

ARQUITECTURA ESCOLAR PREFABRICADA A CATALUNYA

CATALOGACIÓ I ANÀLISI DELS EDIFICIS ESCOLARS PÚBLICS D'INFANTIL I PRIMÀRIA CONSTRUÏTS AMB SISTEMES PREFABRICATS A CATALUNYA DE 1970 A 2006. PERSPECTIVES PER ALS NOUS CENTRES DOCENTS.

VOLUM I

AUTOR: ORIOL PONS VALLADARES.
DIRECTOR DE TESI: JOSEP M^a GONZÀLEZ BARROSO.
Novembre de 2008. Escola Tècnica Superior d'Arquitectura de Barcelona. UPC.

A la meva estimada Sandra, al meu fill Martí i a tota la nostra família.

Primer de tot, m'agradaria reconèixer el privilegi d'haver cursat els estudis del doctorat en el "Programa de Doctorat de Construcció, Rehabilitació i Restauració" del Departament de Construccions Arquitectòniques (I)¹. A més a més, voldria agrair especialment a Josep Maria González Barroso els seus consells i el seu suport com a director de la meva Tesi.

També donar les gràcies al Departament d'Ensenyament i a Gisa per haver-me permès l'accés als seus arxius i documents. En especial, a Josep Maria Compte i Josep Manel Oliva, els quals m'han explicat la seva experiència i m'han orientat en la meva recerca.

De la mateixa manera, agrair a l'empresa Prefabricats Planas tot el que vaig aprendre durant els anys que hi vaig treballar, i el seu ajut i suport cap els meus estudis del Doctorat. També agrair a Modultec que m'hagi permès visitar la seva indústria i hagi solucionat els meus dubtes. En aquest sentit, també agrair que Carles Babot, José Luis Díaz, Pedro Luis Espinosa, Armando Falcón i Cristina Hidalgo em resolguessin les meves inquietuds sobre Modulbeton, Indagsa, Modulteu, Algeco i Drace respectivament.

Igualment, agrair a tots els arquitectes que m'han obert les portes dels seus despatxos, per facilitar-me informació i explicar-me la seva experiència. I donar les gràcies personalment a Teresa Batlle, Jordi Canyelles, Enrique Marroquín, Jordi Roig i David Urgell.

Per últim, vull incloure en aquest agraïment a altres persones i entitats que, tot i que no hagi nombrat, en algun moment o altre m'hagin ajudat durant els tres anys d'investigació.

¹ Aquest Departament és de les Escoles Tècniques Superiors d'Arquitectura de Barcelona i del Vallès, de la Universitat Politècnica de Catalunya.

Volum I: Preàmbul i Primera part.

Preàmbul.

1. Introducció.....	8
1.1. Resums de la tesi.....	10
1.1.1 Resum en català.....	10
1.1.2 “Resumen en castellano”.....	12
1.1.3 “English summary”.....	14
1.2. Objecte d'estudi i mostra.....	16
1.3. Hipòtesis inicials.....	18
1.4. Justificació del tema d'investigació.....	19
1.5. Antecedents, estat de la qüestió i fonts d'informació.....	21
2. Objectius de la recerca.....	23
2.1. Objectius principals.....	23
2.2. Objectius secundaris.....	24
3. Metodologia aplicada.....	25
3.1. Catalogació.....	25
3.2. Anàlisi.....	29
3.3. Conclusions.....	30
4. Desenvolupament de la investigació.....	31
5. Lectures de la tesi segons els objectius i temps disponibles.....	34

Primera part.

Primer capítol.

1. Introducció històrica a l'arquitectura escolar prefabricada de Catalunya.....	35
1.1. Període anterior a 1970.....	36
1.2. Període de 1970 a 1983.....	39
1.3. Període de 1984 a 2001.....	45
1.4. Període de 2002 a 2006.....	49
1.5. Període posterior a 2006.....	52
1.6. Conclusions del primer capítol.....	53

Segon capítol.

2. Estudi del conjunt d'escoles de la mostra.....	55
2.1. Com i per què es distribueixen les escoles en el territori.....	55
2.2. Com i per què evoluciona la prefabricació d'escoles en el temps.....	60
2.3. Interventors en la industrialització dels centres.....	63
2.4. Projectes de les escoles prefabricades de la mostra.....	68
2.5. Programa i ús dels centres educatius.....	70
2.6. Ús de sistemes prefabricats.....	71
2.7. Conclusions parcials.....	74

Tercer capítol.

3. Comparació detallada dels sistemes constructius.....	77
3.1. Sistemes constructius prefabricats.....	81
3.2. Indústries dels sistemes.....	96
3.3. Fabricació.....	103
3.4. Posada en obra.....	109
3.5. Conclusions parcials.....	116

Quart capítol.

4. Anàlisi comparativa de les escoles més significatives.....	123
4.1. Estudi general.....	124
4.2. Descripció de l'edifici.....	136
4.3. Conclusions de l'anàlisi.....	139

Conclusions.

5. Conclusions de la investigació.....	141
5.1. Història de l'arquitectura escolar prefabricada.....	142
5.2. Procés de projecte i obra dels centres de la mostra.....	144
5.3. Escoles de la mostra.....	146
5.4. Sistemes prefabricats utilitzats per construir escoles.....	148
5.5. Construcció prefabricada.....	151
5.6. Construcció del futur.....	153
5.7. Resum.....	156

Epíleg.

6. Recomanacions per a la construcció de nous centres.....	157
6.1. Recomanacions per als edificis construïts amb nous sistemes.....	158
6.2. Recomanacions i propostes de nous sistemes prefabricats.....	160
6.2.1. Renovació dels sistemes lleugers actuals.....	162
6.2.2. Definició de nous sistemes lleugers.....	164
6.2.3. Renovació dels sistemes pesats actuals.....	166
6.2.4. Definició de nous sistemes pesats.....	168
6.3. Decàleg dels consells principals.....	170

Volum II: Segona part.

Catalogació.

7. Escoles de la mostra.....	171
7.1. Etapa 1: 1970-1983.....	172
7.2. Etapa 2: 2002-2006.....	207
8. Sistemes constructius prefabricats.....	243
8.01. Estructura metàl·lica modulada i tancament per components.....	244
8.02. Estructura metàl·lica modulada i tancament de plafons de formigó.....	252
8.03. Estructura metàl·lica modulada i tancament de plafons sandvitx.....	257
8.04. Mòduls metàl·lics de mesures prefixades i components.....	262
8.05. Mòduls metàl·lics plegables de mesures prefixades i components.....	267
8.06. Mòduls metàl·lics de mesures obertes i components.....	273
8.07. Murs portants tricapa, pòrtics i plaques de forjat de formigó.....	281
8.08. Murs portants tricapa i plaques de forjat de formigó.....	289
8.09. Plafons autoportants tricapa, pòrtics i forjats de formigó.....	295
8.10. Pòrtics, plaques de forjat i plafons autoportants de formigó.....	301
8.11. Mòduls portants, plaques de forjat i plafons de formigó.....	308
8.12. Murs portants massissos i plaques de forjat de formigó.....	316
9. Escoles més significatives.....	324
9.01. C.E.I.P. Can Clos a Barcelona.....	325
9.02. C.E.I.P. Víctor Català a Barcelona.....	330
9.03. C.E.I.P. Montserratina a Viladecans.....	335
9.04. C.E.I.P. Can Roca a Terrassa.....	340
9.05. C.E.I.P. Vora el Mar a Cubelles.....	345
9.06. C.E.I.P. Garigot a Castelldefels.....	350
9.07. C.E.I.P. Llibertat a Badalona.....	355
9.08. C.E.I.P. Pau Casals a Viladecans.....	360
9.09. C.E.I.P. Can Cabanes a Rubí.....	365
9.10. C.E.I.P. Ca n'Alzamora a Rubí.....	370
9.11. C.E.I.P. Àngels Alemany a Lloret de Mar.....	375
9.12. C.E.I.P. Vinya del Sasret a Sant Esteve Sesrovires.....	380

Volum III: Tercera part.

Bibliografia.

10. Bibliografia de la tesi.....	385
---	------------

Annexes.

11. Annexes.....	392
11.1. Abreviatures.....	392
11.2. “Capítulos en castellano”.....	393
11.2.1. “Preámbulo”.....	394
11.2.2. “Conclusiones”.....	415
11.2.3. “Recomendaciones”.....	431
11.3. Annexes del primer capítol.....	445
11.3.1. Gràfiques i taules.....	445
11.3.2. Escoles del Camp de Gibraltar.....	449
11.3.3. “Programa de construccions industrializadas de 1978”.....	451
11.4. Annexes del segon capítol.....	459
11.5. Annexes del tercer capítol.....	462
11.5.1. Catàlegs de Modulteu.....	462
11.5.2. Fàbrica de Durisol.....	469
11.5.3. Catàlegs de Sanqui.....	470
11.5.4. Catàlegs de Modulbeton.....	476
11.5.5. Catàlegs de Cidesa.....	484
11.6. Annexes del quart capítol.....	486
11.6.1. Projecte del C.E.I.P. “9.01”.....	486
11.6.2. Fotos de l’enderroc del C.E.I.P. “9.03”.....	489
11.6.3. Projecte del C.E.I.P. “9.09”.....	491

PREÀMBUL

1. INTRODUCCIÓ.

Durant el procés d'elaboració d'aquesta tesi, **el sector de la construcció en el nostre país ha canviat radicalment**: s'ha passat d'un estat inicial **d'activitat desenfrenada a un descens vertiginós**.

Tot i això, l'objecte d'estudi i la mostra estan dins del període d'auge de l'activitat constructora, durant el qual va **augmentar l'ús dels sistemes prefabricats**. Aquest creixement de la prefabricació va començar a finals del segle passat i, des de llavors, s'han industrialitzat un gran nombre d'edificis diversos: habitatges, escoles, oficines, hotels... Al mateix temps, ha augmentat la preocupació per l'ús de sistemes íntegrament executats a l'obra, perquè comporten greus problemes de gestió, seguretat, qualitat...

En aquest context, **molts interventors del món de la construcció han utilitzat, potenciat i defensat** els sistemes industrialitzats. Per exemple, des del 2002, l'administració ha estat propiciant la construcció de centres docents. Mitjançant la imposició d'uns temps d'execució molt ajustats – finalitzar el projecte i l'obra en vuit mesos -, s'ha limitat la construcció d'aquestes escoles als sistemes constructius de fabricació en taller i muntatge a l'obra. A més a més, l'administració també ha afavorit la prefabricació d'altres tipologies d'edificis, com per exemple els habitatges amb el concurs CIT de 2007.¹

Si analitzem aquesta situació en la perspectiva de la història de l'arquitectura prefabricada, **és la reutilització d'uns sistemes que ja existien**, els quals han evolucionat i s'han renovat. En els últims cinquanta anys aquests sistemes han estat abandonats i recuperats diverses vegades, promoguts i desaconsellats per l'administració, somiats i temuts pels arquitectes, i no han tingut mai gaire acceptació cultural.

En l'actualitat, la societat segueix sent molt crítica amb aquesta construcció industrialitzada. Els **arquitectes utilitzem molt poc aquests sistemes i desconeixem les seves característiques i possibilitats**, a causa de la falta d'aprenentatge i divulgació.

¹ Concurs d'Innovació Tècnica per habitatges protegits. Document "A13" de l'apartat "10.Bibliografia".

Per exemple, a l'ETSAB², la primera assignatura sobre prefabricació va ser "Industrialización y prefabricación de la construcción", que es va cursar de 1969 a 1975³. Però les activitats docents següents sobre arquitectura industrialitzada van ser: l'assignatura "Construir amb prefabricats de formigó armat"⁴ de 2000 a 2002, l'exposició "Construir amb Prefabricats de formigó"⁵ de 2003, i l'assignatura "Arquitectura industrialitzada"⁶ de 2002 a 2006. I aquest any 2008 ha començat el Màster en Tecnologia a l'Arquitectura⁷, el qual té una Línia d'especialitat en "Construcció arquitectònica i Innovació Tecnològica".

D'altra banda, per part del COAC, el 2001 es va realitzar el curs "Projecte d'estructures prefabricades de formigó armat"⁸. El 2002 es va fer el curs "Plafons prefabricats de formigó"⁹. I de 2005 a 2007 es va dur a terme el curs "Indústria i arquitectura"¹⁰.

Així doncs, estem davant d'un període de **creixement de l'ús de la industrialització en l'arquitectura**. Però ara s'ha iniciat **una crisi profunda en el sector de la construcció**, i **és una incògnita saber com respondran aquestes noves tecnologies industrialitzades**, si en sortiran reforçades o bé afeblides.

² Escola Tècnica Superior d'Arquitectura de Barcelona.

³ Assignatura a càrrec d'I. Paricio.

⁴ Assignatura optativa a càrrec de J.I.Llorens.

⁵ Exposició organitzada per l'ETSAB, a càrrec de J.I.Llorens i J.M. González i amb la col·laboració d'O.Pons.

⁶ Assignatura optativa de segon cicle a càrrec de J.I.Llorens i J.M. González.

⁷ L'ofereix l'UPC, l'ETSAB, l'ETSAV i altres departaments.

⁸ Curs dirigit per J.I.Llorens.

⁹ Curs a càrrec de Lluïcia Calleja, OCT i J.I.Llorens.

¹⁰ Curs dirigit per F. Pich-Aguilera i R. Brufau.

1.1. RESUMS DE LA TESI.

1.1.1. RESUM EN CATALÀ.

Des de 2002 s'han construït un centenar d'escoles públiques amb sistemes industrialitzats a Catalunya. La majoria d'aquests centres són exemples de bona arquitectura escolar prefabricada i han despertat interès en l'autor d'aquesta tesi.

Aquestes escoles es van escollir com el tema de la tesi, i durant la investigació s'ha acotat una mostra de 138 centres d'infantil i primària. La meitat d'aquesta mostra es va construir entre 2002 i 2006, com un cas particular del Departament d'Educació català. Però l'altra meitat s'havia executat entre 1970 i 1983, juntament amb altres centenars de centres que es van construir a tota Espanya fruit dels "Pactos de la Moncloa".

En resum, aquesta tesi estudia els centres escolars d'infantil i primària, construïts principalment amb sistemes prefabricats de 1970 a 2006. Més concretament, l'objecte d'estudi es va limitar al territori de la Comunitat Autònoma de Catalunya, fet que ha permès aprofundir en els edificis i sistemes de la mostra mitjançant els recursos disponibles. Es van descartar els centres construïts des de 2006 a l'actualitat, perquè no afegien valor a la mostra i així es podia adquirir una visió històrica del conjunt.

Aquesta recerca es va iniciar amb tres hipòtesis: els centres docents de la mostra són un tipus d'edifici molt apropiat per prefabricar, la construcció industrialitzada ha estat la única tecnologia capaç de produir aquestes escoles mitjançant el temps i el cost disponibles, i aquesta arquitectura escolar prefabricada ha tingut un procés evolutiu positiu però erràtic. Aquestes hipòtesis s'han corroborat en aquest estudi, que s'estructura principalment en tres parts: la catalogació de la mostra, l'anàlisi i les conclusions.

En la catalogació s'estudia la mostra a partir d'un treball de camp, en el qual s'han visitat escoles, indústries de la construcció, arxius... Aquest treball ha permès catalogar aquesta documentació, que s'ha fet amb tres grups de fitxes: l'estudi general dels 138 centres educatius; la catalogació detallada dels 12 sistemes amb els que s'han industrialitzat les escoles; i l'estudi de l'escola més significativa de cada sistema.

Seguidament, s'inicia l'anàlisi amb un recorregut històric sobre l'arquitectura escolar espanyola, desenvolupant en detall el cas català. També s'analitza la mostra des dels mateixos tres punts de vista amb els quals s'ha estudiat la catalogació. Amb aquesta finalitat s'utilitzen dibuixos, esquemes, gràfics, taules... Aquesta metodologia s'ha aplicat amb èxit, i es consideraria vàlida la seva extrapolació a altres estudis de centres prefabricats.

Per últim, es recullen les conclusions de l'anàlisi i a partir d'aquestes s'estableixen unes recomanacions per les construccions escolars del futur. Ambdues propostes responen a la racionalitat i es desmarquen de les aproximacions subjectives. A més a més, es considera que la majoria de conclusions i recomanacions es podrien extrapolar a la prefabricació d'edificis docents en tot el país.

Principalment, s'ha confirmat la idoneïtat dels sistemes prefabricats per construir escoles i la seva evolució positiva i erràtica. Al mateix temps, es recomana una revisió dels sistemes actuals per optimitzar el seu rendiment. Aquesta revisió hauria de tenir en compte les experiències anteriors i dissenyar els sistemes pensant en el futur, a partir d'un treball en equip de professionals que haguem participat en la prefabricació d'escoles.

En aquest sentit, en les recomanacions s'esbossen noves tecnologies que resoldrien els punts dèbils dels sistemes vigents per: prefabricar i muntar el conjunt de tot l'edifici, tenir components amb més prestacions, tenir unions i juntes més fàcils d'executar, resoldre el desmuntatge en sec per reutilitzar-ne les parts...

Finalment, en aquesta tesi afloren les qualitats d'una nova tecnologia per l'arquitectura, que està més a prop dels valors de la nostra societat: seguretat, temporalitat, medi ambient ... Aquest període de crisi del nostre sector pot ser un bon moment per a reflexionar: per què no projectem i construïm amb tecnologies més innovadores?

1.1.2. RESUMEN EN CASTELLANO.

Desde el año 2002 se han construido un centenar de escuelas públicas con sistemas industrializados en Cataluña. La mayoría de estos centros son ejemplos de buena arquitectura escolar prefabricada, y han despertado el interés del autor de esta tesis.

Estas escuelas se escogieron como el tema de la tesis, y durante la investigación se ha acotado una muestra de 138 centros de infantil y primaria. La mitad de esta muestra se construyó entre 2002 y 2006, como un caso particular del Departamento de Educación catalán. La otra mitad se ejecutó entre 1970 y 1983, junto con otros centenares de centros que se construyeron en toda España fruto de los “Pactos de la Moncloa”.

En resumen, esta tesis estudia los centros escolares públicos de infantil y primaria, construidos principalmente con sistemas prefabricados desde 1970 a 2006. Más concretamente, el objeto de estudio se limitó al territorio de la Comunidad Autónoma de Cataluña, lo cual ha permitido profundizar en los edificios y sistemas de la muestra mediante los recursos disponibles. Se descartaron los centros construidos desde 2006 a la actualidad, porque no añadían valor a la muestra y así se podía adquirir una visión histórica del conjunto.

Esta investigación se inició con tres hipótesis: los centros docentes de la muestra son un tipo de edificio muy apropiado para ser prefabricado, la construcción industrializada ha sido la única tecnología capaz de producir estas escuelas mediante el tiempo y el coste disponibles, y esta arquitectura escolar prefabricada ha tenido un proceso evolutivo positivo pero errático. Estas hipótesis se han corroborado en este estudio, que se estructura principalmente en tres partes: la catalogación de la muestra, el análisis y las conclusiones.

En la catalogación se estudia la muestra a partir de un trabajo de campo, en el cual se han visitado escuelas, industrias de la construcción, archivos... Este trabajo ha permitido catalogar esta documentación, que se ha hecho con tres grupos de fichas: el estudio general de los 138 centros educativos; la catalogación detallada los 12 sistemas con los que se han industrializado las escuelas; y el estudio de la escuela más significativa de cada sistema.

Seguidamente, se inicia el análisis con un recorrido histórico sobre la arquitectura escolar española, desarrollando en detalle el caso catalán. También se analiza la muestra desde los tres mismos enfoques con los cuales se ha estudiado la catalogación. Con este fin se utilizan dibujos, esquemas, gráficos, tablas... Esta metodología se ha aplicado con éxito, y se consideraría válida su extrapolación a otros estudios de centros prefabricados.

Por último, se recogen las conclusiones del análisis y a partir de estas se establecen unas recomendaciones para las construcciones escolares del futuro. Ambas propuestas responden a la racionalidad y se desmarcan de las aproximaciones subjetivas. Además, se considera que la mayoría de conclusiones y recomendaciones se podrían extrapolar a la prefabricación de edificios docentes en todo el país.

Principalmente, se ha confirmado la idoneidad de los sistemas prefabricados para construir escuelas y su evolución positiva y errática. Al mismo tiempo, se recomienda una revisión de los sistemas actuales para optimizar su rendimiento. En esta revisión tendrían que considerarse las experiencias anteriores y diseñar los sistemas pensando en el futuro, a partir de un trabajo en equipo de profesionales que hayamos participado en la prefabricación de escuelas.

En este sentido, en las recomendaciones se esbozan nuevas tecnologías que resolverían los puntos débiles de los sistemas vigentes para: prefabricar y montar el conjunto de todo el edificio, tener componentes con más prestaciones, tener uniones y juntas más fáciles de ejecutar, resolver el desmontaje en seco para reutilizar sus partes...

Finalmente, en esta tesis afloran las cualidades de una nueva tecnología para la arquitectura, que está más cerca de los valores de nuestra sociedad: seguridad, temporalidad, medio ambiente... Este periodo de crisis de nuestro sector puede ser un buen momento para reflexionar: por qué no proyectamos y construimos con tecnologías más innovadoras?

En el apartado "11.2" de los anexos de la tesis hay tres capítulos traducidos al castellano: "11.2.1 Prámbulo; 11.2.2 Conclusiones y 11.2.3 Recomendaciones".

1.1.3. ENGLISH SUMMARY.

Since 2002 over a hundred public schools have been built in Catalonia using prefabricated systems. Most of them serve as examples a well-constructed prefabricated architecture and they have drawn the author's interest.

The author chose these schools as his thesis topic, and during his research the author has found 138 kindergarten and elementary sample prefabricated schools. Half of these samples were built between 2002 and 2006, as a specific project by the Catalan Education Department. But the other half had been built between 1970 and 1983, together with hundreds of other schools that had been built all over Spain according to central government deals called "Pactos de la Moncloa".

Mainly, this thesis studies kindergarten and elementary centers built almost entirely out of prefabricated pieces between the years 1970 and 2006. More concretely, the author limited his study to prefabricated schools built in Catalonia which permitted a more in-depth study of the sample buildings and their systems by means of the resources at hand. Moreover, the schools built from 2006 to 2008 were discarded because they didn't improve the sample, and this was the way to get an historical view of the centers selected.

This investigation started with three hypotheses: the schools included in the sample are a kind of building well-suited to prefabrication, prefabricated technology will prove to be the only one capable of producing these schools within time frame and budgetary constraints, and this prefabricated architecture has had a positive but irregular evolution. These hypotheses have been corroborated in this project, which has been developed in three main parts. First, samples are catalogued; second, samples are analyzed, and finally, the author draws his conclusions.

In the process to catalogue the educational centers selected, the author carried out field research which included visits to schools, construction industries, archives... This research allowed the author to catalogue this documentation, what has been done into three types of files: a general study of the 138 schools; a detailed catalogue of the 12 construction

systems used to build these centers; and an in-depth study of the most representative school built with each construction system.

Following this catalogue, the author presents his analysis, which starts with a historical review of prefabricated Spanish schools, with emphasis on the details developed in Catalan schools. In continuation, the author analyzes the samples from the same three points of view used previously while cataloging the sample schools. For this purpose, sketches, diagrams, graphics, tables... have been incorporated. This methodology has been successfully applied and is considered appropriate for use in other studies of prefabricated buildings.

The third section of this thesis presents the conclusions based on the analyses undertaken; from these, the author draws some recommendations for the construction of prefabricated schools in the future. Both proposals presented are based on rationality and they avoid subjective approaches to the prefabricated world. Furthermore, the author considers that the majority of his recommendations and conclusions can be applied to constructing prefabricated schools throughout the country.

This research project proves that prefabricated construction systems are well-suited for schools, and their evolution has been positive but irregular. As well, the author recommends a revision be undertaken on the currently available systems in order to maximize their outcome. This redesign should consider the previous experiences and adapt these systems according to future necessities, based on teamwork by all the professionals who have worked in constructing schools with prefabricated materials.

To these ends, included in the author's recommendations there are the reviews and sketches of new technologies which could solve the weak points of the current systems: to be able to prefabricate and assemble an entire building, to use components with improved quality and applications, to permit connections and joints which are easier to execute and seal, to allow disassemble methods without destroying components so these may be reused...

Finally, this thesis shows the qualities of a new technology for today's architecture, one closer to the values of our society: security, temporality, environmental awareness... The current crisis in construction could be an ideal moment to reflect on the need to design and build employing a more up-to-date, innovative construction technology.

1.2. L'OBJECTE D'ESTUDI I LA MOSTRA.

1.2.1. L'OBJECTE D'ESTUDI.

L'objecte d'estudi d'aquesta tesi són “...els edificis escolars públics d'educació infantil i primària construïts amb sistemes prefabricats a Catalunya de 1970 a 2006...” com recull el títol de la tesi. És un objecte d'estudi determinat per l'ús, el promotor, el sistema constructiu, la situació en el territori i l'època de construcció dels edificis.

Per tant, seran objecte d'estudi **els edificis escolars que formin part d'un C.E.I.P.¹¹, o que van ser concebuts en els últims trenta anys per a l'educació infantil i primària**. Es descarten els edificis educatius concebuts i utilitzats per altres usos com: escoles bressol, centres d'educació especial, instituts de secundària, centres de formació professional, universitats... L'objecte d'estudi mínim serà un aulari, que és un edifici amb un programa de vuit aules i lavabos, i se n'exclouen actuacions menors. També es desestimen les actuacions temporals, que són concebudes per a un ús docent efímer durant la construcció o restauració dels C.E.I.P.

De les escoles definides en el paràgraf anterior, són objecte d'estudi les de **promoció pública**. Abans del 1983, la majoria d'escoles van ser construïdes pel **Ministeri d'Educació i Ciència**¹² o els **ajuntaments**. A partir de 1983, la major part són realitzacions de la **Generalitat de Catalunya**.¹³ Per tant, en aquesta tesi no s'estudiaran les escoles concertades o privades, siguin laiques o religioses.

Dels centres escolars delimitats en els paràgrafs anteriors, són objecte d'estudi els **construïts amb sistemes prefabricats**. Es considera “sistema” aquell conjunt d'elements constructius ordenats de forma lògica i racional amb lleis d'interdependència. I es defineix “indústria prefabricada” aquella que produeix parts de l'edifici a la fàbrica, i les transporta i munta a l'obra. La construcció prefabricada és un cas concret de la industrialitzada; per tant, en aquesta tesi utilitzarem també aquest segon terme per referir-nos a l'objecte d'estudi i a la mostra i enriquir, així, el text escrit.

¹¹ Centre Educatiu d'Infantil i Primària, totes les abreviatures es recullen en l'apartat “11.1.Abreviatures” de l'Annex”. El C.E.I.P. es va definir en la llei educativa L.O.G.S.E. del 1990 per a l'educació de nens de 3 a 11 anys. Per a més informació veure el “Primer capítol” d'aquesta tesi.

¹² D'ara en endavant M.E.C. Totes les abreviatures es recullen en l'apartat “11.1.Abreviatures” de l'Annex”.

¹³ D'ara en endavant G.C. Totes les abreviatures es recullen en l'apartat “11.1.Abreviatures” de l'Annex”.

Existeixen infinitat d'escoles amb aquestes característiques: unes, que incorporen només alguns elements provinents de la indústria i altres, que estan totalment prefabricades al taller. En aquesta tesi, només s'estudien els centres construïts en **indústries prefabricades que resolen la major part de l'edifici, com a mínim l'estructura i el tancament**.

De les escoles definides en els paràgrafs previs, són objecte d'estudi les construïdes en **solars emplaçats a Catalunya**. I aquesta tesi es limita a la regió de Catalunya com a Comunitat Autònoma, formada per les províncies de Barcelona, Girona, Lleida i Tarragona. Es descarten les escoles fabricades en aquest territori però que després han estat muntades en una altra zona.

De les escoles definides en els altres punts d'aquest apartat, són objecte d'estudi les construïdes en els últims trenta anys, **concretament en l'etapa de 1970 a 2006**. El període de la mostra es tanca dos anys abans de la presentació d'aquesta tesi perquè tots els casos, fins i tot els més recents de finals del 2006, puguin ser estudiats amb suficient documentació i una mínima perspectiva temporal. A més a més, de 2006 a 2008 no es preveuen casos que puguin afegir valor a la mostra.

1.2.2. LA MOSTRA.

Amb la concreció de l'objecte d'estudi que s'ha fet en la pàgina anterior, s'obté una mostra de 155 **edificis escolars**¹⁴, els quals es poden ordenar en dues etapes: de 1970 a 1983 i de 2002 a 2006.¹⁵

Aquests edificis es poden agrupar en 138 "**conjunts escolars**". Definirem "conjunt escolar" com un grup d'un o més edificis escolars que en el seu ús inicial formaven part d'un mateix centre d'ensenyament, que estaven construïts amb el mateix sistema constructiu i que eren projectats pel mateix arquitecte o institució.

Finalment, també es poden agrupar en 133 **centres escolars**, dels quals els edificis de la mostra en formen part en l'actualitat o van formar-ne en algun moment de la seva història. Actualment, 128 d'aquests són centres d'ensenyament i 5 no ho són, com es detalla en el segon capítol.

¹⁴ Aquests són l'objecte d'estudi, que s'han definit mitjançant les fonts d'informació descrites a l'apartat "1.4".

¹⁵ Aquests centres estan recollits amb fitxes en el "Segon capítol" sobre l'estudi general de totes les escoles.

1.3. LES HIPÒTESIS INICIALS.

En aquesta presentació de la tesi, ja en el punt final de la recerca i amb els resultats sobre el paper, es presenten les tres hipòtesis inicials que s'han tingut en compte en aquesta investigació. Aquestes han estat demostrades en els capítols "Primer, Segon, Tercer i Quart" que formen l' "Anàlisi", com s'explica en les "Conclusions".

Hipòtesi primera.

Els centres docents d'infantil i primària són una tipologia d'edifici molt apropiada per ser prefabricada, com es demostrarà en aquesta tesi amb l'estudi de les escoles de Catalunya. Com es veurà en aquest estudi, aquestes escoles estan formades per programes estàndard i espais repetitius, fet que facilita la modulació, racionalització i industrialització d'aquests centres. Aquesta hipòtesi es basa en el supòsit que els centres catalans que formen la mostra són un conjunt representatiu de la prefabricació docent de la resta d'Espanya i d'Europa¹⁶. També es basa en la consideració que les eines i el material dels quals disposarà aquesta tesi seran suficients i indicats per a corroborar aquesta hipòtesi¹⁷.

Hipòtesi segona.

La construcció industrialitzada ha estat la tecnologia de l'arquitectura més indicada per fer realitat les escoles de la mostra, i la única capaç de produir-les mitjançant els terminis i el cost que es requerien. Aquests centres havien de resoldre una greu manca de places escolars en molt poc temps¹⁸, i l'administració va apostar per la seva prefabricació¹⁹.

Hipòtesi tercera.

L'arquitectura escolar prefabricada de la mostra i els seus sistemes industrialitzats han tingut un procés evolutiu positiu però erràtic, des de 1970 fins a l'actualitat. Per demostrar-ho analitzarem la seva evolució en l'"Anàlisi", per establir quins factors han propiciat l'avenç d'aquesta arquitectura, i per determinar quins altres factors han frenat la seva evolució. Aquests factors se sintetitzen a les "Conclusions", juntament amb una previsió de l'ús que tindrà aquesta construcció prefabricada en el futur.

¹⁶ El "Primer capítol" hi ha un estudi de les escoles catalanes i la seva relació amb totes les d'Espanya i d'Europa.

¹⁷ La metodologia d'aquesta investigació s'explica en el "3. Metodologia aplicada" del Preàmbul.

¹⁸ En l' "Anàlisi" hi ha més informació sobre els terminis, el cost i l'aplicació dels sistemes prefabricats.

¹⁹ Per a contrastar aquesta hipòtesi només es tindran en compte les alternatives que permetin construir amb el mateixos terminis i cost dels prefabricats i no es farà un estudi exhaustiu de les tecnologies no industrialitzades.

1.4. JUSTIFICACIÓ DEL TEMA D'INVESTIGACIÓ.

Aquesta tesi té el seu origen i s'emmarca en un interès de l'autor pels sistemes constructius prefabricats, i cap a la forma de construir i la forma d'entendre l'arquitectura que comporten. Un **interès racional basat en el saber objectiu** d'aquests sistemes - molt poc coneguts pels professionals -, que té en consideració tant els seus avantatges com els seus inconvenients. Per tant, es desmarca del fanatisme, odi, por o altres aproximacions subjectives de l'arquitectura cap a la construcció prefabricada.

Des dels últims anys de la meva formació com a arquitecte, i durant els cursos de doctorat, he participat en les assignatures, exposicions i cursos descrits en l'apartat "1.1". També, des de la primera fase del doctorat, vaig estudiar els **sistemes constructius industrialitzats**. Un dels treballs resultants va ser "Sistemes industrialitzats de formigó armat en la construcció actual d'habitatges".

En aquest s'estudiaven tres sistemes industrialitzats de formigó per construir edificis plurifamiliars d'habitatges, que tenien diferents percentatges de treball en el taller i en el solar. Constava d'un edifici amb murs portants executats amb grans encofrats; un edifici amb plafons portants fabricats a peu d'obra; i un edifici amb estructura de plafons portants prefabricats en un taller. Dels tres, el de la prefabricació a taller presentava característiques pròpies interessants com: una reducció i simplicitat de l'execució, una major especialització dels operaris, i una millor gestió de l'energia, matèries primeres i residus. L'interès d'aquest edifici i el seu sistema constructiu va propiciar la **focalització de l'estudi de doctorat cap als sistemes industrialitzats al taller**.

Durant la meva formació de tercer cicle, he estat treballant en una empresa d'estructures i façanes prefabricades de formigó, en la qual he col·laborat en el disseny d'elements prefabricats per a centres docents. Aquesta experiència laboral m'ha permès conèixer els sistemes prefabricats de formigó en profunditat. Així mateix, el treball posterior en un Centre Tecnològic de la Construcció m'ha permès conèixer altres tecnologies industrialitzades, a través de la participació en diversos projectes de recerca.

Un dels paràmetres, que diferencia els sistemes entre ells, és la quantitat de parts d'un edifici que es poden resoldre a la fàbrica. En la construcció d'escoles s'han utilitzat gran quantitat de sistemes prefabricats. D'aquests, en aquesta tesi només se n'estudia una part per poder-ho fer de forma detallada. Així doncs, només s'estudiaran els **sistemes prefabricats complets**, limitant l'estudi a aquells que, com a mínim, resolguin a la indústria l'estructura i la façana de l'edifici.

En el treball de recerca del doctorat vaig estudiar l' "Arquitectura escolar industrialitzada a Catalunya en els últims 50 anys", que va evolucionar cap al tema final d'aquesta tesi. En aquest treball, es van estudiar escoles públiques d'infantil i primària, sent conscient que **una renovada política de l'administració havia promogut la construcció d'aquests edificis amb sistemes prefabricats en els últims anys. Tot i això, el resultat va superar tota expectativa, i es va definir una mostra de 133 centres** sense catalogar ni analitzar.

Aquests centres escolars tenen un programa funcional que és comú en molts d'ells, amb espais constitutius repetits, com les aules. Aquesta característica permet i indueix a la modulació, racionalització i prefabricació dels edificis. Aquest fet, va motivar la decisió d'estudiar només les actuacions que haguessin prefabricat aules: escoles senceres i aularis.

En la primera part del treball de recerca, es van estudiar centres educatius d'altres franges d'edat i de promoció pública i privada. Però en la definició de l'objecte d'estudi es va concloure que: **les escoles d'educació d'infantil i primària públiques eren el conjunt delimitat més representatiu i interessant.**

També es van estudiar els edificis docents de caràcter temporal, molt utilitzats a Catalunya en els últims cinquanta anys. Tot i que es podien prefabricar amb més prestacions, les escoles d'emergència mai han potenciat les qualitats del sistema. I sovint han estat simples agrupacions de mòduls sense projecte en cap escala, fet que explica que no estiguin documentades. Després d'un breu estudi, es va decidir no incloure aquestes actuacions dins la tesi, ja que requerien d'una investigació pròpia i diferent a la que aquí es presenta.

En un inici, en el projecte de recerca es va analitzar de forma general l'arquitectura escolar de tota Espanya. Aquest estudi va denotar que a Catalunya hi havia **una primera etapa –comuna a tota Espanya- de 1970 a 1983, però també una d'exclusiva de 2002 a 2006²⁰**. Per aquesta raó, l'objecte d'estudi s'ha delimitat geogràficament a la Catalunya Central, que coincideix amb el lloc on es realitzarà l'estudi. No obstant, i com es comenta a les conclusions, aquesta tesi es pot entendre com una part d'un estudi a una escala major sobre escoles industrialitzades a tota Espanya, o a tota Europa.

Per últim, la limitació de l'objecte d'estudi en l'etapa de 1970 a 2006, **permet incloure totes les escoles** i estudiar els precedents, però descarta els centres docents construïts de 2006 en endavant. Així doncs, aquest període de trenta anys **possibilita un estudi complet fet amb una perspectiva temporal de dos anys**, mitjançant els recursos materials i de temps propis d'una tesi.

²⁰ De 1984 a 2001 hi ha algunes experiències puntuals, que es descriuen en el "Primer capítol".

1.5. ANTECEDENTS, ESTAT DE LA QÜESTIÓ, I FONTS D'INFORMACIÓ.

1.5.1. ANTECEDENTS I ESTAT DE LA QÜESTIÓ.

Les **publicacions i estudis que s'han elaborat fins ara sobre arquitectura escolar, no analitzen ni contempnen l'objecte d'estudi d'aquesta tesi.** Els treballs sobre arquitectura docent catalana no engloben tota la mostra; els estudis sobre sistemes prefabricats no estan actualitzats o són parcials; i la majoria d'estudis d'arquitectura prefabricada són superficials o anecdòtics.²¹ No obstant això, s'han de destacar alguns estudis interessants sobre arquitectura escolar industrialitzada europea, sobretot des del Regne Unit, les quals han estat importants fonts d'informació per a aquest treball, juntament amb altres publicacions més parcials.²²

A més a més, **la majoria de documentació existent sobre aquestes escoles està desorganitzada, deslocalitzada i sense catalogar.** La informació tècnica, projectes, fotografies... estan repartits entre institucions estatals, autonòmiques i locals, despatxos d'arquitectura, empreses, particulars, etc. I en alguns casos, amb el pas del temps, aquesta situació empitjora amb la pèrdua de documents. Ha passat, per exemple, amb gran part de la informació de les escoles construïdes a Catalunya als anys setanta; de les quals en falten projectes, detalls tècnics, fotografies de la seva construcció, processos de fabricació...

1.5.2. FONTS D'INFORMACIÓ.

Les fonts d'informació de la tesi, que ja van ser consultades en part durant el "Treball de Recerca" i el "Projecte de Tesi", es poden classificar en fonts bibliogràfiques i altres fonts.

Les fonts **bibliogràfiques** conformen una biblioteca genèrica que es descriu detalladament en l'apartat "10. Bibliografia". Està formada per llibres, revistes, tesis, projectes, manuals, textos electrònics... La seva temàtica és l'arquitectura escolar i l'arquitectura prefabricada i/o industrialitzada a Catalunya, Espanya i Europa.

²¹ Aquestes publicacions han estat consultades en l'elaboració d'aquest treball, i s'han recollit en l'apartat "10", en els apartats d'"Arquitectura escolar" i "Arquitectura escolar i industrialització" dins de "Llibres i revistes".

²² Aquestes fonts han estat consultades en l'elaboració d'aquest treball i estan descrites en l'apartat "10", en els apartats "Arquitectura escolar i industrialització" a "Europa" dins de "Llibres i revistes".

Les **altres fonts** defineixen una biblioteca específica d'informació oral i documents, alguns dels quals també es recullen en el capítol "10" i d'altres en els "Annexes".

Una font important d'informació és el **Departament d'Ensenyament** de Catalunya, que agrupa la majoria de la informació que es conserva sobre centres docents. Els seus arxius contenen projectes d'arquitectura, documents de l'execució de l'obra, de manteniment i rehabilitació... Els seus professionals, vigents o retirats, posseeixen un important saber sobre la construcció, ús i manteniment dels centres. De la mateixa manera, l'empresa pública **GISA** conserva els projectes dels C.E.I.P. construïts en la segona etapa. També es pot trobar documentació complementària en els arxius dels **ajuntaments**, i en l'experiència que tenen els seus professionals d'ensenyament, urbanisme i manteniment d'edificis.

Els **despatxos d'arquitectura** són una altra font important. Aquests tenen documents i experiència sobre el disseny, l'execució, la rehabilitació i la conservació de les escoles.

També les **empreses industrials** tenen documents interns, com catàlegs tècnics o detalls que descriuen el sistema constructiu. Els seus professionals coneixen el sistema, les seves aplicacions, la seva fabricació i el seu muntatge.

2. OBJECTIUS DE LA RECERCA.

2.1. OBJECTIUS PRINCIPALS.

La tesi té tres objectius molt importants, que fan referència al contingut de la investigació. En les “Conclusions” s’explica de quina forma s’han complert aquests objectius.

El primer és **corroborar la validesa de les tres hipòtesis inicials**, que són: “1ª) Els centres docents d’infantil i primària són una tipologia d’edifici molt apropiada per ser prefabricada, com es demostrarà en aquesta tesi amb l’estudi de les escoles de Catalunya”; “2ª) La construcció industrialitzada ha estat la tecnologia de l’arquitectura més indicada per fer realitat les escoles de la mostra, i la única capaç de produir-les mitjançant els terminis i el cost que es requereixen”; i “3ª) L’arquitectura escolar prefabricada de la mostra i els seus sistemes industrialitzats han tingut un procés evolutiu positiu però erràtic, des de 1970 fins a l’actualitat”.²³

El segon objectiu, és **determinar quin futur tindrà l’arquitectura escolar prefabricada que coneixem actualment**. Aquest dependrà de la validesa de les hipòtesis inicials i, per tant, es basarà en el compliment de l’objectiu anterior. També es recolzarà en la “Catalogació” i “Anàlisi” d’aquesta investigació. Com a resultat d’aquest objectiu, es preveu una reflexió sobre com serà l’arquitectura docent: com seran els seus espais, com es situarà en el lloc, com serà la seva estructura, com seran les seves parts... A més a més, es reflexionarà sobre la tecnologia de la construcció aplicada a aquesta arquitectura escolar: quines referències tindrà, quins reptes resoldrà, quines innovacions aportarà...

Per últim, el tercer objectiu és **definir unes recomanacions per a aquesta nova arquitectura escolar construïda amb sistemes industrialitzats**. Constaran de consells per a les escoles i per als sistemes constructius prefabricats. A més a més, seran recomanacions que permetin millorar els defectes previstos en els centres escolars del futur, sempre i quan la prefabricació seguís sent com la coneixem en l’actualitat.

²³ Aquestes es descriuen en detall en l’apartat “1.3” del “Preàmbul”.

2.2. OBJECTIUS SECUNDARIS.

Aquesta recerca també té dos objectius més, que es basen amb la catalogació i la metodologia de la investigació, i que està previst que es compliran durant aquest estudi.

El primer objectiu secundari és **contribuir a catalogar** el conjunt de tota l'arquitectura escolar construïda amb sistemes prefabricats. En aquesta tesi es cataloguen els edificis de la mostra, i per tant s'estudia una part d'aquesta arquitectura. En conseqüència, aquesta investigació es podria considerar que forma part d'una catalogació a una escala major: la de les escoles industrialitzades de tota Espanya, la de les escoles de tota Europa... La catalogació d'aquesta tesi és extensa i, a més a més de ser la seva base, en el futur pot ser l'origen d'altres investigacions.

El segon objectiu secundari és **establir una metodologia d'anàlisi**, per estudiar i avaluar l'arquitectura escolar construïda amb sistemes constructius prefabricats. En un principi, aquesta estarà optimitzada pels centres de la mostra; tot i que hi ha la hipòtesis de poder aplicar aquest mètode a altres escoles. Per exemple, per analitzar escoles de fora de Catalunya, centres d'altres franges d'edat... O fins i tot extrapolar-la a recerques més llunyanes, com estudis d'edificis de tipologies diferents, encara que s'haguessin d'introduir petites variacions.

Amb el compliment d'aquests objectius s'iniciarà la recuperació de la documentació sobre l'arquitectura, la indústria i els sistemes prefabricats de les escoles de la mostra. En aquests moments, a Catalunya i a tota Espanya²⁴ existeix una gran quantitat de documentació tècnica a l'espera de ser arxivada, sobre projectes arquitectònics industrialitzats i també sobre sistemes constructius prefabricats. A partir de la catalogació de la mostra, es preveu descriure i localitzar documents que actualment estan deslocalitzats, desordenats o extraviats. Aquesta informació permetria aprendre de les experiències anteriors. A més a més, de cara a pròximes actuacions prefabricades, s'aconsella catalogar directament la documentació, per posar fi a la pèrdua d'informació d'interès.

²⁴ Des d'aquesta tesi també s'intueix que a la resta d'Europa hi ha la mateixa situació, respecte a la conservació de la documentació de l'arquitectura escolar prefabricada, tot i que no hi ha prou coneixement de causa per afirmar-ho categòricament.

3. METODOLOGIA APLICADA.

La metodologia de treball d'aquesta tesi s'estructura en tres parts: la **catalogació**, l'**anàlisi** i les **conclusions**. En la primera part es recopila i processa la informació de les escoles de la mostra, que es classifiquen en 3 nivells diferents: el conjunt d'escoles de la mostra²⁵, els 12 sistemes amb els quals han estat construïdes aquestes, i 12 escoles significatives, una de cadascun dels sistemes. Després, s'estudia la mostra i s'analitza en 4 nivells: un recorregut històric general i els 3 nivells de la catalogació, cadascun dels quals té unes conclusions parcials. Per últim, s'extreuen les conclusions finals, unes referides a l'anàlisi i unes altres dirigides a la construcció de nous centres en forma de recomanacions.

A continuació, s'explica en profunditat el mètode utilitzat en cada part, detallant sobretot els tres nivells de la catalogació i descrivint les fitxes de cadascun. Aquestes fitxes són la base del treball, perquè la part analítica de la tesi es fonamenta amb el contingut i l'estructura d'aquestes fitxes. En resum, la catalogació és el punt de partida i la part de referència de l'anàlisi.

3.1. CATALOGACIÓ.

La **catalogació** té tres parts: les fitxes del conjunt d'escoles de la mostra, les dels 12 sistemes amb els quals s'han construït les escoles, i les de les 12 escoles més significatives construïdes amb cada sistema. Aquestes es recullen en la "Segona part", en el "Volum II" de la tesi, en els capítols: "7. Les escoles de la mostra"; "8. Els sistemes constructius prefabricats"; i "9. Les escoles més significatives".

En les tres pàgines següents es descriuen els apartats d'aquestes fitxes, amb l'explicació del contingut de cada punt i les raons per les quals s'estudien aquests punts en aquesta tesi. Els tres apartats "3.1.1; 3.1.2; i 3.1.3" corresponen als capítols "7.; 8.; i 9." respectivament.

²⁵ Les escoles de la mostra són 155 edificis escolars que en l'actualitat formen part de 133 centres diferents, segons l'objecte d'estudi definit en el punt "1.2".

3.1.1. EL CONJUNT D'ESCOLES DE LA MOSTRA.

Aquesta primera catalogació té un total de 138 fitxes, que corresponen als “conjunts escolars” definits a l'apartat “1.2.” i descriuen les 17 característiques generals següents: **número, nom, autors del projecte, projecte, any, superfície, programa, promotora, constructora, empresa fabricant, situació, volumetria, sistema, parts prefabricades, parts muntades, estat actual i fotografia.**

El “número” té 3 dígits. Les centenes es refereixen a l'etapa: les escoles de la primera són cents i les de la segona dos-cents. Les desenes i unitats ordenen les fitxes cronològicament pels anys de construcció i seguint l'ordre dels llistats dels documents de referència²⁶. En la primera etapa moltes escoles coincideixen en el període de construcció. Per tant, s'han ordenat en els 6 “sistemes constructius prefabricats” diferents i, dins d'aquests, en els 12 “tipus de projecte”. S'han organitzat per ordre alfabètic de la comarca, del municipi i finalment del carrer on estan situades. També hi pot haver una lletra minúscula després dels tres dígits, que indica que el centre s'ha construït en fases.

El “nom” és el que té el centre escolar al qual pertany l'edifici que s'estudia, o el que tenia abans que s'enderroqués. També s'especifica quina part del centre és i, en alguns centres de la primera etapa quin nom tenia abans, que està entre parèntesis. Els “autors del projecte” són l'arquitecte o la institució que va projectar l'edifici. El “projecte” es refereix al grau de llibertat dels projectes d'arquitectura de les escoles.²⁷ L' “Any” és aquell en el qual es té constància que es va construir el centre.

La “superfície” són els metres quadrats construïts²⁸. El “programa” descriu el tipus de centre²⁹. La “promotora” és l'administració o l'empresa pública que ha promogut la construcció del centre. La “constructora” és l'empresa adjudicatària de la construcció. L'“empresa fabricant” és l'empresa que va fabricar el sistema de l'escola. La “situació” és l'adreça del centre docent. La “volumetria” descriu els volums de l'edifici. El “sistema” és el que s'ha utilitzat per prefabricar l'escola. Les “parts prefabricades” són les parts de l'edifici prefabricades mitjançant el sistema prefabricat. Les “parts muntades” són les parts de l'escola muntades mitjançant el sistema constructiu prefabricat. L' “estat actual” descriu la conservació dels centres de la primera etapa. Finalment, la “fotografia” és una foto general actual o de l'època de construcció de l'edifici.

²⁶ Aquesta data prové d'arxius del M.E.C., el D.E., GISA, empreses i treball de camp. Veure apartat “1.4”

²⁷ Explicació a l'apartat “1.Introducció històrica a l'arquitectura escolar prefabricada de Catalunya.”

²⁸ Superfície en planta que inclou els gruixos de murs i elements constructius i la meitat dels espais semi coberts.

²⁹ Per descriure el programa s'utilitza la nomenclatura de l'administració que s'explica en el “Primer capítol”.

3.1.2. SISTEMES CONSTRUCTIUS.

La catalogació dels 12 sistemes amb els quals s'han construït el conjunt d'escoles de la mostra es fa en quatre apartats: la "informació general" sobre el sistema, la "informació tècnica" sobre la indústria, la "fabricació" i la "posada en obra". Aquests apartats condensen la informació més important dels sistemes 12 sistemes prefabricats.

La **informació general** recull les dades que s'han considerat bàsiques de cada sistema, independentment de la indústria que el fabriqui, com són **el nom, l'axonometria, l'origen, les utilitats, la indústria, la descripció**. El "nom" s'ha decidit des de la tesi i descriu l'estructura i la façana. L'"axonometria" és un dibuix d'una cantonada tipus resolta amb el sistema constructiu. L'"origen" del sistema descriu breument la història de cadascun. Les "utilitats" resumeixen per a quins usos estava pensat i quin tipus d'edificis s'han construït. Les "característiques singulars de cada indústria" són les diferències que distingeixen les indústries que produeixen el sistema. La "descripció" és la classificació del sistema entre tots els sistemes prefabricats.

La **informació tècnica** descriu cada sistema constructiu fent referència a una indústria en concret. Conté els **components, les pautes dimensionals, les unions i les juntes**. En els "components" s'expliquen les parts que formen l'estructura i la façana. Les "pautes dimensionals" són les regles o limitacions de la mida dels components d'estructura i façana: modulació, precisió, límits de fabricació, transport i muntatge. En les "unions" es recullen els dibuixos i la descripció de cada tipus de nus entre components. En les "juntes" es descriuen les entregues que hi ha entre els components de façana.

La **fabricació** és l'apartat que descriu les tasques que es fan en cada indústria, destacant els processos que són importants per a aquesta tesi. Aquests processos són **el disseny i suport tècnic, i la producció**. En "el disseny i suport tècnic" es descriu la composició i el treball de l'oficina tècnica, el temps que es necessita per documentar la fabricació, i la flexibilitat de disseny. En "la producció" es descriu el teixit fabril, les fases i el temps de fabricació, els components del sistema, la formació inicial dels operaris, la maquinària i les possibilitats de desconstrucció.

La **posada en obra** descriu els processos per a muntar els components prefabricats, des del taller fins al solar, i la resta de passos per a executar l'edifici complet. S'expliquen el transport, la possible recepció i el muntatge.

3.1.3. ESCOLES SIGNIFICATIVES.

La catalogació de les 12 escoles significatives, corresponents als 12 sistemes, incorpora la informació més important referent a un edifici escolar prefabricat.

En l'**estudi general** es recopilen dades bàsiques, que coincideixen amb l'estudi del conjunt d'escoles de la mostra, i se n'aporten altres de noves. Són el **nom, una fotografia, la situació, l'autor, la constructora, la promotora, l'empresa, la data de l'inici de la construcció, el temps d'execució, la volumetria, la superfície, les dimensions, el programa, el sistema, les parts prefabricades, les parts muntades, el cost, la integració a l'entorn, i la sensibilitat al medi.**

Les dades coincidents - amb l'estudi del conjunt de la mostra - permeten confirmar que aquests 12 edificis són significatius respecte els 138 "conjunts escolars". Les dades de nova aportació són: el temps d'execució, les dimensions, el cost, la integració a l'entorn i la sensibilitat amb el medi. El conjunt de totes les dades permeten fer un estudi general, més detallat que el que es va fer dels 138 "conjunts escolars", en la primera fase de la catalogació.

En la **descripció de l'edifici** es recopila informació sobre cada part de l'edifici, i es posa de manifest quines parts estan resoltes amb el sistema prefabricat i quines no, quines són construcció industrialitzada i quines no. Es descriuen els **fonaments, l'estructura, la façana, la coberta, les divisions interiors, les fusteries i les instal·lacions.**

En els "fonaments" s'explica el tipus d'element, el material i la unió amb els elements portants. En l'"estructura" es descriuen breument el tipus d'elements, les mides, els materials, la modulació i les unions. En la "façana", es detallen els components i les seves mides i materials. En la "coberta" es descriu el tipus de coberta definitiva, els materials i la posició d'aquests. En les "divisions interiors" s'expliquen les mides i els materials dels envans. En les "fusteries" es detallen els materials i les dimensions significatives. I en les "instal·lacions" s'explica l'aparença i la previsió dels serveis de l'edifici.

Finalment, la **informació gràfica** és aquella que reforça i il·lustra les parts anteriors mitjançant l'**emplaçament, les plantes, les façanes, i la solució constructiva.** Hi ha dibuixos que són del projecte arquitectònic, com s'especifica en el peu juntament amb l'escala i l'orientació. Els que no s'especifica que són del projecte s'han elaborat en aquesta tesi.

3.2. ANÀLISI.

L'**anàlisi** és l'estudi principal de la mostra, que consta de dues parts. En la primera es fa un **recorregut històric**, que és una introducció al tema de la tesi. En aquest recorregut s'acota i explica àmpliament l'objecte d'estudi i la mostra, es defineixen conceptes que s'utilitzaran en els apartats posteriors, i es dedueixen unes primeres conclusions.

En la segona part de l'anàlisi es reflexiona i compara la informació recollida en les fitxes de la catalogació amb el suport de dibuixos, gràfics i esquemes. Aquesta segona part es fa en tres nivells d'estudi, que corresponen als tres nivells de la catalogació: el **conjunt d'escoles** de la mostra, els **12 sistemes** corresponents i les **12 escoles** més significatives.

En l'**anàlisi general del conjunt d'escoles de la mostra** s'estudien els paràmetres de les fitxes catalogades, **en 7 apartats**. En el primer s'estudia com es distribueixen les escoles en el territori. I en el segon punt s'analitza de quina manera ha evolucionat la prefabricació de centres en el temps, tenint en compte el nombre, la superfície, el cost dels materials... En el tercer s'estudien els principals interventors en la prefabricació dels centres: promotors, despatxos d'arquitectura, constructores i indústries. En el quart s'analitzen els projectes arquitectònics dels centres. En el cinquè es compara el seu programa funcional. En el sisè s'estudia l'ús de sistemes prefabricats. En l'últim apartat es contrasten les parts prefabricades i muntades. Al final s'extreuen unes conclusions parcials d'aquesta anàlisi.

En la **comparació detallada dels sistemes** es valoren els 12 sistemes prefabricats de la mostra a partir de la seva catalogació. Això es fa en 4 apartats: **els sistemes constructius, les indústries, la fabricació i la posada en obra**. En el primer apartat es contrasta la tecnologia, els components, les unions... de cada sistema. En el segon apartat s'estudia la trajectòria, la capacitat de resposta i el suport tècnic de cada indústria. En el tercer es comparen els processos de fabricació i les dimensions dels productes. En el quart s'analitza el muntatge, tenint en compte els recursos, els processos previs i l'execució. Finalment, s'arriba a unes conclusions particulars referents a aquesta comparació.

En l'**anàlisi comparativa de les escoles més significatives** s'estudien els 12 centres més significatius. S'analitzen en 2 apartats segons les fitxes de catalogació: **l'estudi general i la descripció de l'edifici**. En el primer es comparen dades diverses com la velocitat d'execució, el volum per alumne... i es fa un estudi complet del cost de cada edifici i de les seves parts. En el segon s'estudien les característiques constructives d'aquestes parts. Per últim, es dedueixen unes conclusions que fan referència a aquesta anàlisi de les 12 escoles.

3.3. CONCLUSIONS.

Les **conclusions** són el resultat de la tesi i s'estructuren en dues parts: primer es conclou sobre el propi estudi i després es donen consells per a la construcció del futur.

En la primera part hi ha les conclusions **tancades** de la tesi, que tracten els continguts de la recerca. Es basen en les hipòtesis inicials i l'anàlisi, alhora que tenen en compte tota la investigació. També fan referència al procés de treball, als objectius, a la metodologia...

En la segona part hi ha les recomanacions, que són les conclusions **obertes**. Estan formades per un decàleg de consells per a la construcció de futures escoles industrialitzades, amb la justificació d'aquestes propostes. Així es compleix l'objectiu de definir unes recomanacions per a la nova arquitectura escolar construïda amb sistemes industrialitzats. Aquesta segona part de les conclusions es basa en la primera part, i està **dirigida a les recerques que es puguin fer en el futur** sobre l'objecte d'estudi o altres parts de la tesi.

4. DESENVOLUPAMENT DE LA INVESTIGACIÓ.

Aquesta tesi s'estructura en tres volums: el primer conté el "Preàmbul" i la "Primera part", el segon està format per la "Segona part", i el tercer conté la "Bibliografia" i els "Annexes".

Amb aquest ordre, el primer volum conté bàsicament la part de reflexió i resultats, i es recolza amb el segon i el tercer volum que tenen informació complementària, com l'estudi de la mostra i els documents consultats. Com es veurà en l'apartat "5. Lectures de la tesi segons el temps i objectius disponibles", el primer volum té la informació per fer una lectura més resumida de la tesi. En canvi, el segon i el tercer volum tenen les dades de suport del primer volum, que permeten fer una lectura més completa i profunda.

El mètode de treball de la recerca és completament diferent. Com s'explica en l'apartat anterior, en la investigació primer es va catalogar la mostra, després es va analitzar i finalment se n'han extret unes conclusions.

Així doncs, en **el primer volum** hi ha el contingut necessari per conèixer i entendre la investigació. En el "Preàmbul" -que és la primera part d'aquest volum- s'introdueix la tesi, s'estableixen els objectius de la recerca, es defineix la metodologia de la tesi, i s'expliquen el desenvolupament del treball escrit i les possibles formes de lectura.

En l'apartat "1. Introducció" s'inicia al lector en aquesta tesi, es recullen tres resums de la investigació en català, castellà i anglès, es defineix l'objecte d'estudi i la mostra, s'estableixen les hipòtesis inicials, es justifica el tema de la investigació i es recullen els antecedents, l'estat de la qüestió i les fonts d'informació.

En el "2. Objectius de la investigació" s'enumeren i expliquen les finalitats de la recerca, que es classifiquen en els objectius principals i en els secundaris.

En l'apartat "3. Metodologia aplicada" es resumeix i justifica el mètode de treball, que està desglossat en tres parts: la catalogació, l'anàlisi i les conclusions. Es detalla cada part i s'aprofundeix en les fitxes de catalogació degut a la seva importància, ja que marquen el ritme de l'estructura de la tesi i acoten el seu contingut.

El “4. Desenvolupament de la investigació” és l’apartat que es desenvolupa en aquestes pàgines. En aquest s’explica l’estructura del treball escrit i es raona la materialització de la tesi en els dos volums, en l’ordre que es presenta i en els diferents apartats.

En el “5. Lectures de la tesi segons els objectius i temps disponibles” es proposen quatre lectures diferents de més a menys completes, d’acord amb l’objectiu i el temps del qual disposi el lector.

Encara en **el primer volum**, en la “Primera part” de la tesi hi ha el nucli principal d’aquesta, que permet conèixer les parts de debat i els resultats de la investigació, amb quatre capítols d’anàlisi i les conclusions.

El primer capítol “1. Introducció històrica a l’arquitectura escolar prefabricada de Catalunya.” fa un recorregut per la història d’edificis escolars prefabricats a Catalunya de 1970 a 2006. Divideix aquest recorregut en cinc apartats: “1.1. Període anterior a 1970”, “1.2. Període de 1970 a 1978”, “1.3. Període de 1979 a 1989”, “1.4. Període de 1990 a 2006”, “1.5. Període posterior a 2006.”. En finalitzar aquest recorregut, hi ha un últim apartat: “1.6. Conclusions del primer capítol”.

El segon “2. Estudi del conjunt d’escoles de la mostra.” és un estudi comparatiu de les 133 escoles de la mostra, amb gràfics il·lustratius. Consta de set parts i les conclusions: “2.1. Com i perquè es distribueixen les escoles en el territori”, “2.2. Com i perquè evoluciona la prefabricació d’escoles en el temps”, “2.3. Els interventors en la industrialització dels centres”, “2.4. Els projectes de les escoles prefabricades de la mostra”, “2.5. El programa i l’ús dels centres educatius”, “2.6. L’ús de sistemes prefabricats”, “2.7. Parts prefabricades i muntades”, i “2.8 Conclusions parcials”.

El “3. Avaluació detallada dels sistemes constructius.” és l’anàlisi detallada dels 12 sistemes constructius, a partir de taules comparatives, esquemes i dibuixos. Està ordenat en cinc punts: “3.1. Els sistemes constructius prefabricats”, “3.2. Les indústries dels sistemes”, “3.3. La fabricació”, “3.4. La posada en obra” i “3.5. Conclusions parcials”.

El quart capítol “4. Anàlisi comparativa de les escoles més significatives.” és l’estudi detallat de 12 escoles significatives, mitjançant taules comparatives i gràfiques. Consta de tres apartats: “4.1. Estudi general”, “4.2. Descripció de l’edifici” i “4.3. Conclusions de l’anàlisi”.

El capítol “5. Conclusions de la investigació.” són les conclusions sobre les hipòtesis i l’anàlisi amb una reflexió escrita, fotografies i gràfics. Estan dividides en: “5.1. La història de l’arquitectura escolar prefabricada”, “5.2. El procés de projecte i obra dels centres de la mostra”, “5.3. Les escoles de la mostra”, “5.4. Els sistemes prefabricats utilitzats per construir escoles”, “5.5 La construcció prefabricada”, “5.6. La construcció del futur”, i “5.7. Resum”.

Per últim, l’epíleg “6. Recomanacions per a la construcció de nous centres.” és un decàleg dels consells principals per a futures escoles prefabricades. També conté explicacions de cada recomanació i esbossos dels nous sistemes. Té tres apartats, que són “6.1. Recomanacions per als edificis construïts amb nous sistemes”, “6.2. Recomanacions i propostes de nous sistemes prefabricats”, i “6.3. Decàleg dels consells principals”.

El **segon volum** conté la informació bàsica que fa de suport del primer. Aquesta informació conforma la “Segona part”, que conté la “Catalogació”. Aquesta té tres capítols: “7. Les escoles de la mostra.”, “8. Els sistemes constructius prefabricats.”, i “9. Les escoles més significatives.” Aquests punts corresponen respectivament als tres nivells de la catalogació que s’expliquen en l’apartat anterior: les 133 escoles de la mostra, els 12 sistemes amb els quals s’han construït les escoles de la mostra, i les 12 escoles significatives construïdes amb cada un dels 12 sistemes.

El **tercer volum** conté la resta d’informació que fa de suport del primer, que forma la “Tercera part”, i conté la “Bibliografia” i els “Annexes”.

La “Bibliografia” recull els documents escrits que s’han consultat en aquesta tesi. Està organitzada en llibres, revistes, altres publicacions, documents no publicats, treballs, projectes, textos electrònics i cursos.

En els “Annexes” hi ha les abreviatures, tres capítols traduïts al castellà i diversos documents que s’han considerat importants i de suport dels quatre primers capítols de la tesi. Els capítols traduïts al castellà són el preàmbul, les conclusions i les recomanacions. Els documents de suport del primer capítol són gràfiques i reculls de les escoles construïdes en la primera etapa. Els del segon capítol són mapes de distribució d’escoles, i els del tercer capítol són catàlegs i informació de les indústries dels sistemes prefabricats. Els del quart capítol són projectes i fotografies de les 12 escoles que s’estudien en detall.

5. LECTURES DE LA TESI SEGONS ELS OBJECTIUS I TEMPS DISPONIBLES.

Des d'aquest apartat s'aconsellen **quatre tipus de lectures** de la tesi, cada una dirigida a un lector amb uns objectius i un temps disponible diferents. Aquestes quatre aproximacions estan ordenades de més a menys profunditat. És a dir que comporten de major a menor comprensió del document per part del lector. Les aproximacions poden ser íntegres si es llegeix tot el contingut, o poden ser ràpides si només es consulten les frases destacades en blau, que són els titulars més importants de cada part.

Els lectors interessats en **conèixer perfectament el tema, l'estudi i els resultats de la tesi** hauran de fer una **lectura completa**. Aquesta aproximació és la que comporta més dedicació, però en conseqüència el lector té una visió acurada de l'estudi. Es pot fer llegint el primer volum en ordre, i anar-se recolzant en el segon i tercer volum a mida que s'hi vagi fent referència. També es pot llegir la investigació en el mateix ordre en què es va dur a terme: primer la catalogació, després l'anàlisi i finalment les conclusions.

Els lectors que només tinguin interès **en la part d'anàlisi i reflexió** de la tesi, poden llegir **el primer volum** en l'ordre en el qual està redactat. Aquesta lectura comporta la meitat de temps que l'anterior però només recorre la meitat de la recerca i, per tant, les conclusions que n'extregui el lector convé contrastar-les i confirmar-les.

D'altra banda, els lectors que tinguin com a únic objectiu **conèixer els resultats d'aquest estudi**, els poden consultar en les **conclusions parcials** dels apartats de l'anàlisi, en les "**Conclusions**" i en les "**Recomanacions**". Aquesta és la lectura més ràpida que permet conèixer la part concloent de la tesi, però descarta la major part de l'estudi i, per tant, la comprensió general pot ser limitada. Abans de llegir aquests apartats és recomanable fullejar el "Preàmbul" per saber la informació bàsica de la investigació.

Per últim, els lectors que necessitin tenir una **idea bàsica ràpida del contingut i tema** de la tesi poden llegir-ne el resum, que està en català, castellà i anglès.

Finalment, es vol reiterar que aquestes tres últimes lectures són parcials. Són formes de llegir la investigació desvirtuades, amb una comprensió lectora debilitada, i per tant, s'ha de ser cautelós amb l'anàlisi que es pugui fer del treball a partir d'aquestes. Una opció per a ampliar-les i tenir una visió més real de l'estudi és consultar els apartats que se citen.