES ESCOLES D'ARQUITECTURA

Al Pròleg hi ha un apartat amb el mateix títol *El paper dels arquitectes*.²⁹⁷ Llavors m'he referit als mestres del Moviment Modern, citant només a Le Corbusier, Mies Van der Rohe i Frank Lloyd Wright. Hauria pogut citar també, des de la Bauhaus i Walter Gropius fins a Josep Lluís Sert i el Gatecap, passant per Aalto, Asplund, Utzon, Niemeyer i d'altres. Però potser no calia. Només volia presentar tres maneres contrastades d'entendre l'arquitectura, que han tingut una gran influència sobre les manera d'entendre, projectar i construir els edificis o els espais habitables actuals.

No es tracta de renunciar a la seva herència, a més no em refereixo als aspectes estilístics –que són els més aparents- si no als funcionals. És evident que, durant aquesta evolució s'han perdut o s'han deixat de banda uns valors i unes virtuts que han de ser intrínsecs al concepte d'espai habitable és a dir espai confortable.

El control ambiental a l'arquitectura segueix una evolució normal des l'antiguitat fins a l'època actual, gràcies als avenços tecnològics. Però en aquest procés cal reconèixer que la contribució dels arquitectes al desenvolupament del *confort ambiental* o si es vol del *control de l'ambient arquitectònic* ha estat –i és- com a molt, discreta.

En el millor dels casos han sabut adaptar les aportacions i innovacions fetes per altres professionals, de disciplines tant allunyades de l'arquitectura com la medicina, la psicologia o la música, o una mica més "properes" com la física i la química. Hauria estat bé que fossin arquitectes els que proposessin millores socials com les que varen fer el *socialistes utòpics* amb Robert Owen (1771-1858) pare del cooperativisme durant la Revolució Industrial o la mateixa Església Catòlica amb el papa Lleó XIII i l'encíclica *Rerum novarum*²⁹⁸ (1891).

Actualment les exigències de confort -en contínua evolució- es troben en un punt del que difícilment hi ha retorn, i s'allunyen tant de les condicions naturals -segons el lloc i l'època de l'any- que els ambients cada vegada es tornen més artificials i es fa més difícil conviure amb la natura. Això exigeix uns consums d'energia molt elevats, necessaris per adaptar les condicions ambientals a un ideal teòric, que per altra banda genera problemes i patologies. El cos humà no necessita, per exemple, consumir begudes a 5°C ni viure en ambients interiors a 22°C quan l'exterior pot estar a 38°C.

²⁹⁷ Ara hi afegim *...i de les Escoles d'Arquitectura*, ja que tenen un paper fonamental, no només en la formació dels futurs arquitectes, si no també i molt important, en la seva motivació.

²⁹⁸ Sobre la situació de la classe obrera.

Sense entrar en altres consideracions, només des del punt de vista del control ambiental, uns requeriments cada vegada més exigents comporten una dependència energètica molt alta i no milloren necessàriament les condicions de l'ambient, ni per tant la qualitat de vida.

Cal doncs, que els experts -entre els quals s'hi compten els arquitectes- facin pedagogia per fer entendre als qui han de prendre decisions, la necessitat de recuperar la saviesa de l'arquitectura popular²⁹⁹, no per tornar als orígens si no a l'equilibri entre el confort i la sostenibilitat.

Quan els edificis no són eficients, per aconseguir unes condicions de confort acceptables calen sistemes mecànics –que generalment funcionen amb electricitat- per a la climatització, ventilació i il·luminació. Una fracció molt important dels consums que generen aquests equips es pot estalviar utilitzant els mitjans naturals.

Aspectes com la captació o la protecció solar –segons l'època de l'any, l'aïllament tèrmic, la ventilació natural –aprofitant les situacions més favorables segons les condicions exteriors- o l'aprofitament de la llum de dia, no només redueixen el consum i consegüentment la factura si no que proporcionen un millor grau de confort que el que poden aconseguir els sistemes artificials.

Al contrari del que se'ns vol fer creure, no n'hi ha prou amb instal·lar les màquines o els sistemes energètics més eficients³⁰⁰, perquè són els més cars, i en aquest cas l'estalvi en el consum ja s'haurà pagat abans amb la compra de l'equip.

Mentre els edificis no millorin la seva eficiència -això depèn dels arquitectes però també de la sensibilització de la societat que els hi ha d'exigir que ho facin- la *sostenibilitat* no passarà de ser un concepte per posar en una etiqueta.

Per tot això, és imprescindible que els arquitectes tinguin una sòlida formació³⁰¹ que de forma inequívoca els permeti conèixer les repercussions de les seves decisions de disseny en la fase de projecte, però al mateix temps també cal que entenguin els avantatges –per al confort de les persones- que representa l'aprofitament dels recursos naturals. Això els hi proporcionarà els criteris necessaris per formular i defensar propostes eficients. No és demanar massa. N'hi hauria prou que aconseguíssim fer edificis *que funcionin millor que el clima*.

²⁹⁷ Antigament els arquitectes només intervenien en l'anomenada arquitectura d'estil. Les solucions que s'atribueixen a l'arquitectura popular, en realitat són fruit d'una llarga tradició dels pobles i de la lenta evolució de les solucions locals als problemes ambientals amb una gran economia de mitjans.

³⁰⁰ L'eficiència d'una màquina es qualifica i s'etiqueta segons uns criteris que només valoren el seu rendiment mecànic. Els aparells de més qualitat són els més eficients però també els més cars.

³⁰¹ Ja ho deia Vitruvi, citat en el Pròleg. Aquest paper correspon a les Escoles d'Arquitectura.

