

Treball de Fi de Grau/Màster

Grau en enginyeria en tecnologies industrials

**Estudi del reciclatge de contenidors marítims
per a la construcció d'una escola**

MEMÒRIA

Autor: Joan Vendrell Bragós
Director: Joaquín Fernández Sánchez
Convocatòria: 01/2021



Escola Tècnica Superior
d'Enginyeria Industrial de Barcelona



Resum

El fet de la gran demanda de transports arreu del planeta, ha causat un gran excedent de contenidors marítims emprats per el transport de mercaderies. Aquests contenidors causen un greu problema mediambiental a causa del seu abandonament i posterior reciclatge en acer, que fa que es generin grans quantitats de partícules nocives per al medi ambient.

S'han estudiat diverses maneres de poder reutilitzar aquests contenidors i una d'aquestes possibilitats, és la d'aprofitar les seves propietats estructurals per a la construcció d'habitatges. Això provoca que es redueixi un residu com són els contenidors abandonats a més de també, ajudar a reduir les emissions que genera el sector de la construcció.

Aquest projecte estudia la possibilitat de reutilitzar aquests contenidors per a la construcció d'una escola. El fet de fer una escola es degut a que a l'estat espanyol, hi ha una greu problemàtica amb les escoles construïdes a partir de mòduls prefabricats que pateixen de mancances de qualitat i salubritat en alguns casos. El que es pretén és buscar la població més necessitada d'aquesta nova construcció i comprovar si aquesta serà viable tant econòmicament com si la qualitat de les instal·lacions seran millors que les dels mòduls prefabricats.

S'ha tingut en compte la normativa que el departament d'educació requereix sobre els edificis de nova construcció que seran usats per l'ús docent i a partir d'aquesta, s'han fet les modificacions i els dimensionaments necessaris per a que el conjunt de contenidors poguessin formar unes instal·lacions de qualitat per a l'alumnat, els docents i les persones que treballen al centre.

Un cop s'han realitzat tots aquests estudis, s'ha fet el pressupost de totes les parts que requeria el centre i s'ha comparat amb el pressupost de construccions semblants noves que s'han fet aquests darrers anys. Quan aquests es comparen, es veu clarament que la opció dels contenidors reciclats és una opció molt més econòmica i que es pot realitzar amb la meitat del temps que les que es farien amb mètodes convencionals. També s'ha comprovat que no hi ha molta diferència de preu amb els mòduls prefabricats i a més els contenidors reciclats garanteixen uns millors acabats i qualitat d'instal·lacions.

Sumari

1. PREFACI	7
1.1. <u>Origen del projecte</u>	7
1.2. <u>Motivació</u>	7
1.3. <u>Requeriments previs</u>	8
2. INTRODUCCIÓ	9
2.1. <u>Objectius del projecte</u>	9
2.2. <u>Abast del projecte</u>	9
2.3. <u>Limitacions del projecte</u>	10
2.4. <u>Justificació del treball</u>	10
3. DESENVOLUPAMENT DEL PROJECTE	17
3.1. <u>Anàlisi de les necessitats del centre i normativa</u>	17
3.1.1. <u>Introducció</u>	17
3.1.2. <u>Establiment dels paràmetres d'estudi</u>	17
3.1.3. <u>Població de referència</u>	18
3.1.4. <u>Espais requerits</u>	21
3.1.5. <u>Dimensionament</u>	23
3.1.6. <u>Construcció</u>	25
3.1.7. <u>Instal·lacions</u>	26
3.1.8. <u>Equipament necessari del centre</u>	27
3.2. <u>Estudi dels contenidors marítims</u>	28
3.2.1. Selecció del contenidor	31
3.2.2. Unió entre els contenidors	32
3.2.3. Processos d'adaptació dels contenidors	34
3.3. <u>Disseny</u>	34
3.3.1. <u>Treball i especificacions prèvies</u>	35
3.3.2. <u>Distribució dels espais i de les edificacions</u>	36
3.3.2.1. <u>Bloc d'infantil</u>	36
3.3.2.2. <u>Bloc de primària</u>	38
3.3.2.3. <u>Bloc d'espais comuns</u>	40
3.3.2.4. <u>Bloc d'espais d'activitat física</u>	42
3.4. <u>Adaptació dels contenidors marítims</u>	43
3.4.1. <u>Fusteria exterior</u>	43
3.4.1.1. <u>Portes</u>	44

3.4.1.2. <u>Finestres</u>	45
3.4.2. Passadissos i escales	46
3.4.3. Aïllament	47
3.4.4. Revestiments interiors	51
3.4.4.1. <u>Paviments</u>	51
3.4.4.2. <u>Sostres</u>	53
3.4.4.3. <u>Parets</u>	54
3.5. Instal·lacions i condicionament	55
3.5.1. Fontaneria	55
3.5.2. Climatització	59
3.5.3. Enllumenat i instal·lació elèctrica	60
4. PRESSUPOST	63
5. VIABILITAT ECONÒMICA	66
6. IMPACTE AMBIENTAL	69
7. CONCLUSIONS	71
8. BIBLIOGRAFIA	73
Referències bibliogràfiques	73
9. ANNEXOS	77

1. Prefaci

En l'era de la globalització, el comerç internacional ha causat un gran impacte tant en la societat com en l'economia de la majoria dels països. Aquest tipus de comerç ha implicat, des de l'inici, un veritable desafiament pel que fa als mitjans que es podien emprar per a realitzar el transport de la manera més òptima possible.

Un dels sistemes de transport que va tenir major impacte en aquesta modalitat de comerç va ser el **transport marítim**. Amb aquest tipus de transport, es podien realitzar càrregues molt majors per una extensió que ocupa aproximadament el 70% de la capa terrestre, cosa que implica que es pugui arribar a gairebé qualsevol racó del planeta gràcies a aquest mitjà de transport.

El transport marítim, empra contenidors per a emmagatzemar la mercaderia que es desitja transportar, el seu ús és pel fet que la seva geometria, estructura i materials els permeten poder apilar-se i distribuir-se per l'embarcació d'una forma òptima.

1.1. Origen del projecte

Aquest augment de transaccions comercials entre els països amb l'ajuda d'aquest mitjà de transport, ha suposat l'ús d'una gran quantitat de contenidors que originen un gran excedent quan ja no són aptes per al transport o quan simplement són abandonats.

Per a reduir aquest excedent, s'han pensat diverses possibilitats de reciclatge d'aquests contenidors i així reduir els residus que aquests originen. El mètode o tipus de reciclatge que es tractarà en aquest projecte és la possibilitat d'emprar aquests contenidors en el sector de la construcció.

1.2. Motivació

La motivació que ha portat a la realització d'aquest projecte, ha estat el gran desconeixement que molta gent té sobre el gran problema d'excedent que hi ha amb els contenidors marítims als ports d'arreu del món i com diverses empreses, s'han dedicat a intentar eliminar aquest excedent de residus amb diferents idees de reciclatge.

En aquest cas, una notícia recent sobre la construcció d'un bloc de pisos de protecció oficial fets amb contenidors reciclats a Barcelona, una obra promocionada per l'ajuntament de Barcelona, va fer que el projecte que ens ocupa, estigués enfocat al sector de la construcció com a modalitat de reciclatge d'aquests contenidors per així poder veure quines avantatges i desavantatges tenien respecte als mètodes constructius emprats actualment.

Per a fer un projecte el més innovador i diferent possible, es va decidir per a la construcció d'una escola per a observar els reptes i diferències que hi hauria si s'emprés

el mètode convencional de construcció.

Per últim, un aspecte que també ha provocat la motivació de realitzar aquest projecte, ha estat per intentar cercar una forma més ecològica de crear habitatges o edificis d'ús públic ja que el sector de la construcció, és un sector molt contaminant i el planeta Terra necessita d'iniciatives com aquesta per a evitar alts índexs de contaminació que segueixin danyant ecosistemes i la vida del planeta.

Es vol demostrar que aquest tipus de metodologia de construcció, pot arribar a ser tan o més viable que els sistemes actualment emprats, ja que a més de poder arribar a obtenir uns resultats realment sorprenents, s'estaria ajudant al medi ambient d'una forma significativa, ja que aquest sector és molt contaminant i origina un gran impacte mediambiental.

1.3. Requeriments previs

Els requeriments bàsics i essencials del projecte, són la recerca i anàlisi de la modalitat i tipus de contenidor que més interessi per a la realització del projecte de construcció de l'escola, tenint en compte el material del propi contenidor, cost d'adquisició, reciclatge, propietats resistives i estructurals... A més es tindran en compte en tot moment les lleis vigents d'edificació així com totes les lleis i normatives que afectin el projecte.

També s'hauran de tenir en compte alguns aspectes per al correcte desenvolupament del projecte com són: poder realitzar aquest projecte amb el pressupost més ajustat possible, respectar i intentar desenvolupar el projecte de la forma més sostenible i realitzar la construcció en el menor temps.

2. Introducció

2.1. Objectius del projecte

L'objectiu principal d'aquest projecte, és el de realitzar un estudi per a aprofundir en el procediment de reciclatge i aprofitament dels contenidors marítims en desús per a la construcció d'una escola.

També interessarà estudiar quins són els motius que han portat al desenvolupament d'aquesta nova tècnica de construcció així com els motius que es donen per evitar la tipologia de construcció més comú.

Aquesta construcció ha de tenir una finalitat i per comprovar a on hi ha més necessitat per a realitzar aquesta construcció, s'estudiarà quina és la situació de les escoles públiques a Catalunya per determinar la ubicació de l'escola.

Per últim, s'investigaran quines modificacions s'hauran de realitzar als contenidors per a garantir un ensenyament de qualitat i que tinguin les mateixes comoditats que si estigués fet amb tècniques convencionals. Un cop es tinguin aquestes dades, es farà un pressupost i una valoració de l'impacte ambiental per a decidir finalment la viabilitat d'aquesta opció respecte altres modalitats de construcció.

2.2. Abast del projecte

L'abast que el projecte té pensat assolir són els següents:

- ✓ Estudi i anàlisi del cost i la viabilitat econòmica de la construcció de la escola.
- ✓ Estudi de l'impacte mediambiental del projecte de construcció.
- ✓ Anàlisi dels espais disponibles per a la escola.
- ✓ Anàlisi de les instal·lacions necessàries i obligatòries per a una escola segons la normativa vigent.
- ✓ Anàlisi de la distribució, organització i estructuració de la escola.
- ✓ Revisió del compliment de les normatives i legislacions que impliquen al projecte.
- ✓ Estudi dels mètodes emprats per al reciclatge dels contenidors marítims per a poder ser aptes per a la construcció.
- ✓ Estudi de quines opcions de construcció i tipologia de contenidor marítim hi ha disponible per a poder determinar la solució òptima per al projecte.

- ✓ Determinació de la localització dels diferents equips necessaris i de les instal·lacions de subministrament.
- ✓ Comparativa entre els processos constructius emprats més habitualment amb els que es volen emprar en aquest projecte, mostrant tan els avantatges com desavantatges d'un respecte l'altre.
- ✓ Estudi de les necessitats de la regió a on es realitzarà el projecte, així com la determinació del tipus d'escola que es construirà depenent de les necessitats de la societat.

2.3. Limitacions del projecte

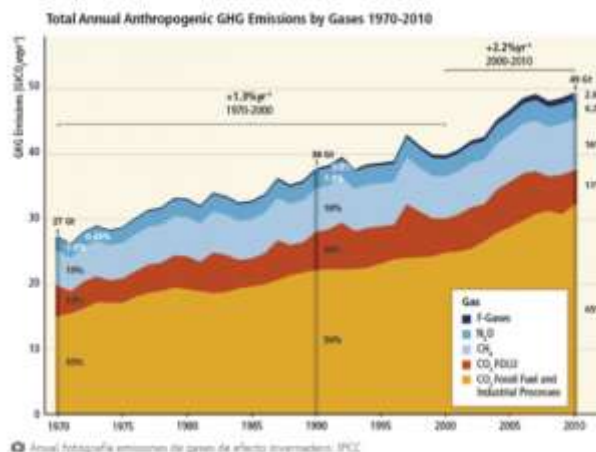
Al haver triat una temàtica que té un contingut molt ampli, hi haurà apartats o aspectes que no es tractaran ni desenvoluparan en aquest projecte tot i que puguin ser anomenats.

Aquest projecte només desenvoluparà dissenys interiors, és a dir, el disseny exterior de la escola com patis, pàrquings o la urbanització de la zona de l'escola no es tractaran en aquest projecte ni es contarán en el pressupost. Tampoc es realitzarà cap estudi de l'estructura dels contenidors així com la força que aquesta hauran de suportar.

2.4. Justificació del treball.

Arran de la conferència de les nacions unides a Estocolm, l'any 1972, on es va posar de manifest la necessitat de determinar un criteri i establir uns principis comuns per a la comunitat dels països, per a preservar i millorar el medi ambient, és on podem dir que va començar la preocupació arran de la destrucció i preservació del medi ambient.

Ha estat a partir de llavors, que cada cop s'ha fet més investigació sobre aquesta temàtica i s'ha anat demostrant el ràpid procés de degradació que està patint el medi ambient. Causes com la contaminació, la desforestació, la sobre-població, causes naturals, etc. són els principals causants de que el ritme de degradació del planeta no pari de créixer les últimes dècades.



Imatge 1: Emissió dels gasos contaminants (1970-2010)

Per aquest motiu, cada cop es té més consciència sobre aquesta fràgil situació i es promouen accions que ajudin a frenar aquest procés de degradació. Un dels aspectes que està agafant més força a l'hora de realitzar un projecte o una activitat, és el seu caràcter ecològic i sostenible. És per això que en els darrers anys, els projectes i activitats, que són hereus dels produïts anys enrere on no es tenia present aquest problema mediambiental, s'han estat innovant i transformant en processos que siguin menys contaminants o que no produeixin cap tipus de contaminació, és a dir, que tinguin més present el medi ambient.

Llavors perquè focalitzar aquest treball en el sector de la construcció? Bàsicament s'ha de tenir present en primer lloc que el sector de la construcció és un dels sectors més contaminants que existeix. A més de ser directament un sector contaminant per a l'aire, aigua o sòl, també genera un problema per als ecosistemes a on es construeix modificant l'hàbitat de fauna i vegetació de la zona. És un sector que consumeix fins al 60% de totes les matèries primes extretes de la terra, provocant a més el 50% de les emissions a la atmosfera (específicament emissions de CO₂), a més de ser la font que consumeix el 33,33% de l'aigua de consum.

Els efectes que té aquest sector en els diferents medis són:

- **Sòl:** El sòl a on es produeix la construcció, presenta alteracions per els residus produïts per el procés constructiu, ja siguin sòlids, líquids o perillosos. En el final de la vida útil de la construcció, tots els materials emprats per a la construcció es converteixen sovint en runes, és a dir, aproximadament el 50% acaben sent residus.

L'abocament de deixalles i runes tenen nombrosos efectes negatius per al medi ambient com són:

- Contaminació.
 - Ús excessiu de materials i recursos naturals.
 - Degradació de la qualitat del paisatge i terreny.
 - Alteració de drenatges naturals.
- **Aire:** Es podria dir que és un dels grans perjudicats en els processos constructius, ja que arrel de la pols, soroll i emissions de CO₂ produïts com a conseqüència de l'ús de combustibles sòlids, excavacions, operacions d'eines i altres màquines i l'ús de minerals, han causat una degradació i contaminació de l'aire a un nivells molt alts.

També s'ha de tenir present, que en els processos constructius de les darreres dècades, s'usaven tècniques i materials molt més contaminants que ara i en el moment d'enderrocar una construcció, s'ha de tenir present la seva correcta eliminació. Un exemple molt clar seria el amiant que hi havia en les edificacions que provocava malalties respiratòries com càncer de pulmó o fibrosis.



Imatge 2: Eliminació de teulades amb fibres d'amiant

- **Aigua:** La problemàtica principal amb aquest recurs, està associat als moviments de terra, excavacions i eliminació de la vegetació, generant alteracions i modificacions dels fluxos i qualitat de l'aigua. L'aigua de rentada de les obres de construcció conté una quantitat considerable de sòlids suspesos, fet que altera els sistemes de clavegueram i plantes de tractament. A més també està acompanyat dels consums d'aigua que es presenten en la preparació de materials, rentat de màquines i equips, i en el procés constructiu en general.

Després de comprovar els efectes tan nocius per als humans i per al planeta Terra provocats per al sector de la construcció, s'han potenciat les investigacions que aconseguissin descobrir alternatives més sostenibles per tal de reduir l'impacte medi ambiental provocat.

Una d'aquestes solucions que es va plantejar, va ser la reutilització dels contenidors marítims per a la construcció d'habitatges. Aquesta solució, garanteix unes millores tant en l'aspecte medi ambiental i de sostenibilitat, com en l'aspecte constructiu. Els contenidors presenten unes característiques geomètriques, estructurals i resistives que els fan ser una gran alternativa als materials i recursos comunament emprats en el món de la construcció. A més, és una alternativa molt més beneficiosa per al medi ambient ja que promou el reciclatge d'un residu en lloc de la fabricació de nous materials o l'ús de grans quantitats de minerals, com actualment es procedeix amb les construccions convencionals.

El sistema amb el qual es procedirà per a la realització del projecte no és un tipus de construcció que sigui molt innovador i que no s'hagi implementat mai. Aquest és un tipus de mètode de construcció relativament comú en països com el Regne Unit, Dinamarca, Bèlgica o Països Baixos entre d'altres on existeixen diverses edificacions i habitatges fetes a partir de contenidors.



Imatge 3: 'Ciutat dels contenidors' a Londres

Així doncs un altre dels motius pel qual aquest projecte es va decantar per aquesta modalitat de construcció, és perquè és un tipus de construcció de la qual ja es tenen unes certes nocions i de la qual ja s'han determinat i demostrat els seus grans avantatges respecte als mètodes convencionals de construcció. És per això que el que es vol aconseguir amb aquest projecte és la difusió i motivació perquè països a on aquest mètode de construcció no està implementat o no ho està en gran mesura, s'expandeixi i s'implementi.

Entre les grans avantatges d'aquest innovador mètode de construcció, podem destacar les següents:

- **La reducció substancial de temps d'edificació.** Posant d'exemple un bloc de pisos construït a la Ciutat Vella, on el temps aproximat amb el mètode convencional eren de 18 a 24 mesos, van passar a estar construït en 3 mesos.



Imatge 4: Construcció de l'edifici de protecció oficial a Ciutat Vella

- **Reducció del preu de construcció.** Reduint el preu entre un 25% i un 40%.
- **El baix impacte mediambiental.**
- **La modularitat** d'aquests contenidors permet adaptar-los a les edificacions per a la possible construcció de pisos com el comentat anteriorment a la ciutat de Barcelona.
- **La gran disponibilitat del material de construcció** ja que s'estima que hi ha uns 17 milions de contenidors sense cap ús en els ports d'arreu del món esperant a ser reciclats i no perquè el seu estat sigui d'una deterioració extrema, sinó perquè moltes empreses que transporten mercaderies, quan aquesta arriba al seu destí prefereixen abandonar els contenidors per a així estalviar-se el preu de transportar el contenidor buit de retorn a l'origen de l'enviament.



Imatge 5: Contenidors abandonats al port de Lagos Rivers a Nigèria

- **Reducció del preu de compra de la matèria prima.** Al haver tal quantitat de

contenidors sense cap ús, el preu de venda d'aquests contenidors és bastant econòmic. Depenent de les seves dimensions i de l'estat en el que es troba el contenidor, aquest preu variarà.

- **Característiques resistives molt bones.** Motiu pel qual, els fa ideals per a la construcció perquè poden resistir grans càrregues damunt seu.
- **Temps de vida útil semblant als immobles convencionals.** Aproximadament uns 75 anys.

En el cas que ens ocupa, el fet de construir una escola amb aquest mètode de construcció amb les característiques anteriorment anomenades, podria ajudar a pal·liar un problema que és molt present a Catalunya, com són les escoles 'barracons'.

Però realment és merescuda la mala fama que s'han guanyat aquestes instal·lacions prefabricades anomenades 'barracons'? Doncs segons la majoria de fonts consultades, totes arriben a una conclusió semblant, la mala fama és totalment merescuda ja que segons aquestes, la majoria d'aquests mòduls prefabricats presenten una qualitat ínfima que finalment acaben patint els estudiants que acudeixen als centres educatius esmentats. Segons les dades recollides per un informe elaborat per la Federació de Ensenyança de CC.OO la majoria de incidències relacionades amb aquests mòduls són: problemes de qualitats de cobertes, goteres, climatitzacions defectuoses, deficiències en el sistema d'evacuació i emergència, ínfimes qualitats en revestiments, portes, problemes amb l'aïllament, finestres o persianes...

En realitat, les instal·lacions educatives provisionals, com el seu nom indica, tenen un caràcter temporal i s'utilitzen per a garantir l'escolarització adequada de l'alumnat mentre s'executen les infraestructures educatives definitives. El principal motiu de la seva "mala fama" és que el seu ús moltes vegades es prolonga en el temps que s'havia previst, i si a més sumem el fet que es retalla en la qualitat i comoditats dels mòduls a causa de voler destinar una quantitat inferior de diners a les infraestructures, el resultat final no acaba sent el desitjat.

Amb el model de construcció amb contenidors reciclats en el que s'ha basat aquest projecte, molts dels problemes anteriorment esmentats es resolarien. Es tractarien de construccions permanents que compleixen amb tots els requisits marcats pel Codi Tècnic d'Edificació. El seu cost i la seva rapidesa d'instal·lació fan que aquesta solució sigui idònia, a més de que té la avantatge de que es pot convertir en una instal·lació permanent fet que provocaria una millora de la qualitat del centre a més d'aportar estabilitat i millora de la qualitat de l'ensenyament tant a l'estudiantat com als docents del centre.

D'aquesta manera, molts centres d'ensenyament provisionals podrien convertir-se en

permanents guanyant en qualitat i comoditat, a més d'ajudar al departament d'educació en la complicada situació de saturació de l'educació pública en la que es troba.

En aquest projecte, es realitzarà un centre educatiu construït a partir de contenidors marítims reciclats, que compleixi amb els requisits de qualitat i confort exigits seguint la legislació que marca la Generalitat de Catalunya i el Govern d'Espanya que fan referència a aquest tipus de centre.

3. Desenvolupament del projecte

3.1. Anàlisi de les necessitats del centre i normativa

3.1.1. Introducció

Es definirà com a escola l'etapa educativa entre els cursos de educació infantil de segon cycle i primària. La construcció d'aquesta es basarà en els guions de construcció del ministeri espanyol d'educació ('Guía para proyectar y construir escuelas infantiles' [7]) a més de les normatives tant del govern espanyol ('Normas de diseño para los edificios de uso docente' [10]) com les del govern català ('Reial decret 132/2010' i 'Ordre ENS/30/2012') i el document 'Criteris per a la construcció de nous edificis per a centres docents públics' [13].

Així doncs, en l'apartat de desenvolupament del projecte, s'analitzaran les diferents propietats i característiques que hauran de complir i correspondre les diferents seccions de la escola per al correcte desenvolupament de les activitats del centre, seguint sempre les legislacions comentades anteriorment per així, acabar decidint quin tipus de estructura, disseny i tipus de contenidor es triarà per a la escola.

Un punt important que s'hauria de remarcar és que, tot i que la normativa legal vigent adjudica les competències en la construcció de centres educatius a les comunitats autònomes, és cert que el protagonisme dels ajuntaments en la construcció, titularitat i gestió d'escoles infantils ha anat augmentant progressivament fins a gestionar més del 70% del total de les escoles infantils de caràcter públic. Per tant depenent de l'ajuntament de la zona de construcció, pot ser que les legislacions variïn lleugerament.

3.1.2. Establiment dels paràmetres d'estudi

Per a determinar els paràmetres d'estudi que es desenvoluparan en aquest apartat, s'han tingut en compte els texts especificats anteriorment on s'estableixen unes directrius clares per a la construcció de les diferents parts d'una escola així com el seu dimensionament. Així doncs, els punts més importants a seguir per al correcte estudi previ del projecte seran els següents:

- Població i zona de referència.
- Espais requerits.
- Dimensionament.

- Instal·lacions.
- Construcció.
- Equipament necessari del centre.

3.1.3. Població de referència

Determinar la població de referència, serà un punt molt important en el projecte ja que depenent de la població de referència el dimensionament de la construcció serà diferent ja que, no és el mateix una escola per un barri de Barcelona que per a un poble del Pirineu. Per a determinar quina seria la població amb més urgència per a la construcció d'aquestes noves instal·lacions, es realitzarà un estudi a on es determinarà en quina comarca i població hi ha més necessitat de realitzar aquesta construcció.

Segons l'institut d'estadística de Catalunya, a la comunitat autònoma catalana hi ha un total de 5.430 escoles públiques de primària amb el nombre d'alumnes segons la comarca que es mostra en la següent taula:

Alt Camp	2.157	Moianès	20.382
Alt Empordà	8.199	Montsià	734
Alt Penedès	6.094	Noguera	1.955
Alt Urgell	847	Osona	7.433
Alta Ribagorça	217	Pallars Jussà	580
Anoia	6.062	Pallars Sobirà	370
Aran	513	Pla d'Urgell	2.042
Bages	8.381	Pla de l'Estany	2.192
Baix Camp	9.933	Priorat	472
Baix Ebre	4.021	Ribera d'Ebre	1.023
Baix Empordà	6.636	Ripollès	1.059
Baix Llobregat	39.352	Segarra	1.362
Baix Penedès	6.171	Segrià	10.030
Barcelonès	59.416	Selva	8.752
Berguedà	1.550	Solsonès	558
Cerdanya	753	Tarragonès	12.555
Conca de Barberà	865	Terra Alta	580
Garraf	7.218	Urgell	1.750
Garrigues	857	Vallès Occidental	44.201
Garrotxa	2.853	Vallès Oriental	22.953
Gironès	10.619	Catalunya	327.438
Maresme	3.741		

Taula 1: Nombre d'alumnes en centres d'educació primària segons la comarca

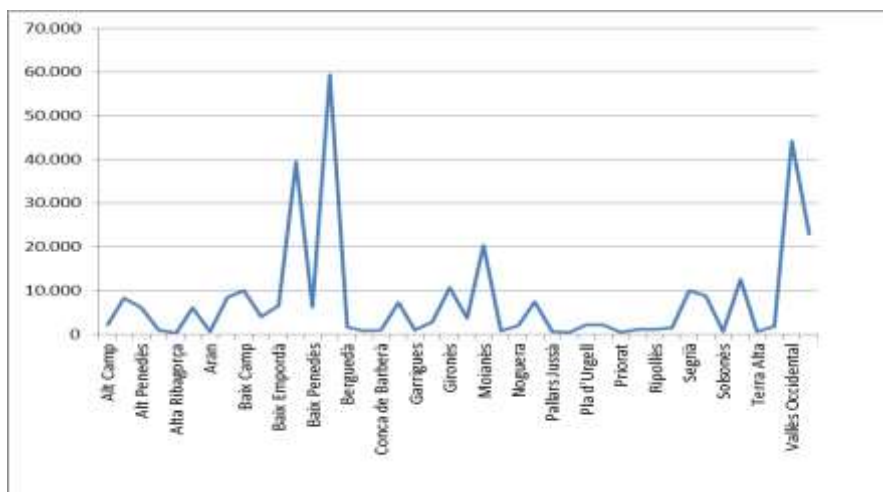


Figura 1: Gràfic del nombre d'alumnes dels centres de primària segons la comarca

Com podem observar tant en la figura 1 com en la taula anterior, la majoria d'aquests alumnes son de les comarques del Barcelonès, Vallès Occidental i Baix Llobregat.

Després d'aquest estudi, s'estudiarà quines comarques és on hi ha una major quantitat d'alumnes, en proporció, en centres amb mòduls prefabricats, per després, poder seleccionar l'àrea i el dimensionament de les instal·lacions. Això es degut a que un dels propòsits del projecte és substituir aquests mòduls per a contenidors reciclats, ja que aquests mòduls molt sovint tenen molts problemes tant estructurals com d'instal·lacions i és per això que seria necessari i recomanable substituir-los per una opció més adequada com són els contenidors reciclats.

Actualment es calcula que hi ha uns 18.792 alumnes catalans que estudien en escoles o instituts públics construïts amb mòduls prefabricats, principalment a les comarques del Gironès i a l'àrea metropolitana de Barcelona amb un total de 85 centres.

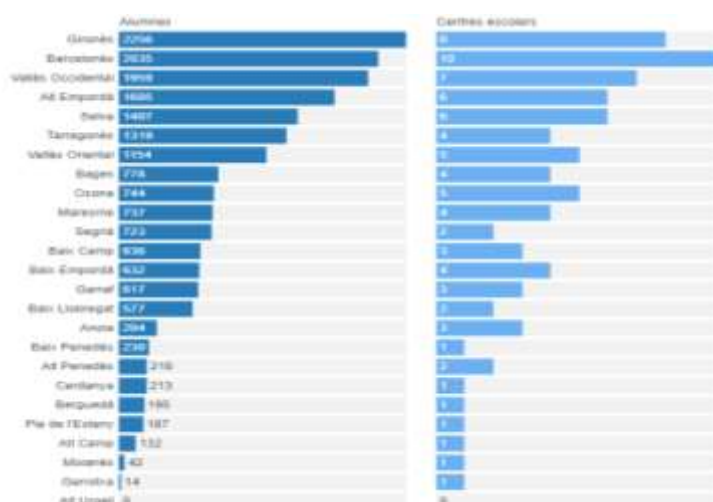


Figura 2: Distribució d'alumnes en escoles amb mòduls prefabricats segons la comarca (dades del curs 16/17) [9]

Dels centres construïts en mòduls, un 66% són escoles davant el 44% restant que es tractarien d'instituts de secundària. Les xifres de les instal·lacions d'aquests mòduls no para de créixer any rere any i és la part més visible dels dèficits de finançament de l'ensenyament públic.

Els motius principals del seu creixement han estat: el gran nombre de places requerides sobretot per part de gent immigrant, en major mesura entre el 2005 i 2010 durant els anys d'explosió demogràfica, i la crisi econòmica, efecte que va originar retallades en l'ensenyament públic entre d'altres sectors.

Així doncs, després de veure les dades mostrades anteriorment, es veu que la majoria de centres construïts amb mòduls prefabricats són escoles. Per això, donat aquest gran nombre de places requerides producte d'aquesta explosió demogràfica i per a realitzar un projecte el més complert possible, s'ha optat per a la realització d'una escola. Tot i que segons les estadístiques, els centres que més falta fan són els instituts, ja que és la franja d'edat que més demanda té, el fet de que el departament d'educació incorporés aquest 2020 34 instituts ha provocat l'elecció d'aquesta opció.

Després d'analitzar tant la taula 1 com la figura 2, es pot comprovar com la comarca del Gironès, sent una comarca amb 10.619 estudiants als centres d'educació primària, té un total de 2256 alumnes en mòduls prefabricats (en instituts i escoles) i un total de 1376 només en escoles (com es pot veure en la taula 2). Això fa que un 13% dels estudiants dels centres d'educació primària d'aquesta comarca estiguin en escoles 'barracó'.

Municipi	Comarca	Centre	Alumnes ▲
Vilablareix	Gironès	Institut de Vilablareix	462
Girona	Gironès	Escola El Bosc de la Pabordia	448
Salt	Gironès	Escola Les Arrels	300
Bescanó	Gironès	Institut La Miquela	269
Sant Julià de Ramis	Gironès	Escola Castellum	262
Quart	Gironès	Escola Nou de Quart	209
Girona	Gironès	Escola Balandrau	157
Salt	Gironès	Sec. d'Institut Salvador Sunyer i Aimeric	149

Taula 2: Alumnes en escoles 'barracó' de la comarca del Gironès [9]

Dit això, es dimensionaran unes instal·lacions estàndard que donin un cop de mà a la complicada situació de la comarca en qüestió. Comprovant el nombre d'estudiants que estudien en l'àrea d'estudi, es calcula que el dimensionament amb contenidors reciclats haurà de ser per a un nombre d'estudiants prop dels **300** alumnes. Aquesta xifra d'alumnes permetrà dimensionar unes infraestructures que gràcies a la modularitat dels

contenidors, sempre es podrien arribar a ampliar en unes futures ampliacions de les instal·lacions.

3.1.4. **Espais requerits**

En qualsevol centre escolar s'han de complir unes normatives tant de funcionament del centre com d'instal·lacions d'aquest. La legislació vigent, tal i com està descrit en el *Reial Decret 132/2010 de 12 de febrer*, estableix els requisits mínims que s'han d'establir en qualsevol centre educatiu ja sigui concertat o públic (els centres privats estan condicionats per l'article 23 de la mateixa Llei la qual només condiona l'obertura i funcionament del centre seguint un altre tipus de requisits mínims), en àmbits com el professorat, instal·lacions, nombre d'alumnes o qualitat de l'impartiment acadèmic per a que l'ensenyament pugui ser de la màxima qualitat tant per als alumnes com per als docents. El text anteriorment citat exposa el següent:

“La Llei orgànica 8/1985, de 3 de juliol, reguladora del dret a l'educació, estableix, a l'article 14, que tots els centres docents, independentment de la seva titularitat, han de reunir uns requisits mínims pel que fa a titulació acadèmica del professorat, relació numèrica alumne-professor, instal·lacions docents i esportives, i nombre de llocs escolars, per impartir ensenyaments amb garantia de qualitat.”

En aquest projecte, les normatives que més interessin són les relacionades amb les instal·lacions, espais i equips que per normativa han d'estar regulat en els centres. Més concretament, la normativa dicta el següent:

“ es remet la regulació dels aspectes tècnics relacionats amb els requisits que han de reunir les instal·lacions docents al que estableix el Reial decret 314/2006, de 17 de març, pel qual s'aprova el Codi Tècnic d'Edificació, on s'estableixen les normes tècniques relatives a la seguretat estructural, la seguretat d'utilització, la salubritat, la protecció contra el soroll, l'estalvi d'energia i la seguretat en cas d'incendi, i fixa, entre altres requisits, una ocupació de 2 metres quadrats per persona en aules infantils, 1,5 metres quadrats per persona a la resta de les aules i 5 metres quadrats per persona en els espais diferents de les aules com laboratoris, tallers, gimnasos, sales de dibuix, etc.”

Així doncs, tenint present la normativa anterior, s'hauran de tenir en compte el Codi tècnic d'edificació així com a l'hora de fer el dimensionament, l'espai mínim personal que marca la legislació per a poder dissenyar correctament els espais del centre.

Els centres docents, a més, han de complir un seguit de requisits pel que fa als espais necessaris que s'han de poder habilitar per al correcte seguiment de les activitats del centre a més dels requisits de les instal·lacions. Aquests requisits són els següents :

- Situar-se en edificis independents, destinats exclusivament a ús escolar.

- Reunir les condicions de seguretat estructural, de seguretat en cas d'incendi, de seguretat d'utilització, de salubritat, de protecció contra el soroll i d'estalvi d'energia que assenyala la legislació vigent. Així mateix, han de complir els requisits de protecció laboral que estableix la legislació vigent.
- Tenir, en els espais on es porti a terme la pràctica docent, ventilació i il·luminació natural i directa des de l'exterior.
- Els centres docents que imparteixin el segon cicle d'educació infantil, han de tenir, a més, accés independent de la resta d'instal·lacions.
- Disposar de les condicions d'accessibilitat i supressió de barreres exigides per la legislació relativa a les condicions bàsiques d'accessibilitat universal i no-discriminació de persones amb discapacitat, sense perjudici dels ajustos raonables que s'hagin d'adoptar.
- Disposar com a mínim dels espais i instal·lacions següents:
 - **Despatxos de direcció**, d'activitats de coordinació i d'orientació.
 - Espais destinats a l'**administració**.
 - **Sala de professors** adequada al nombre de professors del centre, tenint en compte que els centres d'educació primària han de disposar, com a mínim, d'un mestre per cada grup d'alumnes.
 - **Lavabos i serveis higienicosanitaris** adequats al nombre de llocs escolars, a les necessitats de l'alumnat i del personal educatiu del centre, així com d'adaptats per a persones amb discapacitat.
 - Un **pati d'esbarjo**, amb una superfície adequada al nombre de llocs escolars. **En cap cas ha de ser inferior a 900 metres quadrats.**
 - **Biblioteca**, amb una superfície, com a mínim, de **45 metres quadrats** en els centres que imparteixin l'educació primària.
 - **Un gimnàs** amb una superfície adequada al nombre de llocs escolars del centre amb una superfície mínima de 200 metres quadrats.
 - **Una aula per cada unitat** amb una superfície adequada al nombre d'alumnes escolaritzats autoritzats i en tot cas, amb un **mínim d'1,5 metres quadrats per lloc escolar** amb un **màxim de 25 alumnes** per unitat escolar.

- Un espai per cada sis unitats per a desdoblament de grups i un altre per a activitats de suport i reforç pedagògic.
- Una **sala polivalent**, amb una superfície adequada al nombre de llocs escolars autoritzats amb una superfície mínima de 100 metres quadrats.
- **Un pati de jocs** amb una superfície adequada al nombre de llocs escolars autoritzats i mai inferior a 150 metres quadrats per cada sis unitats o fracció.

3.1.5. Dimensionament

Els espais i el seu dimensionament per a una quantitat d'alumnes fixada en 300 és el següent:

Espai	Superfície per unitat (m ²)	Unitats	Dimensionament total (m ²)
Menjador	100	1	100
Aules	50	9	450
Aula d'infantil	55+5	3	180
Sala de professors	45	1	45
Lavabos	18	6	108
Lavabo adaptat	5	3	15
Local de neteja	3	1	3
Sala polivalent	100	1	100
Aules desdoblament	25	2	50
Gimnàs	200	1	200
Vestidor masculí	45	1	45
Vestidor femení	45	1	45
Biblioteca	45	1	45

Pati d'esbarjo	900	2	1800
Despatx de direcció	15	1	15
Espai d'instal·lacions	20	1	20
Magatzem	8	1	8
Sala d'administració i arxiu	30	1	30
Consergeria-reprografia	10	1	10
Cuina amb servei de càtering	45	1	45
Pati de jocs	75	1	75
Total Exterior			1875
Total Interior			1754

Taula 3: Dimensionament dels espais

Molts dels espais s'han fet seguint la normativa establerta en el Reial decret 132/2010 de 12 de febrer on, en molts casos, al ser una escola de dimensions bastant reduïdes s'han agafat les dimensions mínimes marcades per llei. Però hi ha hagut alguns espais que no estaven regulats per la legislació així que s'han fet els dimensionaments a partir d'altres fonts com és el document de 'Criteris per a la construcció de nous edificis per a centres docents públics'. Els casos més importants i a remarcar són els següents:

- **Menjador:** Pel que respecta al menjador, no hi ha cap normativa de dimensionament ni de funcionament al BOE, si que es veritat que hi ha una normativa però només fa referència al concurs públic d'empreses privades per a l'adjudicació de fer el servei de menjador en les escoles públiques. En el cas d'aquesta escola, es tractarà d'un menjador on el menjar es portarà ja fet, el que es coneix com un menjador de servei de menjars, per tant no hi haurà cuina.

Com no existeix aquesta normativa, s'han buscat fonts on s'expliquessin quins serien les dimensions més adequades d'aquest espai i resulta que segons dietista-nutricionista especialitzada en menjadors escolars Gemma Salvador [11], recomana que les taules del menjador no hi hagi més de 10 alumnes per taula i que es mengi per torns per així evitar multituds i excés de soroll.

Per tant, si es fan dos tornos de menjador a 150 alumnes per torn i, després de comprovar les mesures estàndard d'una taula amb capacitat per a 10 persones que són de 2,64 m² per taula, ens acaba donant un valor de 39,6 m² que ocupen només les taules.

Així doncs, per a que hi hagi espai per a circular sense entrebancs i amb espai suficient per al moviment, s'ha calculat deixar un espai de 80 cm entre taules resultat que acaba donant un espai addicional de 16 m². Conseqüentment, s'ha establert que les dimensions del menjador sigui d'uns **100 m²** per així donar una mica de marge per a una possible adaptació si el centre ho cregués convenient. També perquè segons el document 'Criteris per a la construcció de nous edificis per a centres docents públics', els menjadors d'escoles públiques han de mesurar entre 100 i 200 m².

- **La resta dels espais:** Per a la resta del conjunt d'espais, s'ha seguit el Codi d'edificació tècnic i el document 'Criteris per a la construcció de nous edificis per a centres docents públics', en aquest document s'indiquen quina ha de ser la dimensió dels espais com és el cas de lavabos, vestidors, despatx de direcció...

3.1.6. Construcció

En aquest apartat, es tractaran els aspectes a complir pel centre relacionats amb la estructura de l'edifici, posicionament en el solar i sistemes de protecció a instal·lar.

En primer lloc, caldrà començar la projecció de les instal·lacions seguint un sistema modular flexible que pugui permetre modificacions i redistribucions interiors dels espais i més, tenint en compte la característica modular dels contenidors marítims. La situació de les instal·lacions per tant, hauran de permetre ampliacions que afectin el mínim tant al centre com a les zones exteriors a aquest que pugui afectar. Tot i això, s'haurà de tenir present que no es pot sobredimensionar el centre ja que suposaria un augment de les despeses, de temps de construcció i de manteniment.

Tots els espais de l'edifici hauran d'estar connectats mitjançant passadissos o elements de circulació interiors llevat del gimnàs, vestidors i menjador que podran estar separats de l'edifici principal.

La màxima alçada que pot assolir la edificació serà de 3 plantes, en el cas del projecte en qüestió, es podran apilar màxim tres contenidors amb la possibilitat de tenir una planta soterrada.

No oblidar també que el centre haurà de complir diferents requisits de seguretat i complir les regulacions de protecció contra incendis i protecció elèctrica, instal·lació d'un parallamps i instal·lació d'un sistema de seguretat electrònica.

3.1.7. Instal·lacions

En aquest apartat es tractaran les característiques i requeriments de les instal·lacions presents al centre perquè es pugui desenvolupar l'activitat a la escola de forma òptima i seguint la normativa vigent.

- **Sanejament i evacuació d'aigües**
 - Tots els espais humits o amb presa d'aigua (vestidors, cuina, espai de neteja, instal·lacions, etc.) hauran de tenir una bunera sifònica al terra.
 - És obligatori utilitzar una xarxa separativa per a la recollida d'aigües residuals i de pluja.
- **Subministrament d'aigua**
 - El subministrament d'aigua s'ha de realitzar a partir de la xarxa de distribució pública de la localitat del centre.
 - La xarxa de distribució ha d'estar distribuïda en sectors d'acord amb les necessitats del centre, especialment als lavabos, per tal de possibilitar el seu tancament en cas d'avaría.
- **Electricitat**
 - La instal·lació d'electricitat s'ha de realitzar d'acord amb les especificacions establertes al reglament electrotècnic de baixa tensió.
 - El subministrament s'ha de realitzar en baixa tensió, a 380/220V.
- **Enllumenat**
 - La il·luminació interior del centre ha de seguir la normativa d'eficiència energètica de les instal·lacions d'il·luminació.
 - La il·luminació a les aules haurà de garantir un valor d'enlluernament suficient, a poder ser de tipus LED, i un valor d'eficiència lluminosa mínima de 90 lm/W (lúmens per watt).
 - És important controlar que els llums de les pissarres no provoquin enlluernaments directes.
 - Les aules es podran encendre i apagar amb interruptors locals i també es podran encendre i apagar per grups o plantes des del quadre de comandament de consergeria.

- Els nivells lumínics dels diferents espais seran els següents:

Circulacions	150 lux
Aules i espais docents	300 lux
Menjador	200 lux
Gimnàs	300 lux
Aula dibuix	750 lux(pissarra 300)
Laboratoris	500 lux(pissarra 300)
Aula informàtica	300 lux
Aula plàstica	500 lux
Taller	500 lux
Despatxos administració	500 lux
Cuina	150 lux(zona treball 300)
Biblioteca	500 lux
Lavabos i serveis	200 lux
Pistes esportives	200 lux

Taula 4: Nivell lumínic estipulat (lux=lúmen/m²)

▪ Climatització

- El sistema de calefacció serà centralitzat .
- Es distribuirà el sistema de calefacció i ventilació per zones en funció de l'espai per així reduir despeses.
- El sistema ha de permetre un sistema automàtic de regulació de la temperatura en funció de la temperatura exterior per a estalviar energia.
- La sala de calderes s'ha d'ubicar en plantes construïdes sobre el nivell del carrer o al primer soterrani.
- Caldrà instal·lar un sistema de detecció d'incendis a la sala de calderes.

3.1.8. Equipament necessari del centre

En aquests centres s'ha de diferenciar entre l'equipament que ha d'incorporar el projecte i quin és subministrat pel departament d'educació una vegada acabades les obres.

En el cas del departament d'educació, aquest és l'encarregat de subministrar el següent:

- Taules
- Cadires
- Penjadors
- Pissarres
- Taulells de suro
- Prestatges
- Armaris

En el cas de l'equipament fix que ha d'incloure el projecte han de donar resposta als

requeriments funcionals de cada espai. L'equipament que es requereix és el següent:

- Taulell d'atenció al públic ubicat a consergeria
- Taulell d'administració
- Inodors, urinaris i rentamans.
- Aigüeres tant a la cuina com a les aules.
- Càtering: Bancs de treball
- Vestidors: bancs i prestatges.
- Lavabos: miralls i elements dispensadors de paper

3.2. Estudi dels contenidors marítims



En aquest apartat, s'estudiaran totes les característiques, tipologies i usos dels contenidors marítims. En l'apartat de justificació del treball, ja s'ha parlat de les diferents avantatges que tenen els contenidors marítims reciclats respecte els mètodes convencionals de construcció i s'han presentat informacions bàsiques sobre ells, per tant, com ja s'ha tractat amb antelació, en aquest punt es parlarà més sobre característiques tècniques i altres dades d'interès relacionades amb els contenidors marítims.

La gran quantitat de transaccions comercials entre països d'arreu del món, ha provocat l'ús d'una gran quantitat de contenidors. Aquests són utilitzats per al transport de mercaderies de diferents tipus de dimensions (sempre dins uns marges) i requeriments de transport. És cert que per a realitzar l'enviament, els contenidors s'intenten adaptar el màxim possible a la càrrega a transportar ja que n'hi ha de diferents mides i característiques, per tant, depenent del volum de la mercaderia que es transporti, es pot triar el contenidor que més interessi.

Donat que les mercaderies que es transporten són molt diverses tant en dimensions com en requeriments del transport, existeixen diferents modalitats de contenidors seguint, això sí, la normativa ISO que garanteix la estandardització dels enviaments, és a dir, aquesta normativa estableix unes dimensions, resistència i durabilitat dels contenidors a partir dels materials i geometria del contenidor. El que vol garantir aquesta normativa és que el contenidor pugui suportar diferents tipus de modalitat del transport així com aguantar condicions climàtiques adverses sempre mantenint la seva geometria i carrega intactes.

Aquesta normativa és de gran interès per a la realització del projecte, ja que garanteix una homogeneïtat en els contenidors que es compraran per a la construcció de l'estructura coneixent les seves característiques més importants i que més interessin per al projecte.

Per a tenir una visió més ampla de la tipologia de contenidors (que segueixen la normativa ISO) s'anomenaran i es comentaran els diferents tipus que existeixen:

Tipus de contenidor	Característiques	Imatge
Contenidor marítim de 20 peus	<p>Són els més utilitzats actualment per a realitzar tot tipus d'enviaments internacionals amb mercaderies.</p> <p>Llargària interior: 5,90 m</p> <p>Amplada interior: 2,35 m</p> <p>Alçada interior: 2,39 m</p> <p>Capacitat: 33 m³</p>	
Contenidor marítim de 40 peus	<p>Al igual que el de 20' també s'utilitza per al transport de mercaderies i a més es pot fer servir com a magatzem.</p> <p>Llargària interior: 12,03 m</p> <p>Amplada interior: 2,35 m</p> <p>Alçada interior: 2,55 m</p> <p>Capacitat: 76 m³</p>	

<p>Contenedor marítim Open Top de 20 o 40 peus</p>	<p>La seva diferència amb els contenidors estàndard, és que tenen la tapa superior oberta i són emprats per a càrregues que no entrarien per la porta del contenidor.</p> <p>Llargària interior: 5,89-12 m</p> <p>Amplada interior: 2,35- 2,35m</p> <p>Alçada interior: 2,18-2,27 m</p> <p>Capacitat: 32-65 m³</p>	
<p>Contenedor marítim Flat Rack de 20-40 peus</p>	<p>Dissenyats per transportar càrregues més pesades i amples del normal.</p> <p>Llargària interior: 5,7-11,83 m</p> <p>Amplada interior: 2,23- 2,23m</p> <p>Alçada interior: 2,26-1,98 m</p> <p>Capacitat: - m³</p>	
<p>Contenedor refrigerador de 20-40 peus</p>	<p>Contenidors amb sistemes de refrigeració que permeten controlar la temperatura de l'interior. Serveixen per transportar mercaderies que requereixin d'una certa temperatura</p> <p>Llargària interior: 5,72-11,83 m</p> <p>Amplada interior: 2,27- 2,29m</p> <p>Alçada interior: 2,12-2,12 m</p> <p>Capacitat: 26 – 60 m³</p>	

Taula 5: Modalitats i tipologies de contenidors

Després de comprovar les diferents tipologies de contenidor, s'haurà de buscar la millor solució per a trobar els contenidors que satisfacin les propietats i característiques que es volen per a la realització del projecte.

La millor de totes les solucions, són els contenidors marítims de 40 peus ja que aquests són els utilitzats en construccions que ja es fan actualment. Això si, el model que s'agafarà no és el estàndard, sinó que és una versió que s'anomena 'High Cube' que es caracteritzen per tenir una alçada superior als normals. Així doncs, amb aquesta alçada extra de 2,70 metres es complirien un dels requisits del codi tècnic d'edificació on els sostres han d'estar a una alçada mínima de 2,5 metres.

Per veure més detalladament la informació d'aquesta modalitat de contenidor, es mostrarà en la següent taula totes les seves dimensions així com d'altres característiques que ens ajudaran alhora de fer el projecte:

Llargada interior	Amplada interior	Alçada interior	Llargada exterior	Amplada exterior	Alçada exterior	Capacitat	Pes net	Càrrega màxima
12,19 m	2,35 m	2,70 m	12,38 m	2,40 m	2,89 m	76 m ³	4.020 Kg	26.460 Kg

Taula 6: Dimensionament de contenidors 'High Cube' de 40 peus

En l'apartat de dimensionament, es van comprovar que per a la realització de la escola es caldrien uns **1754,6 m²** en total per a la edificació de la escola. Donades les mesures anteriors, la superfície utilitzable de cada contenidor és de 28,3 m² i per tant el nombre de contenidors que es necessitarien seria d'uns **62 contenidors**.

3.2.1. Selecció del contenidor

Un cop hem seleccionat la tipologia del contenidor amb el que realitzarem la construcció, es procedirà a fer un estudi de mercat per tal de trobar els contenidors que compleixin millor tant els requisits com les dimensions establertes.

Un dels paràmetres que serà prioritari a l'hora de triar el contenidor, és que aquest no sigui nou ja a que un dels principals objectius del treball, és la reducció de l'impacte ambiental del projecte de construcció a més d'intentar reduir els residus que generen aquests contenidors.

Per tant les opcions que es tindrien serien o bé un contenidor que ha fet diversos viatges i que per motius de deteriorament s'ha acabat abandonant o bé un contenidor que ha fet un o pocs viatges que simplement s'ha abandonat per estalviar el preu de retorn a l'origen de l'enviament.

El preu d'aquest tipus de contenidors és molt variable ja que depenen de molts factors com per exemple la quantitat de contenidors que es compren, l'estat del contenidor, la urgència a vendre que té el venedor... Per tant els preus són molt aproximats i tot i que en plataformes com 'ebay' o 'MilAnuncios', entre d'altres, hi ha contenidors molt més econòmics que venen particulars, s'ha volgut consultar en fonts més oficials per a poder fer una correcta estimació d'una compra de contenidors de gran dimensions.

A continuació es mostrarà una taula comparativa segons la tipologia de contenidor i el seu preu de mercat que s'ha trobat en diverses pàgines web americanes que es dediquen a la venda de grans quantitats de contenidors usats o nous:

Tipus de contenidor	Estat del contenidor	Preu
Contenidor High Cube de 40 peus	Nou	5.000\$ - 6.020\$
Contenidor High Cube de 40 peus	1 viatge	4.000\$ - 4.500\$
Contenidor High Cube de 40 peus	>1 viatge	2.630\$ - 3.100\$

Taula 7: Preus de contenidors 'High Cube'

Després de veure totes les opcions, s'ha optat per la compra dels contenidors que han fet un viatge ja que aquests en la majoria d'ocasions, presenten un estat gairebé nou i té una diferència de preu amb els nous més que notable. Els contenidors que tenen un major ús i viatges, tot i que són més econòmics, s'han acabat descartant ja que tenen més possibilitats d'haver patit deformacions o danys en la estructura que provocarien una reparació que costaria temps i diners. Per tant, per evitar riscos i inversions innecessàries, s'optarà per als contenidors d'un viatge.

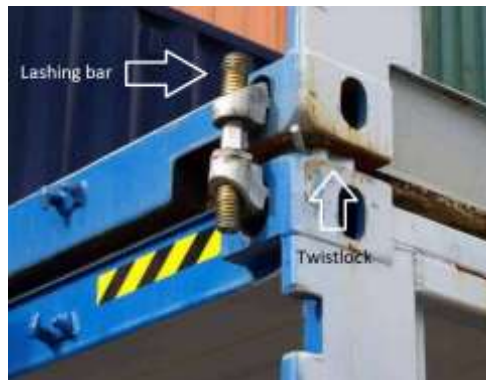
La inversió total que es destinarà als contenidors serà de 263.500\$ que en euros resulta, amb el canvi a gener de 2021, un total de **216.070€**.

3.2.2. Unió entre els contenidors

Per a la correcta disposició dels contenidors que s'acabi determinant, caldrà comprovar quina és la millor manera d'unir-los per a que la unió dels contenidors acabi sent la desitjada. Cal recordar que els contenidors són estructures independents per si soles i

que només amb la unió entre ells, es podrà aconseguir el projecte de la escola que es vol plantejar en aquest treball.

Quan els contenidors transiten per rutes marítimes, són apilats sobre la coberta de grans vaixells de càrrega i han de ser capaços de resistir en la posició en la qual han estat col·locats en les condicions meteorològiques més severes. Per a resistir forts vents, onatge i els moviments del vaixell, els contenidors són units entre ells amb uns ancoratges anomenats '*twistlocks*' que asseguren i mantenen units els contenidors entre si. A més, són assegurats entre ells amb barres d'amarrament, anomenades '*lashing bars*', per a proporcionar més estabilitat al conjunt.



Imatge 6: Unió de contenidors per 'twistlock' amb barres d'amarrament

Tot i que en el món del transport marítim les unions entre els contenidors siguin aquestes, existeixen altres possibles unions orientades al sector de la construcció. Si es volgués realitzar una unió permanent entre els contenidors, es podria optar per la **soldadura** d'aquests. La soldadura permetria augmentar la protecció a possibles filtracions d'aigua a més de fer més sòlides i millorar les juntes que unirien als contenidors. Tot i aquests avantatges que es tindrien amb aquesta unió, el fet que aquesta sigui permanent, ocasiona que la modularitat dels contenidors es perdi ocasionant possibles inconvenients si finalment es decidissin fer possibles ampliacions.

Per tant, s'optarà per la opció dels '*twistlocks*', sempre i quan els contenidors no formin un espai comú, que permetria seguir oferint la modularitat dels contenidors i a més aportarien al sistema de contenidors millores en les propietats estructurals ja que augmentaria la capacitat dels contenidors a resistir esforços de tracció i compressió. Tot i això, els avantatges que originaven la unió amb soldadura, són els punts febles de la unió dels contenidors seleccionada, ja que la protecció de les juntes empitjoraria i podria ocasionar filtracions d'aigua.

En termes econòmics a més, la unió dels contenidors amb el mètode dels '*twistlocks*' és molt més econòmica ja que podem trobar-los de segona mà i fins i tot, abandonats en ports juntament amb els contenidors. N'és possible arribar a trobar per uns **25€ la**

peça juntament amb les barres d'amarrament.

3.2.3. Processos d'adaptació dels contenidors

Obertures i talls

Els processos que s'hauran de seguir per a l'adaptació dels contenidors a les necessitats del centre, seran bàsicament les obertures i talls que es realitzaran a les parets metàl·liques dels contenidors. Aquestes són necessàries ja que molts dels espais que es requeriran per a la escola, requereixen les dimensions de més d'un contenidor i per tant, aquestes obertures permetran el correcte dimensionament dels espais. Recordar que quan això passi, la unió entre els contenidors serà mitjançant el mètode de la soldadura ja que seran espais de dimensions fixes amb possibles ampliacions que seguiran el mateix mètode.

Fonaments

Els fonaments d'un edifici són una de les parts més importants d'aquest ja que la estabilitat de l'edifici depèn d'aquests fonaments. A més s'encarreguen de distribuir la càrrega que ha de suportar la base dels contenidors inferiors al terreny on està edificat.

Els fonaments que s'empren en les construccions amb contenidors, són exactament els mateixos que s'emprarien en qualsevol altre tipus de construcció, l'única diferència és que el fonaments en les construccions amb contenidors són molt més senzills, fet que provoca una reducció en els terminis d'execució dels fonaments així com una reducció a nivell econòmic.

3.3. Disseny

Per a realitzar el disseny de la escola, s'hauran de tenir en compte totes les restriccions i requisits que s'han comentat en anteriors apartats, així com intentar fer la distribució de la escola de la manera més enginyosa per a poder realitzar un projecte amb un pressupost ajustat i que compleixi les necessitats dels alumnes, docents i persones que treballin al centre.

A Espanya actualment, no hi ha cap escola que s'hagi arribat a construir amb aquesta metodologia de construcció i per tant no hi ha cap referent d'escoles a nivell estatal. Tot i això, hi ha diferents escoles construïdes arreu del món, com al Regne Unit o els Estats Units, que es prendran com a referents per a la construcció tot i que les normatives amb aquests països, són diferents i per tant s'haurà d'adaptar a la normativa catalana.

3.3.1. Treball i especificacions prèvies

En primer lloc i per a començar correctament la distribució del centre, s'hauran de diferenciar dos edificacions que seran la zona de infantil i la zona de primària. Com es comentava en els requisits del Reial Decret 132/2010 de 12 de febrer, aquests dos espais han de tenir accessos independents i per tant s'ubicaran en blocs de contenidors separats.

També seria interessant recordar, que un dels aspectes més interessants dels contenidors és la possibilitat de que aquests es puguin apilar, així doncs i per a reduir l'espai emprat per a la edificació, s'intentarà que la construcció tingui més d'un pis (no més de tres ja que per normativa no es pot) així com de planta baixa soterrada. L'estudi de la estructura y forces que s'hauran de suportar per als contenidors a causa del seu apilament no s'estudiaran en aquest projecte ja que en principi no hi hauria cap problema per a que suportessin aquest pes ja que en el seu ús en els ports o en els vaixells de càrrega aquests poden arribar a ser apilats per fins a 12 contenidors com a màxim.

Un dels aspectes que són més curiosos a l'hora de fer aquestes edificacions, és que per a estalviar-se el màxim nombre de contenidors, normalment s'intenta que no hi hagi passadissos, és a dir, s'intenta separar les diferents sales amb portes i parets però fent que els passadissos siguin exteriors, més o menys com el que succeeix amb els mòduls prefabricats de les escoles on només es disposen les sales però els passadissos són exteriors així com les escales per pujar de planta. Es pot veure en les següents imatges 7 i 8 com s'intenta que els contenidors siguin només usats com a aules i que tant les escales com els passadissos siguin exteriors per a maximitzar l'espai útil dels contenidors.



Imatge 7: Centre escolar londinenc



Imatge 8: Greenland's School, Mèxic

3.3.2. Distribució dels espais i de les edificacions

Al ser un projecte on les dimensions necessàries a construir són bastant grans, s'ha decidit no fer només un sol bloc de contenidors sinó que es dividirà en diferents blocs de contenidors per a poder fer un espai més còmode i poder dividir millor les zones.

El disseny contarà doncs amb **4 blocs de contenidors** que consistiran en els següents:

- **Bloc d'infantil.**
- **Bloc de primària.**
- **Bloc d'espais comuns.**
- **Bloc d'espais d'activitat física.**

Aquesta divisió s'ha fet ja que, tot i que seria interessant reduir al màxim l'espai emprat per a la edificació, el fet de tenir tantes sales a construir per normativa ha fet que intentar ajuntar-les totes en un mateix espai respectant les normatives hagi estat impossible. A més s'ha intentat separar aquests espais per possibles problemàtiques de soroll, higiene i seguretat que es poguessin patir. A més, com es mostra en la imatge 7, moltes de les escoles ja construïdes fan servir aquest mètode de distribució més espaiat per a la organització de la escola.

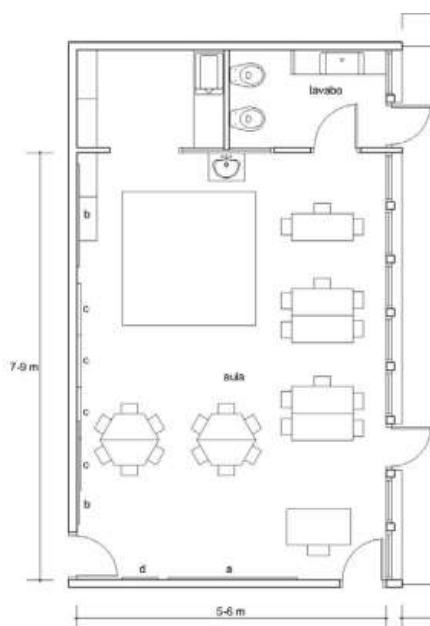
Així doncs a continuació es mostraran les distribucions de cada bloc de contenidors així com els plànols d'aquests com el de les sales existents.

3.3.2.1. Bloc d'infantil

Aquest bloc en qüestió, és un bloc que ja per normativa s'havia de separar de la resta de

la edificació i per tant ja des d'un començament s'havia plantejat amb aquesta idea. Aquest bloc contarà amb les tres classes de segon cicle d'infantil com són: P-3, P-4 i P-5. Com ja es va recordar anteriorment, en aquest projecte només es tindrà en compte la estructura i distribució interna, per tant el pati de jocs que s'hauria de construir no es mostrarà en el croquis.

En aquest cas, el plànol d'una de les classes dissenyades per a la secció del segon cicle d'infantil, hauria de fer una cosa semblant a la següent:



Imatge 9: Croquis d'una classe d'educació infantil

Es pot comprovar com en el croquis, a més de l'aula en qüestió, es requereix d'un lavabo i és per això que aquestes aules són més grans que les aules de primària convencionals. Això ha ocasionat que es necessiti més superfície per a fer aquestes aules provocant l'adquisició de més contenidors.

Per a dissenyar les tres classes amb els seus corresponents lavabos, s'han hagut d'emprar **7 contenidors** per a que les mesures correspongessin amb les especificades. La distribució d'aquests contenidors, amb el seu croquis corresponent, està en l'apartat d'annexos.

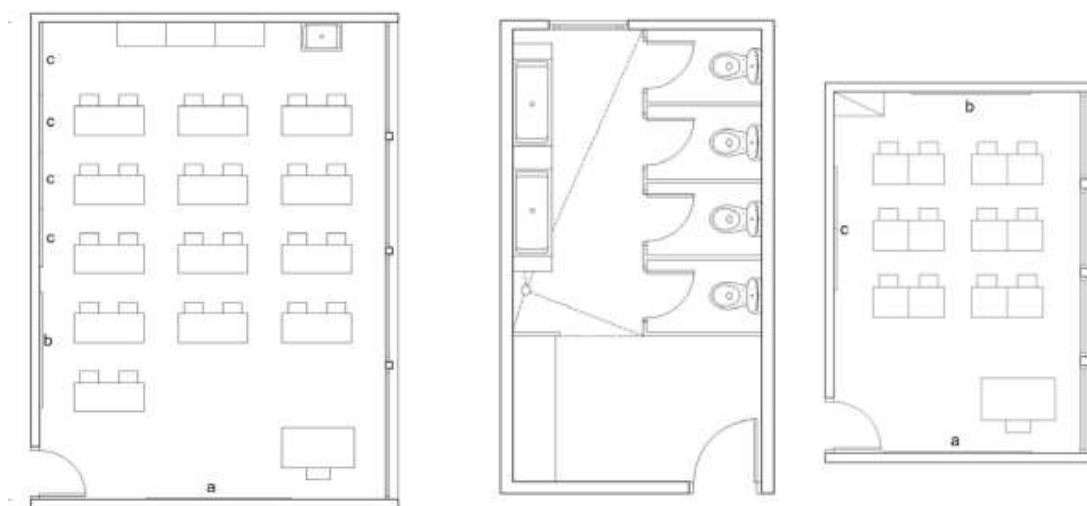
Com es pot comprovar en l'annex on es mostra el croquis d'aquest espai, es tracta de 6 contenidors col·locats paral·lelament i units de dos en dos per a distribuir l'espai en 3 aules a més d'un setè contenidor, que s'ha posat a l'extrem en perpendicular a la resta de contenidors per a poder tenir l'espai necessari per als lavabos que tindran les obertures i separacions necessàries que es comentarà en propers apartats en més detall. Les aules són totes igual i tindran accés exterior a cadascuna d'elles on tindran

accés a un lavabo per a cada aula.

3.3.2.2. Bloc de primària

Per a realitzar el bloc de primària, s'han tingut en compte certs aspectes com la inclusió de lavabos, així com de lavabos adaptats, per a fer més còmode aquest espai per als alumnes. A més també s'han inclòs les aules de desdoblament per a fer un edifici només de docència i així poder separar els edificis segons la funció que fan.

En aquest bloc podem diferenciar 4 tipus d'espais diferents com són: les aules convencionals, les aules de desdoblament, els lavabos i els lavabos adaptats. A continuació es mostraran els croquis dels diferents espais que formaran aquest bloc:



Imatge 10: Croquis d'una aula de primària

Imatge 12: Croquis d'un lavabo

Imatge 13: Croquis aula desdoblament

En aquest espai es podrà trobar totes les aules de primària, és a dir, des de primer fins a sisè, que ocuparan un total de 18 contenidors a dos contenidors per aula.

En l'apartat de dimensionament, es va comentar que es realitzarien un total de 9 aules per a satisfer el requisit d'alumnes que es va planificar. Això, ha comportat que no hi hagués un nombre d'aules homogeni i per tant, es va procedir a realitzar un estudi per comprovar en quin cicle serien més necessàries aquestes aules.

Segons l'institut d'estadística de Catalunya, actualment en la comarca del Gironès hi ha un total de **10.619 alumnes** que estan cursant la educació primària en el sector públic mentre que només hi ha **6.570** que cursen la educació infantil (s'ha de tenir en compte que aquest valor també inclou els alumnes que cursen educació infantil de primer cicle, del 0-3 anys, i que aquests alumnes no serien d'estudi per a la escola del projecte). És per això, que les 3 aules sobrants que quedarien per assignar es destinaran a la primària per a satisfer la major demanda que suposa aquest període educatiu. Aquestes

tres aules però, al poder variar el nombre d'alumnes per curs, no es definiran el curs exacte de cadascuna d'aquestes i es farà càrrec el centre, depenent de la demanda, d'establir-ne el curs que emprerà aquestes aules.

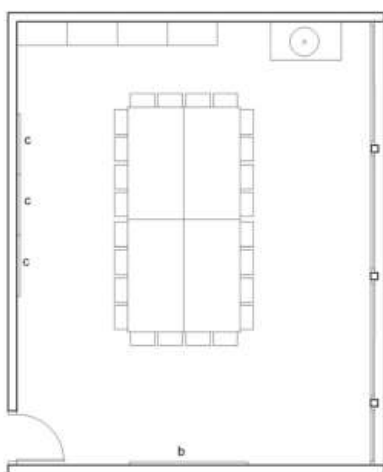
Un cop solucionada la distribució de les aules (mostrades en l'annex), es van pensar les formes més enginyoses per a distribuir aquest bloc de contenidors per tal que fos el més homogeni possible i que tots els contenidors formessin una distribució simètrica. Així doncs i al poder edificar fins a 3 plantes, es va decidir construir 3 blocs d'aules separades per 3 contenidors superposats distribuïts de manera que, a cada bloc d'aules s'ubiquin cadascun dels cicles de primària més una aula extra en la part superior i en els contenidors superposats, s'ubiqui en la planta inferior un lavabo amb un lavabo adaptat per a facilitar l'accés a les persones amb minusvalidesa física, en la segona planta un altre lavabo sense cap adaptat i per últim en la planta superior, una aula de desdoblament. La distribució dels espais i de cada planta del bloc es trobarà en l'apartat dels annexos.

Una anotació que s'hauria d'aportar de forma explicativa al croquis, és l'accessibilitat de cada espai, ja que tot i que entre els espais que estan en contacte hi ha portes que permeten la entrada i sortida, també es construiran escales en la part exterior, així com passadissos, per a que l'accés a cada planta es faci per la part exterior.

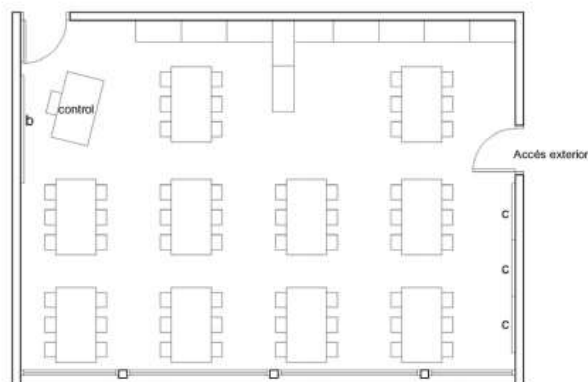
3.3.2.3. Bloc d'espais comuns

En aquest bloc de contenidors s'ubicaran tots els espais dedicats a la administració, professorat, instal·lacions i logística. En aquest bloc trobarem els següents espais:

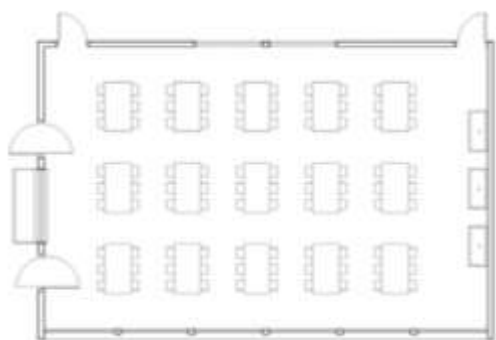
- Magatzem.
- 2 lavabos i un lavabo adaptat.
- Una biblioteca.
- Un espai per a les instal·lacions.
- Una aula per professors.
- El despatx de direcció.
- La consergeria i la entrada.
- El menjador.
- La cuina.
- El arxiu i la secretaria.
- La sala per als utensilis de neteja.



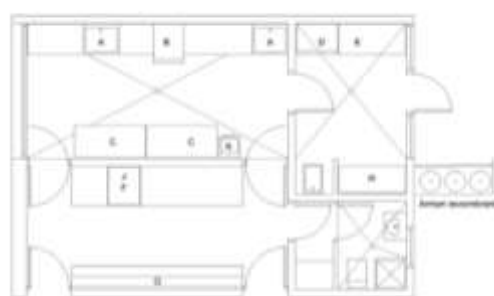
Imatge 14: Croquis sala de professors



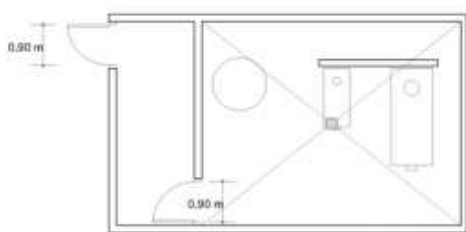
Imatge 15: Croquis biblioteca



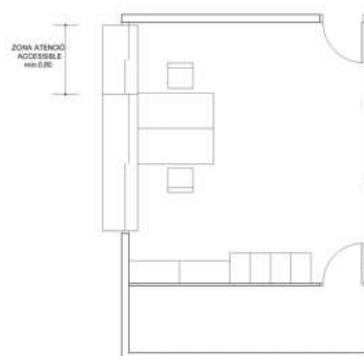
Imatge 16: Croquis del menjador



Imatge 17: Croquis de la cuina



Imatge 18: Croquis espai per a les instal·lacions



Imatge 19: Croquis de la secretaria i l'arxiu

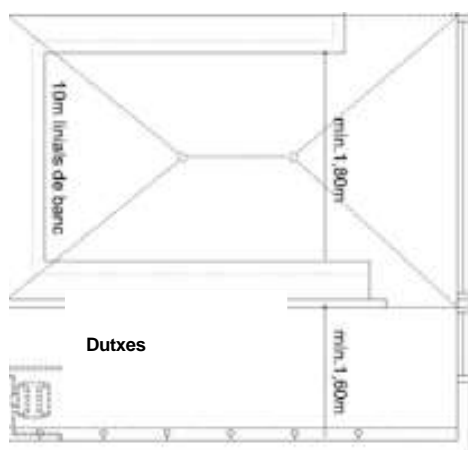
Aquest bloc de contenidors, consistirà només en una única planta principalment perquè l'accessibilitat sigui millor per a tothom i també perquè per normativa tant la cuina com el menjador han d'estar a la planta baixa i per tant s'han distribuït tots els espais en aquesta mateixa planta. S'ha volgut separar aquest bloc d'edificis tant del de primària com el d'activitat física, perquè si es feia un conjunt, les dimensions d'aquest podien no arribar a complir la normativa a més de que la distribució dels espais podria ser un embolic. A més, s'ha tingut en compte el soroll que es pogués originar i es creu que la solució proposada és la millor per al correcte desenvolupament de la activitat docent. Així doncs el croquis d'aquest bloc es podrà trobar també en els annexos.

Com a un apunt al croquis, comentar que l'espai de la entrada i consergeria, s'ha fet més gran del que dicta la normativa per a que el pas de les persones fos més fluid a més d'oferir un espai més obert.

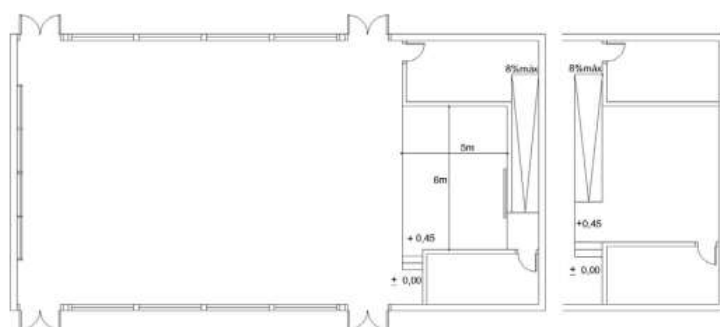
3.3.2.4. Bloc d'espais d'activitat física

En aquest bloc es podrà trobar totes les sales relacionades amb l'activitat física com són la sala polivalent i el gimnàs. La sala polivalent a més de poder utilitzar-se com a sala per a realitzar activitats, també pot ser emprada per a xerrades del centre escolar o reunions de pares. Per tant i per a que el soroll no sigui molest, es tindrà en compte a l'hora d'aïllar acústicament ambdues sales.

Es tractarà d'un bloc de dues plantes on en la planta inferior es podrà trobar la sala polivalent a més dels dos vestidors (un masculí i un femení) i en la planta superior s'ubicarà el gimnàs. També tindrà accessos per escales per l'exterior dels contenidors a més d'entrades directes als vestidors des de l'exterior per al seu ús fora de l'horari escolar.



Imatge 20: Croquis dels vestidors



Imatge 21: Croquis del gimnàs

En els annexos també es podrà observar la distribució d'aquest bloc en les seves dues plantes. Indicar que el gimnàs a més de la sala principal, contindrà un escenari d'uns 30 m² i de dos magatzems per a l'emmagatzematge del material.

3.4. Adaptació dels contenidors marítims

Després d'haver dissenyat la distribució de la escola, es procedirà a la seva construcció i conseqüentment, a les adaptacions que s'hauran de fer als contenidors perquè compleixin el disseny establert. Per tant, en els apartats que es mostraran a continuació, s'explicarà els procediments que es duran a terme per a la construcció de la escola.

3.4.1. Fusteria exterior

Un cop ja s'han determinat els croquis per a la construcció, s'haurà de determinar el nombre de portes, finestres i parets divisòries, així com les parets dels contenidors que s'hagin de treure, per a poder començar la construcció.

▪ **Bloc infantil**

- Nombre de portes: 6
- Parets divisòries: 0
- Finestres: 3 (una per lavabo) i 12 a les aules (3 per paret divisòria)
- Parets a demolir: 3
- Contenedors necessaris: 7

▪ **Bloc primària**

- Nombre de portes: 29
- Parets divisòries: 4 (lavabos adaptats)
- Finestres: 8 (dues per lavabo) i 42 a les aules (5 per a cada aula dels extrems del bloc i 4 a les aules centrals i de desdoblament)
- Parets a demolir: 9
- Contenedors necessaris: 24

▪ **Bloc sales comuns**

- Nombre de portes: 19
- Parets divisòries: 8
- Finestres: 4 (dues per lavabo) i 13 als altres espais (1 al despatx de

direcció, 1 a l'aula de professors, 2 a la biblioteca, 1 a la sala d'instal·lacions, 2 a la cuina, 4 al menjador i dues a la biblioteca)

- Parets a demolir: 7
- Contenedors necessaris: 17

▪ **Bloc activitat física**

- Nombre de portes: 7
- Parets divisòries: 2
- Finestres: 14 (3 per vestidor, 2 sala polivalent i 9 gimnàs)
- Parets a demolir: 13
- Contenedors necessaris: 14

3.4.1.1. Portes

Les portes, tal i com descriu el document de 'Criteri per a la construcció de nous edificis per a centres docents públics', han de garantir les exigències d'aïllament acústic que marca la normativa (30 dbA entre les unitats d'ús i les zones comunes). També es recomana la utilització de portes de material resistent als impactes i al frec a més de que han de tenir dispositiu d'accionament amb clau excepte si són dels serveis de lavabos d'ús públic i les situades a les vies d'evacuació.

Les referències que fa aquest document sobre les dimensions d'aquestes portes són que han de tenir una amplada de 1,23 m si són portes d'accés als espais del centre i de 0,80 m d'amplada si són portes interiors a l'edifici com les que s'usarien en lavabos, vestidors i aules. En parts com la cuina, sortida del menjador o la entrada a consergeria es posaran portes més grans a causa de la major afluència de gent passant per aquests espais.

Així doncs es tindran dos models de porta al centre, unes per a l'interior de la escola i unes altres per a les entrades i sortides de persones del centre com serien la de la entrada, cuina i menjador. Les altres portes que donen a l'exterior, al no tenir una afluència de gent tant gran passant per allà, tindran mides estàndard. Per tant els diferents models de porta seran els següents:

Portes d'accés al centre

Les portes d'accés al centre tindran unes dimensions de 1,23 m d'amplada i de 2,50 m

d'alçada (tant l'alçada com l'amplada estan regulades per la normativa). Això permetrà la correcta circulació de les persones que es disposin a passar per aquests espais. En el cas d'aquest projecte, es caldran **6 d'aquestes portes** que es situaran al gimnàs, sala polivalent, entrada, entrada i sortida del menjador i finalment a la sortida exterior de la cuina.

La porta que es va seleccionar per a complir la funció especificada, és una porta d'alumini d'una fulla amb aïllament tèrmic i acústic amb un preu de 427€ per unitat que fan un total de **2.562€**.

Portes interiors

Les portes interiors del centre, tindran unes dimensions de 0,80 m d'amplada i 2,10 m d'alçada. Per a complir aquestes especificacions, s'ha seleccionat una porta interior abatible de color blanc amb acabat lacat amb aïllament tèrmic i acústic. El seu preu és de 219€ per unitat per al total de **55 portes**, que ascendiria a un total de **12.045€**.

3.4.1.2. Finestres

Les finestres, tal i com descriu el document de 'Criteri per a la construcció de nous edificis per a centres docents públics', han de ser d'alumini amb un gruix mínim de 1,5 mm amb tancament de vidre i, si pot ser, amb tancament de pont tèrmic i que garanteixin ventilació i aïllament acústic. Aquestes, han de garantir a l'aula una superfície d'il·luminació d'entre el 20% i el 25% de la seva superfície útil a més de que permetin una ventilació natural que sigui de com a mínim el 10%. Aquestes finestres és recomanable que siguin de fulles corredisses per a no condicionar l'ús de l'espai i evitar així possibles impactes.

Per a calcular el nombre de finestres que es necessitarien, es va consultar la normativa corresponent que indica que en aquestes tipologies d'edificis, la superfície de vidre a l'exterior respecte a la superfície total de l'edifici, s'ha de situar entre el 16 i 22% i cal ajustar la superfície del vidre a aproximadament el 50% de la façana de l'edifici.

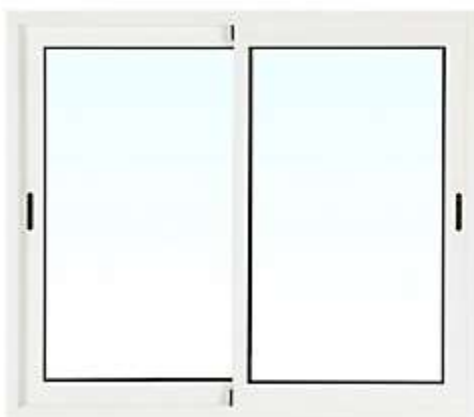
Pel que correspon a la normativa dels diferents espais, la cuina ha de disposar d'obertures que permetin la ventilació i tant els lavabos com vestuaris han de tenir vidres amb butiral blanc i un sistema d'obertura que no permeti veure l'interior dels espais.

Així doncs, en els vestidors i en els lavabos, es posaran finestres de 70x60 cm d'alumini amb butiral blanc, tancament de vidre i moviment osci-lobatent amb un cost de 95€ cadascuna amb un cost total de **1.710€** per al total de les finestres necessàries i que es mostra en la següent imatge:



Imatge 22: Finestra per als lavabos i vestidors

Pel que fa a la resta d'espais, hi ha una normativa que estipula que no hi pot haver menys de 1,10 m entre el terra i la part inferior de la finestra per seguretat i per evitar el risc de caigudes. Per això, en la resta d'espais, es colocaran finestres d'alumini correderes de 1,8x1,6 m ja que així es respectarà aquesta alçada mínima i es garantitzaran els criteris d'il·luminació natural, aïllament tèrmic i acústic i ventilació. El seu preu és de 177€ per unitat amb un preu total de **13.806€** per al total de 78 finestres necessàries.



Imatge 23: Finestra per al conjunt d'espais

3.4.2. Passadissos i escales

Segons la normativa recollida al document de 'Criteri per a la construcció de nous edificis per a centres docents públics', l'amplada mínima dels passadissos hauria de ser d'uns 1,60 m per als d'ús públic, és a dir, per a l'accés a les aules i als espais docents.

En canvi, els passadissos d'ús restringit com els que donen accés a la sala de les instal·lacions o a administració, ha de ser de 1,20 m (aquestes referències ja es van tenir en compte a l'hora de fer el croquis).

Respecte a les escales, segons el criteri del departament d'educació, totes les escales tindran una normativa igual independentment de la freqüència amb la que són usades mentre aquestes siguin públiques, és a dir, les dimensions d'unes escales per l'accés a espais restringits serien diferents, però en el cas que ocupa al projecte, aquest fet no es donarà.

L'amplada mínima de les escales serà de 1,20 m, a més de les dimensions dels esglaons que marca el codi tècnic d'edificació de 30 cm d'estesa mínima i 16 cm d'alçada màxima, i no s'admetran cap tipus d'escales amb traçat corb.

3.4.3. Aïllament

El fet de que la tipologia de construcció que s'emprarà en el projecte no és l'habitual, crea certa confusió a l'hora d'escollir quin aïllant és el més adequat. Al tenir els contenidors una estructura metàl·lica que, a priori, no està pensada per la habitabilitat ni ús constructiu dels contenidors, fa que aquests no estiguin preparats per a assolir les exigències d'aïllament tèrmic i acústic que marca la normativa. Si que es cert que aquests contenidors estan preparats per a assegurar la seva estanquitat ja que es necessària perquè les càrregues que transporten dins seu arribin intactes al seu destí independentment de les condicions que hagin patit durant el viatge.

Per tant, un cop coneguda la distribució dels espais mostrada en els croquis del annex, ja es pot saber quina és la superfície que caldrà aïllar. El que succeeix, és que s'ha de decidir encara l'aïllant que s'emprarà i per a fer aquest estudi, s'ha consultat quins són els aïllants més comuns i emprats en el sector de la construcció i a continuació es mostraran les diferents tipologies amb les seves característiques principals:

Material	Conductivitat tèrmica (W/(mK))	Absorció de la humitat	Aïllant acústic	Altres característiques	Preu (€/m ²)
Poliuretà	0,019-0,040	Dolent	Dolent	- Fàcil aplicació - Composit a base de petroli i sucre	5-7

				- Gran adherència sobre les superfícies	
Poliestirè expandit	0,029-0,053	Dolent	Dolent	- Origen sintètic - Molt versàtil - Ajuda a alleugerir pes en les construccions	3-6
Poliestirè extruït	0,025-0,04	Dolent	Bo	- Pot mullar-se - Molt empleat en impermeabilització de cobertes - Gran resistència mecànica	6-13
Suro	0,04	Molt bo	Bo	- Reciclable - Poc implementat - Respectuós amb el medi ambient	20-25
Llana de vidre	0,03-0,05	Bo	Molt bo	- Origen natural i mineral - Ignífug - Reciclable fins a un 50% de vidre reciclat	3-5

Llana de roca	0,03-0,05	Bo	Molt bo	<ul style="list-style-type: none"> - Aïllant més utilitzat - No inflamable - Reciclable entre un 70 i 90% - Sostenible 	3-5
----------------------	-----------	----	---------	--	-----

Taula 8: Tipologies d'aïllament i les seves característiques

Un cop s'han comprovat les diferents alternatives que hi ha per a l'aïllant, s'han prioritzat sobretot els materials que aïllin tèrmica i acústicament millor ja que és el que més interessa i el que ve més acotat a la normativa. Així doncs, el material que es seleccionarà serà la **llana de roca**.

El motiu principal per al que s'ha escollit aquest material és perquè té molt bones propietats d'aïllament tèrmic i acústic a més de que el seu preu és bastant econòmic. Els altres possibles candidats eren el suro i la llana de vidre, però es van descartar perquè el preu del suro era massa elevat i la llana de vidre es pot reciclar en una menor proporció que la llana de roca i com aquest projecte tracta la sostenibilitat com a principal objectiu, és un aspecte a tenir molt present a l'hora de triar els materials.

La llana de roca que s'ha triat per a la instal·lació, venen en un format de rotllo i paper 'ROULROCK' de 80 mm (així aconseguim un major efecte d'aïllant acústic i protecció contra el foc). El preu per metre quadrat d'aquests rotllos és de 3,64€/m² i les principals característiques són un gran rendiment tèrmic, gran resistència a la humitat i conta amb una barrera de vapor.



Imatge 24: Rotllo de llana de roca

Per tal de calcular el total de llana de roca que es necessitarà, s'haurà de calcular la

superfície que es necessitarà aïllar. Per tant la superfície que es requerirà aïllar serà la suma de les parets, sostre i terra dels contenidors però restant-li la superfície a on es disposaran totes les obertures, és a dir, portes i finestres a més de les parets que s'han acabat tirant.

La superfície d'un contenidor sense cap tipus d'obertura i per tant la superfície que s'acabaria aïllant és la següent:

- ❖ Superfície lateral: $2 \times (12,19 \text{ m} \times 2,70 \text{ m}) = 32,913 \text{ m}^2$ (una paret) / $65,826 \text{ m}^2$ (dues parets)
- ❖ Superfície frontal i posterior: $2 \times (2,70 \text{ m} \times 2,34 \text{ m}) = 6,318 \text{ m}^2$ / $12,636 \text{ m}^2$
- ❖ Terra: $12,19 \text{ m} \times 2,34 \text{ m} = 28,5246 \text{ m}^2$
- ❖ Sostre: $12,19 \text{ m} \times 2,34 \text{ m} = 28,5246 \text{ m}^2$
- ❖ **Superfície total = $135,5112 \text{ m}^2$**

Vistes les dimensions que es disposen dels contenidors, es procedeix a fer el càlcul per a cada bloc de la escola:

- **Bloc infantil**

Superfície portes: $10,08 \text{ m}^2$

Superfície finestres: $35,82 \text{ m}^2$

Parets demolides: 3

Superfície a aïllar: $601,4664 \text{ m}^2$

- **Bloc primària**

Superfície portes: $48,72 \text{ m}^2$

Superfície finestres: $124,32 \text{ m}^2$

Parets demolides: 9

Superfície a aïllar: $2485,614 \text{ m}^2$

- **Bloc sales comuns**

Superfície portes: $37,5 \text{ m}^2$

Superfície finestres: 39,12 m²

Parets demolides: 7

Superfície a aïllar: 1479,0354 m²

▪ **Bloc activitat física**

Superfície portes: 14,55 m²

Superfície finestres: 32,94 m²

Parets demolides: 13

Superfície a aïllar: 1097,9598 m²

Superfície total a aïllar: 5.664,0756 m²

Preu total de l'aïllament: 20.617,24€

A part de les instal·lacions d'aïllament a l'interior dels edificis, s'ha de pensar també en aïllar la construcció per la part externa. És per això, que s'aplicarà una pintura aïllant per la part externa dels contenidors especial per a superfícies metàl·liques que impedirà filtracions d'aigua, filtracions tèrmiques i acústiques així com afavorirà al estalvi energètic. El preu d'aquesta pintura és de 7,62€/m² i serveix tant per el sostre com per la façana. Per a calcular el preu total de la pintura, s'haurà de calcular les dimensions exteriors del contenidor:

Superfície lateral: 12,38m x 2,89m = 35,7782m²

Superfície frontal i posterior: 2,89m x 2,4m = 6,936m²

Sostre: 12,38m x 2,4m = 29,712m²

Superfície total a pintar: 3.205,1136 m²

Preu total de la pintura: 24.422,97€

3.4.4. Revestiments interiors

3.4.4.1. Paviments

En relació als paviments, aquests segueixen uns requeriments marcats per el Codi tècnic d'edificació i uns certs requisits que demana el ministeri d'educació. Aquests paviments han de ser resistents al frec i als impactes que es puguin originar a més de no

ser inflamables i que el seu manteniment sigui el més senzill possible. A més caldrà considerar la resistència al lliscament dels terres justificant el compliment de la classe a la que correspon cada zona i ubicació:

Classe 1

- Les zones interiors i seques amb pendent inferior al 6%.

Classe 2

- Les zones interiors i seques amb un pendent major al 6% i escales.
- Les zones interiors i humides, inclosa la entrada a l'edifici des de l'exterior, lavabos, vestidors i cuina amb pendents menors del 6%.

Classe 3

- Dutexes.

La recomanació que es proporciona per el document de 'Criteri per a la construcció de nous edificis per a centres docents públics', és que pel conjunt de la escola, s'utilitzi el terratzo amb acabat rebaixat, polit i abrillantat. Així doncs, a tots els espais de classe 1, que correspondrien a la majoria d'espais interiors, se'ls hi aplicarà aquest paviment. Pel que fa al paviment de la classe 2, la única recomanació que es remarca en el document, és que el paviment haurà de ser fàcilment netejable així com resistent i no atacable pels àcids. Finalment, els paviments seleccionats de cada classe seran els següents:

Tipus de classe	Material	Característiques	Superfície m ²	Preu €/m ²
Classe 1	Terratzo	- Acabat rebaixat, polit i abrillantat	1.468,3	33,29
Classe 2	Gres porcellànic	- Dur, rígid, resistent i poc porós. - Presenta una mínima absorció a l'aigua. - Amb espessor de 12 mm.	266,3	6,30

Classe 3	Lamina de PVC	<ul style="list-style-type: none"> - Rígid, dur i molt resistent. - Material antilliscant i amb una gran resistència al frec. - Gran resistència a l'aigua i humitat. - Rotllos de 1 mm de gruix. 	18,72	17,94
----------	---------------	---	-------	-------

Taula 9: Tipologies de paviment i les seves característiques

Preu total del paviment: 50.893,23€**3.4.4.2. Sostres**

Un dels factors que més interessarà a l'hora d'escollir el material amb el que es realitzarà el sostre, és l'efecte acústic. Amb un fals sostre, s'aconsegueix una disminució de contaminació acústica així com una fàcil i ràpida instal·lació. A més, la seva major resistència a la humitat i a possibles focs fa que es millorin les prestacions de les instal·lacions.

Les úniques recomanacions que es fan per part del departament d'ensenyament, és que els falsos sostres penjats, hauran de ser de varilla roscada i garantiran l'estabilitat de les plaques contra els impactes i la deformació de la estructura de suport. També es comenta que no es recomanen les plaques de fibres vegetals ja que degut al seu elevat pes i a les poques garanties de la correcta col·locació en la obra, es poden originar desprendiments i caigudes amb la possibilitat de lesions als usuaris del centre.

La solució més econòmica per al fals sostre, són les plaques de guix laminat. El problema d'aquestes, és que no són massa aïllants ni dures, per això, les plaques que finalment es seleccionaran seran les plaques de guix i fibra de vidre que són més resistents i a més aïllen acústicament.

Segons les diferents pàgines webs a on es venen aquest tipus de plaques, el seu preu aproximat és d'uns 14€/m². Així doncs, el total que costaria el fals sostre per a tota la instal·lació seria de **24.564,40€**.



Imatge 25: Placa de guix amb fibres de vidre

3.4.4.3. Parets

Per a les parets s'aplicarà Pladur que és un producte molt emprat a la construcció usat per al revestiment de parets i sostres. El Pladur està format per guix laminat en mig de dues capes de cartó. El Pladur té excel·lents prestacions mecàniques, no és inflamable i són molt resistents als impactes a més que la instal·lació és molt fàcil i ràpida. Tot i això, tenen uns factors d'aïllament tèrmic i acústic no massa bons però aquest inconvenient ja es resol amb l'aïllant que es posarà.

Les parets de Pladur tenen un cost aproximat de 17€/m². Al tenir una extensió de parets de 1840,5732 m², el preu total de les parets de Pladur és de **31.289,74€**.



Imatge 26: Placa de Pladur

Aquestes parets de Pladur serviran com a parets divisòries i també s'instal·laran a les parets dels contenidors per a poder posar el aïllant i tenir una superfície més homogènia. El Pladur i l'aïllant que aniran units a les parets del contenidor tindran un aspecte semblant a la imatge 25 que es mostra a continuació.



Imatge 27: Paret de Pladur amb aïllant

3.5. Instal·lacions i condicionament

En aquest apartat, es parlarà sobre les diferents solucions que es seleccionaran per tal de satisfer les demandes del centre en quan a instal·lacions i condicionaments necessaris.

3.5.1. Fontaneria

En primer lloc, cal comentar i deixar constància que la normativa especifica que el subministrament d'aigua s'ha d'obtenir a partir de la xarxa de subministrament pública de la localitat a on es trobi la escola, que en aquest, cas serà de la comarca del Gironès. Així doncs, al projecte de fontaneria de l'escola s'estudiaran el sistema de canonades i el sistema d'aigua calenta sanitària que són necessàries per al centre.

Canonades

El traçat de les canonades de la xarxa d'evacuació ha de ser al més senzill possible, per tal d'aconseguir una circulació fàcil, per gravetat i ser auto-netejable. A més aquestes han de tenir un traçat ordenat i han de tenir un disseny que ajudi a permetre l'accessibilitat a aquestes canonades per a possibles problemes de manteniment.

Aquestes canonades, hauran de ser de materials que estiguin autoritzats i homologats per normativa. Per tant, aquestes haurien de ser preferiblement de coure rígid o es podrien emprar materials plàstics com polietilè reticular o propilè. A més, les canonades tant d'aigua freda com d'aigua calenta, han d'estar aïllades tèrmicament per tal d'evitar condensacions als tubs de conducció d'aigua freda o possibles pèrdues de calor als tubs d'aigua calenta.

- **Canonades de coure**

Són la tipologia de canonades d'aigua més habituals en les llars sobretot a causa de que les construccions, a partir dels anys 50, les instal·lacions es feien amb aquest tipus de canonades. El coure, malgrat ser més car que el plàstic, és un material molt resistent a la corrosió i és capaç de suportar temperatures molt altes.

Estan fetes d'un material molt competitiu que es pot arribar a aconseguir a preus molt econòmics tot i que més cars que les canonades de plàstic. Són molt resistent, tenen una esperança de vida útil molt elevada (major que la de canonades fetes amb materials plàstics) i són molt més higièniques ja que eviten la proliferació de bacteris i tenen una molt bona protecció contra els contaminants del subministrament d'aigua potable . Es solen utilitzar, a més, en les instal·lacions de gas, calefacció i en lampisteria.

Una característica a tenir en compte de les canonades de coure, és que aquestes són reciclables gairebé totalment i està comprovat que no perden les seves qualitats amb el pas del temps ni tan sols després de ser reciclades.

El preu d'aquesta tipologia de canonades és d'aproximadament uns 7€ el metre lineal.



Imatge 28: Canonada de coure en concret de la seva soldadura

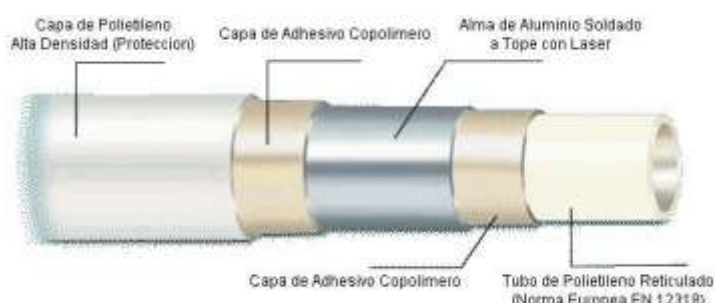
- **Polietilè reticulat**

Les canonades de polietilè reticulat són canonades amb excel·lents característiques de resistència a altes temperatures i són molt usades en sistemes de calentament d'aigües, calderes o també en aïllament de cablejat elèctric d'alta tensió.

Aquestes canonades, ofereixen major facilitat d'instal·lació, una gran resistència mecànica, gran flexibilitat, bona estanquitat, resistència a l'abradió, absència d'incrustacions (per exemple, de calç), inalterabilitat en el temps, resistència a agents químics i a més també són reciclables però en menor mesura que les de coure.

El gran avantatge que tenen les canonades fetes amb materials plàstics sobre les de coure, és que es poden realitzar les canalitzacions sense la necessitat de fer unions entre elles (ja que en les de coure s'han de fer soldadures) el que redueix el risc de fugues, de manteniment ocasionant un estalvi econòmic.

Una canonada de distribució d'aigua calenta i freda feta amb polietilè reticulat amb barrera d'oxigen, de 16mm de diàmetre, amb aïllament mitjançant conquilla flexible de espuma elastomèrica, té un preu aproximat de 4,5€ el metre lineal.



Imatge 29: Canonada de polietilè reticulat

▪ PVC i CPVC

Són utilitzades en major part per al transport d'aigua a altes pressions però l'inconvenient que tenen és que no es poden utilitzar per al transport d'aigua calenta ja que no ofereixen resistència a la calor i podrien arribar a deformar la canonada. També hi ha diversos informes que comenten que aquest tipus de canonades, a causa d'estar fetes amb PVC, poden tenir efectes tòxics i perjudicials per a la salut de les persones.

Tot i que juntament amb les canonades de coure són les més habituals en la construcció d'edificis i que aquestes són molt semblants a les canonades de polietilè i propilè, aquestes canonades es descartarien per a fer el sistema de subministrament de la escola, per evitar possibles problemàtiques de salubritat.

▪ Propilè

Són una tipologia de canonades molt resistent que poden arribar a suportar temperatures d'entre 60 i 70°C. La diferència principal amb les canonades de polietilè reticulat, és que les de propilè són més indicades per a canonades on no

hi hagi molta pressió de l'aigua.

Finalment, s'ha decidit triar les canonades de propilè reticulat perquè al ser de les canonades més econòmiques i al tenir molt bones propietats de resistència i flexibilitat, a més de reduir temps en feines de manteniment que afavoriria a l'estalvi econòmic, afavoriran al correcte funcionament de les canonades del centre. El propilè també té unes característiques semblants però el fet que no aportin tanta versatilitat depenent de la pressió a la qual estan sotmeses les canonades, ha fet que es decantés per la opció del propilè reticulat.

S'estima que aproximadament els metres lineals de canonades necessaris per a la construcció de la escola, serà d'uns 1500 metres que suposarà un cost de **6.750€** en canonades.

Sistema d'aigua calenta sanitària

La instal·lació de l'aigua calenta al centre, es limitarà només a les aules d'infantil, la cuina i les dutxes dels vestidors. El disseny del sistema s'haurà d'adequar a la normativa vigent i s'haurà de garantir que la temperatura de l'aigua del circuit de distribució arribi a una temperatura de 70°C.

La normativa vigent diu que als centres d'obra nova, se'ls hi exigeix un sistema de calentament de l'aigua per energia solar d'entre el 40% i el 60% on les plaques solars s'instal·larien preferentment a la coberta. Per tant, el sistema que s'utilitzarà serà el d'un dipòsit i captadors solars per a captar l'energia necessària per a escalfar l'aigua.

Segons el document 'Criteri per a la construcció de nous edificis per a centres docents públics' les demandes d'aigua calenta en una escola on només hi ha una línia són de 1000 l/d, que correspon al càlcul de les hores d'activitat física i del nombre d'alumnes al centre.

Finalment, es va optar per la opció d'un sistema de captació solar, format per tres captadors, connectats a un dipòsit de 400 litres que garantirà el abastiment d'aigua calenta necessària pel centre que té un preu total de **2.999€**.





Imatge 30: Captadors i dipòsit de 400l

3.5.2. Climatització

Per tal de poder realitzar el sistema de climatització més adequat per a la escola, aquest haurà de ser un sistema que estarà distribuït per zones en funció de l'espai al que donin servei, per així, poder reduir al màxim les despeses en consum energètic.

La distribució del sistema de climatització no serà uniforme ja que hi ha zones on no serà necessari instal·lar cap sistema de climatització com és el cas dels passadissos i escales, lavabos, vestidors, l'espai per a les instal·lacions, el magatzem, la cuina i el local de neteja.

En els altres espais, s'utilitzarà un sistema de climatització amb **bomba de calor**, sistema present en la majoria d'aires condicionats, ja que és un sistema útil tant a l'hivern com a l'estiu a més de ser la millor alternativa per a llocs a on no fa massa fred. Aquest sistema transfereix calor des d'un fluid a baixa temperatura a un a major temperatura, és a dir, aprofita l'energia que hi ha en un ambient per a climatitzar els espais ja que inverteix el procés natural i porta la energia calorífica del focus fred al calent i, per tant, és molt més eficient que els sistemes que generen calor directament.

Aquest sistema permet estalviar energia, diners (uns 0,04€/KW) a més de reduir substancialment les emissions de CO₂. A més és fins a un 300% més eficient que altres alternatives com els calefactores elèctrics o les calderes de gas.

Aproximadament, per a un espai de 30 m² seria necessari un aparell amb una potència de 3,5 KW i com els contenidors del projecte mesuren 28,3 m², seran els que usarem per a la instal·lació del sistema de climatització.

Finalment, els aparells que s'adquiriran seran uns sistemes de climatització de 3,5 KW

de potència per un preu unitari de 1.350€.



Imatge 31: Sistema de climatització per bomba de calor

Per tal de calcular el nombre total de sistemes que es necessitaran, es calcularà la superfície total que s'haurà de climatitzar per a determinar el preu total de la instal·lació:

Superfície a climatitzar: 1.443,3 m²

Sistemes de climatització necessaris: 48

Preu total de la instal·lació: 64.800€

3.5.3. Enllumenat i instal·lació elèctrica

Enllumenat

El sistema d'enllumenat que es farà per a la escola, es dissenyarà per tal de satisfer les demandes que es sol·liciten en la taula que facilita la guia de construcció següent:

Circulacions	150 lux
Aules i espais docents	300 lux
Menjador	200 lux
Gimnàs	300 lux
Aula dibuix	750 lux(pissarra 300)
Laboratoris	500 lux(pissarra 300)
Aula informàtica	300 lux
Aula plàstica	500 lux
Taller	500 lux
Despatxos administració	500 lux
Cuina	150 lux(zona treball 300)
Biblioteca	500 lux
Lavabos i serveis	200 lux
Pistes esportives	200 lux

Per a interpretar millor la taula anterior, cal recordar que 1 lux = 1 lúmen/m². Els lúmens són la unitat del sistema internacional per mesurar la potència lumínica emesa a un cert angle de la font d'emissió.

Així doncs, la tipologia d'enllumenat que tindria una major potencia lumínica i que ocasionarien un menor consum són les bombilles LED. Les bombilles que es triaran, seran unes bombilles LED de 100W que emeten aproximadament un 1000 lúmens.

Fets els càlculs, el total de lúmens necessaris per al centre són de 476.855 lúmens. Per tant, el total de bombetes que s'haurien de instal·lar ascendeix a un total de 477 bombetes. Cada bombeta té un cost aproximat de 6€ que farien un total de **2.862€** en il·luminació necessària per a la escola.

Instal·lació elèctrica

La instal·lació elèctrica, haurà d'iniciar-se a un quadre de comandament i protecció del qual sortiran els diferents circuits amb els seus corresponents interruptors automàtics. La distribució interior dels circuits es farà per el fals sostre de manera simple i ordenada per a facilitar les tasques de manteniment. Els espais com el gimnàs, vestidors, el menjador, la biblioteca i la sala polivalent han de poder funcionar amb independència del centre i per tant cadascuna tindrà un subquadre elèctric i proteccions independent que dependran del quadre elèctric general.

Per tant, els elements necessaris per a la instal·lació elèctrica seran els següents:

- **Cablejat elèctric:** El cablejat elèctric necessari per a la instal·lació, tindrà unes dimensions diferents depenent de la funció que tinguin i a quins aparells els hi aportin la energia elèctrica. Per exemple, per a l'enllumenat els cables seran d'un diàmetre de $1,5 \text{ mm}^2$, però per al sistema de climatització o la cuina el seu diàmetre serà de 6 mm^2 .

Així doncs es treballarà amb diàmetres d'entre $1,5$ i 6 mm^2 i partint d'altres infraestructures semblants, s'ha determinat que els metres de cable necessari per cada metre quadrat construït és d'uns $7,15 \text{ m/m}^2$.

Metres de cable necessaris: 12.545 m

Preu dels cables per metre: 0,8€/m

Preu total del cablejat: 10.036€

- **Quadres i subquadres elèctrics:** Es necessitaran un quadre elèctric general connectat a la xarxa de subministrament i 6 subquadres elèctrics per als diferents esmentats anteriorment.

Preu del quadre elèctric general i proteccions: 1.750€

Preu dels subquadres elèctrics: 400€/subquadre elèctric * 6 = 2.400€

Preu total: 4.150€

- **Endolls i interruptors:** Els endolls i interruptors que s'instal·laran es basaran en estimacions extretes d'altres obres.

Nombre d'endolls: 513

Preu per endoll: 12€

Nombre d'interruptors: 256

Preu per interruptor: 18€

Preu total: 10.764€

Preu total de la instal·lació elèctrica: 24.950€

4. Pressupost

En aquest apartat, es presentarà una taula esquemàtica que mostrarà més visualment les despeses que suposarà la realització del projecte. Aquesta taula estarà organitzada en diferents seccions que seran les següents: Contenidors, instal·lacions i condicionament, adaptació interior dels contenidors i construcció i transformació dels contenidors. Així doncs, dins de cada secció es mostraran els preus que els hi pertanyen i finalment es farà una suma total del pressupost d'entre totes les seccions, per a calcular el pressupost total.

Dintre de cadascuna de les seccions, anirà especificat el preu de la matèria prima establert en anteriors apartats, el preu de la mà d'obra i d'altres costos que es puguin originar. A més, també es farà un fons destinat per a possibles imprevistos o per a destinar a despeses extres que vagin sortint.

Tant els preus com les hores de mà d'obra, s'han consultat a la base de dades de l'ITec.

Contenidors			
Concepte	Unitats	Preu per unitat	Preu total
Contenedor 'High Cube' de 40 peus	62	3.485€	216.070€
Transport dels contenidors i instal·lació al terreny	62	1.500€	93.000€
Preu total			309.070€
Instal·lacions i condicionament			
Concepte	Unitats	Preu per unitat	Preu total
Canonades propilè reticulat	1500 m	4,5€/m	6.750€
Sistema de captació solar i dipòsit	1	2.999€	2.999€
Mà d'obra de la instal·lació	20€/h	200 h	4.000€
Sistema de climatització	48	1350€	64.800€
Mà d'obra de la instal·lació	20€/h	100 h	2.000€

Enllumenat	477	6€	2.862€
Mà d'obra de la instal·lació	20€/h	120 h	2.400€
Cablejat elèctric	12.545 m	0,8€/m	10.036€
Quadre elèctric general i proteccions	1	1.750€	1.750€
Subquadres elèctrics	6	400€	2.400€
Endolls	513	12€	6.156€
Interruptors	256	18€	4.608€
Mà d'obra de la instal·lació	20€/h	200 h	4.000€
Preu total			114.761€
Adaptació interior dels contenidors			
Portes d'accés al centre	6	427€	2.562€
Portes interiors	55	219€	12.045€
Finestres de vestidors i lavabos	18	95€	1.710€
Finestres dels altres espais	78	177€	13.806€
Mà d'obra de la instal·lació	20€/h	160 h	3.200€
Aïllament de llana de roca	5.664,076 m ²	3,64€/m ²	20.617,24€
Pintura aïllant exterior	3.205,1136 m ²	7,62€/m ²	24.422,97€
Mà d'obra de la instal·lació	20€/h	1800 h	36.000€
Paviment de terratzo	1.468,3 m ²	33,29€/m ²	48.879,71€
Paviment de gres porcellànic	266,3 m ²	6,3€/m ²	1.677,69€
Lamina de PVC	18,72 m ²	17,94€/m ²	335,84€
Mà d'obra de la instal·lació	20€/h	400 h	8.000€

Fals sostre	1.754,6 m ²	14€/m ²	24.564,40€
Parets de pladur	1840,5732 m ²	17€/m ²	31.289,74€
Mà d'obra de la instal·lació	20€/h	2000 h	40.000€
Preu total			269.110,59€
Construcció i transformació dels contenidors			
Unions 'twistlock'	124	25€	3.100€
Unió amb soldadura	20€/h	100 h	2.000€
Anivellament del terreny per a la fonamentació	12€/m ²	3629 m ²	43.548€
Estudi del terreny	3.000€	1	3.000€
Materials per al servei de fonamentació (inclou el preu de mà d'obra)	110€/m ²	1755 m ²	193.050€
Obertures	20€/h	200 h	4.000€
Preu total			248.698€
Estudi i disseny del projecte			
Estudi d'enginyeria per a la realització del projecte	8€/h	300 h	2.400€
Preu total			2.400€
Fons per a imprevistos			
Preu total			100.000€
Pressupost total del projecte			1.044.039,59€

Amb la suma total de les hores per a realitzar les obres i la suma de 90 hores per a la instal·lació i transport dels contenidors, el projecte s'acabaria fent amb un període de **6 mesos**.

5. Viabilitat econòmica

Un cop fet el pressupost del projecte i els costos associats a aquest, s'haurà d'estudiar si el projecte és viable en termes econòmics. Per fer-ho, es compararà el projecte de construcció amb contenidors reciclats amb d'altres projectes de construcció de centres escolar semblants al de l'estudi realitzat.

De centres escolars, diferenciarem entre els centres construïts amb la metodologia convencional de construcció i els centres amb mòduls prefabricats. El que es vol pretendre amb això, és determinar les diferències de pressupost entre les diferents opcions per finalment, arribar a una conclusió sobre quina és la millor opció en el cas de construir un centre educatiu nou.

Centres de construcció mitjançant mètodes convencionals				
Nom de la escola	Dimensionament	Termini de les obres	Nombre d'alumnes	Pressupost
Escola mediterrània	Superfície construïda: 3.128,8 m ² Superfície exterior: 2.130,4 m ²	Febrer 2012 – Juliol 2013 18 mesos	451 alumnes	4.657.000€
Escola l'univers	Superfície construïda: 3.978,64 m ²	Juny 2014- Setembre 2015 16 mesos	537 alumnes	4.800.000€
Escola dels Encants	Superfície construïda: 4.150 m ² Superfície exterior: 2.352 m ²	Juliol 2013- Juliol 2015 24 mesos	675 alumnes	6.000.000€



Imatge 32: Escola mediterrània ubicada al passeig marítim de Barcelona



Imatge 33: Escola l'univers de Barcelona ubicada a Gràcia



Imatge 34: Escola dels encants (premi FAD 2016)

Les escoles mencionades a la taula anterior, són escoles que anteriorment a aquestes noves edificacions, estaven formades per mòduls prefabricats fins que finalment se'ls hi van fer les instal·lacions permanents. És interessant veure aquests projectes constructius d'escoles ja que un dels principals objectius del projecte, era veure com es podien canviar les instal·lacions fetes amb mòduls prefabricats per instal·lacions amb contenidors reciclats.

Un cop observat els valors de la taula, podem concloure que el pressupost de l'escola feta amb contenidors, és molt més econòmic que les construccions de les anteriors escoles que estan fetes amb metodologies de construcció convencionals. A més, els períodes constructius són molt més llargs ja que de mitjana han tardat en realitzar la construcció entre un any i mig i dos anys, mentre que amb les construccions amb contenidors es tardarien alguns mesos però menys d'un any. En aquest cas, s'han calculat les hores totals i la obra s'acabaria en **6 mesos reduint en més d'un 50% el temps** de la obra més ràpida de les mostrades.

Tot i això, el pressupost de les escoles de la taula, inclouen un seguit de instal·lacions i espais que no han estat tinguts en compte a l'hora de realitzar el pressupost del projecte dels contenidors, com són: els espais exteriors, pàrquings o urbanització dels terrenys entre d'altres. Per tant, hi hauria una reducció bastant important del pressupost si aquests espais no es contessin però, tot i això, no seria tan econòmica la solució com si es fessin amb contenidors.

Un cop s'ha vist que l'escola amb contenidors és molt més viable econòmicament i en terminis de construcció que una escola convencional, es vol comparar també els costos d'una escola amb les dimensions de la projectada, però feta a partir de mòduls prefabricats. Així es podrà determinar si, tot i que es perdin comoditats i qualitat en les instal·lacions per a garantir un aprenentatge de qualitat, si amb aquest sistema el departament d'educació podria estalviar-se una major quantitat de diners.

Depenent de les comoditats i qualitat dels acabats, els preus dels mòduls prefabricats varien bastant, però de mitjana s'estima que el seu preu és de **250€/m²**. Si s'haguessin de substituir els contenidors del projecte pels mòduls prefabricats, la xifra del cost total seria de **438.650€**. En aquest preu, no es contarien ni les obres prèvies sobre el terreny ni possibles canvis en la estructura i disposició dels mòduls, fet que suposaria un augment del preu que resultaria en un pressupost semblant al que s'ha determinat amb els contenidors reciclats.

Per tant, es pot concloure que en l'apartat econòmic, els contenidors reciclats són una molt bona solució a la problemàtica existent amb els mòduls prefabricats a les escoles. Això és degut a que tenen un preu semblant i els acabats i la qualitat del resultat final seria molt superior a les dels mòduls prefabricats que s'instal·len actualment.



6. Impacte ambiental

Un dels principals objectius quan es va començar el projecte, era el de poder reduir l'impacte mediambiental que ocasionaven les construccions d'habitatges o edificis mitjançant altres tècniques que fossin més respectuoses amb el medi ambient. Així doncs, en aquest apartat del projecte, s'aprofundirà més en quina és l'afectació mediambiental de la construcció de l'escola projectada.

Un dels principals motius que va dur a la construcció d'edificacions amb aquests contenidors, va ser per a afavorir i incentivar la seva **reutilització**. La inversió del cicle de vida que pateixen aquests contenidors al passar de ser ferralla per reciclar, abandonada en ports, a un nou element constructiu, permet evitar el procés de reciclatge mitjançant la fosa dels contenidors per acabar obtenint de nou acer pur. Aquest procés de reciclatge suposa una emissió de fins a 5.000 kg de CO₂ per cada contenidor reciclat, provocant un greu impacte mediambiental que es soluciona amb la seva reutilització.

Un altre aspecte que afavoreix a reduir l'impacte ambiental amb aquesta tipologia de construccions, és el fet de que la fonamentació sobre la qual està suportada la estructura, és molt més superficial que en les construccions amb mètodes més convencionals. Això suposa una **reducció de la quantitat de ciment** que s'ha d'utilitzar ocasionant una reducció de l'impacte mediambiental o petjada ecològica molt significativa.

El fet que els contenidors puguin oferir una tipologia de construcció modular, ofereix als constructors una major quantitat d'opcions de disposició i organització de la construcció que afavoreix a realitzar **dissenys bioclimàtics** optimitzant la seva ubicació i orientació. La construcció amb dissenys bioclimàtics, consisteix en el dissenys d'edificis o d'habitatges tenint en compte factors climatològics o d'orientació aprofitant recursos com el sol, la pluja, el vent o la flora per tal de reduir l'impacte ambiental i reduint el consum d'energia.

Una altra reducció de la petjada ecològica que s'ha intentat assolir durant el projecte, ha estat el triatge de **materials i alternatives diverses que fossin respectuoses amb el medi ambient**. Exemples com l'aïllament, la instal·lació de plaques solars o l'enllumenat amb llums LED, han estat pensades per a intentar oferir unes instal·lacions amb la màxima qualitat, amb un pressupost ajustat i amb una reducció de l'impacte ambiental el més gran possible.

Per últim, un apartat molt important a l'hora de tenir tots els permisos necessaris per a començar l'activitat al centre, és el **certificat d'eficiència energètica**. Aquest certificat

és obligatori per als edificis de nova construcció a partir de l'aprovació del Reial Decret 47/2007. Aquest decret estableix que hi ha dos tipus de certificat: en primer lloc un certificat en base a la qualificació d'eficiència energètica obtingut pel projecte i l'altre en base a la qualificació d'eficiència energètica obtinguda quan el projecte ha estat acabat. Un cop s'obtenen aquests dos certificats, el projecte queda validat i ja pot entrar en funcionament.



7. Conclusions

Els objectius que es van marcar amb aquest projecte van ser: el de comprovar i estudiar les possibilitats de reciclatge que es podria donar als contenidors marítims en desús i també, comprovar la viabilitat de convertir-los en espais per a l'ús docent mitjançant un seguit de tècniques i processos.

Un cop s'havia comprovat que era una modalitat de construcció que ja era comú en molts països, sobretot en països del Nord d'Europa, es va procedir a comprovar els motius per els quals aquesta modalitat s'estava començant a expandir arreu del planeta. Dins de tots els avantatges que oferien aquests contenidors, com poden ser la rapidesa d'edificació, la reducció de residus o la reducció de costos que originarien, hi havia d'haver algun motiu per a voler canviar un sector i un mètode de construcció que no ha canviat massa en les darreres dècades.

Per tant, es va estudiar els motius que han portat a aquesta situació de innovació en aquest sector que, principalment, acaben sent dos molt importants: la gran quantitat de contaminació que genera actualment el sector de la construcció i l'excedent de contenidors marítims que queden abandonats en el que s'anomenen 'cementiris de contenidors'.

Seguidament, un pas molt important del qual dependria tot el projecte, era el dimensionament i la població de referència a la que aniria dirigit el projecte. Per a fer-ho, es van comparar dades sobre la quantitat d'alumnes que hi havia en escoles fetes a partir de mòduls prefabricats per així, veure quina població estaria més necessitada d'aquestes instal·lacions.

Un cop es va veure que a la comarca del Gironès el rati d'alumnes que estaven en centres amb mòduls prefabricats era el major, es va fer un estudi de quina quantitat d'alumnes utilitzarien aquestes instal·lacions per a no sobredimensionar ni fer massa petites les instal·lacions. Finalment, després de comprovar la quantitat d'estudiants que hi havia per centre en les escoles que hi havia actualment, es va determinar que es realitzarien unes instal·lacions per a 300 alumnes.

Posteriorment, es van començar a estudiar totes les normatives que hi havia en el sector de l'educació i com aquestes afectarien al disseny del centre. Aquestes normatives van ser extretes tant del BOE com de guies i manuals de construcció de centres educatius públics.

Quan ja es van tenir clares les limitacions i restriccions que es sol·licitaven, es va estudiar quines tipologies de contenidor hi havia i com es podien fer certes modificacions sobre aquests, per a que complissin amb les restriccions que es proposaven. Es va

comprovar que hi havia un tipus de contenidor que compliria amb les especificacions, el contenidor de 40 peus, i es van estudiar els mètodes d'unió dels contenidors així com mètodes per ampliar el seu espai realitzant obertures per a satisfer les especificacions del dimensionament.

Tot seguit, es va procedir a realitzar el disseny del centre seguint tant les normatives establertes com les limitacions estructurals i de dimensionament que oferien els contenidors. El disseny va acabar amb la idea de construir 4 blocs de contenidors separats en base al seu ús: bloc de infantil, bloc de primària, bloc d'espais comuns i bloc d'activitat física.

A continuació, es van buscar les millors solucions per a fer les instal·lacions necessàries i per a deixar les instal·lacions amb la major qualitat possible, amb materials que fossin respectuosos amb el medi ambient i buscant les solucions més econòmiques.

Finalment, s'ha fet el pressupost del projecte i s'ha fet una valoració sobre la viabilitat econòmica d'aquest. S'ha acabat conclouent que aquesta opció de construcció, és molt més econòmica i a més redueix els terminis de finalització de les obres en més de la meitat del temps que una construcció amb metodologies convencionals. També s'ha conclòs que els contenidors reciclats per a la construcció de centres docents, és una millor opció per als ajuntaments o per als departaments d'educació enlloc dels mòduls prefabricats, tant per prestacions i qualitat de les instal·lacions, com per la reducció de l'impacte ambiental.

8. Bibliografia

Referències bibliogràfiques

- [1] Impacte ambiental en la indústria.
<https://www.360enconcreto.com/blog/detalle/impactos-ambientales-en-la-industria-de-la-construccion> 10/10/2020
- [2] Escola secundària mèxic. <https://numeriza.com/containers/escuela-de-secundaria-en-valladolid-mexico-por-boutique-de-arquitectura/> 10/10/2020
- [3] Bloc de pisos en contenidors de Barcelona.
<https://www.lavanguardia.com/local/barcelona/20190826/464261508650/vivienda-barcelona-contenedores-aprop.html> 11/10/2020
- [4] Preu dels contenidors. <https://www.containerdiscounts.com/40-foot-shipping-containers> 11/10/2020
- [5] Escoles en contenidors diari ARA. https://www.ara.cat/data/barracons-escoles-instituts_0_1739826099.html 12/10/2020
- [6] ABC barracones en las escuelas. <https://abcmodular.com/aplicaciones/barracones-escuelas> 14/10/2020
- [7] Guia de projecció d'escoles infantils. <http://femp.femp.es/files/566-1151-archivo/Gu%C3%ADa%20para%20proyectar%20y%20construir%20escuelas%20infantiles.pdf> 17/10/2020
- [8] Normativa andalusa d'escoles públiques
http://www.iseandalucia.es/c/document_library/get_file?uuid=cdaf7a56-b5c8-4216-adf7-e090a60c660d&groupId=10137 19/10/2020
- [9] El País estat de les escoles a Catalunya.
https://cat.elpais.com/cat/2020/05/19/catalunya/1589904734_890908.html 21/10/2020
- [10] Centres educatius a Catalunya. <http://educacio.gencat.cat/ca/arees-actuacio/centres-serveis-educatius/centres/autoritzacions-centres/> 23/10/2020
- [11] El País article de la distribució dels menjadors.
https://elpais.com/elpais/2017/12/11/mamas_papas/1512978780_034409.html 24/10/2020

- [12] Càlcul de la quantitat de lavabos necessaris per persona. http://aretepi.com.ar/pdf_pregrec/Calculo%20de%20sanitarios.pdf 29/10/2020
- [13] 'Guia docent per a la projecció d'edificacions noves' https://repositori.educacio.gencat.cat/bitstream/handle/20.500.12694/226/criteris_per_a_la_construccio_de_nous_edificis_per_a_centres_docents_publics_edicio_2016?sequence=1&isAllowed=y 1/11/2020
- [14] Mesures dels contenidors marítics. <https://contenedores-maritimos.es/medidas-y-tipos/> 3/11/2020
- [15] Finestres i portes i els seus preus. <https://www.leroymerlin.es/puertas-ventanas-y-escaleras/ventanas/ventanas-medida-estandar> 4/11/2020
- [16] Dimensions de les finestres <https://www.arquitecturapura.com/altura-de-ventanas-en-proyectos/> 4/11/2020
- [17] Portes i els seus preus. <https://www.leroymerlin.es/fp/82360741/puerta-bari-premium-blanco-ciega> 4/11/2020
- [18] Aïllants per a parets i sostres. <https://www.blatem.com/es/actualidad/noticias/4-tipos-de-revestimientos-aislantes-para-fachadas-exteriores> 7/11/2020
- [19] Aïllants per a parets i sostres <https://www.blatem.com/es/actualidad/noticias/tipos-de-aislantes-termicos-y-sus-caracteristicas> 7/11/2020
- [20] Tipologies de canonades. <https://www.bricomarkt.com/madera/poliestireno/poliestireno-extruido.html> 8/11/2020
- [21] Aïllants. <https://aislahome.es/lana-de-roca/> 8/11/2020
- [22] Aïllants. <https://www.leroymerlin.es/fp/16874865/rollo-de-lana-de-roca-y-papel-roulrock-80-mm> 8/11/2020
- [23] Generador de preus i mà d'obra. http://generadordeprecios.info/obra_nueva/Revestimientos_y_trasdosados/Pavimentos/De_terrazo/RSC030_Tratamiento_de_acabado_superficial_.html#gsc.tab=0 8/11/2020
- [24] Paviments. <https://colocadores.es/pulidor-abrillantador-de-suelos-y-pavimentos/pulidores-de-terrazo/> 15/11/2020
- [25] Banc de preus. <https://itec.es/banco-precios-bedec/elementos-unitarios->

- [edificacion/rebajado-pulido-abrillantado-ee9z2_01/](#) 15/11/2020
- [26] Paviments antilliscants. <https://www.vivesceramica.com/productos/soluciones-tecnicas/soluciones/pavimentos-antideslizantes.html> 15/11/2020
- [27] Paviments antilliscants. <https://www.mwmaterialsworld.com/es/materiales/pvc/pvc-para-pavimentos-y-alfombras.html> 15/11/2020
- [28] Paviments antilliscants. <https://www.mwmaterialsworld.com/es/materiales/pvc.html> 15/11/2020
- [29] Paviments antilliscants. <https://www.unifort.es/pavimentos-industriales/clasificacion-de-los-suelos-segun-su-resbaladidad/> 15/11/2020
- [30] Fals sostres. <https://www.quotatis.es/consejos-reformas/preguntas-frecuentes/albanileria-carpinteria-y-puertas/tipos-falsos-techos-existen/> 18/11/2020
- [31] Plaques de guix. <https://www.interempresas.net/Quimica/FeriaVirtual/Producto-Placas-de-yeso-mezcladas-con-fibra-de-vidrio-Knauf-Diamant-DFH1I-116358.html> 18/11/2020
- [32] Unió dels contenidors marítims. <http://www.mimbrea.com/como-unir-los-contenedores-maritimos/> 26/11/2020
- [33] Cimentació de les cases amb contenidors. <https://www.casasdecontenedores.com/como-es-la-cimentacion-en-una-casa-modular-con-contenedores/> 26/11/2020
- [34] Cimentació de les cases amb contenidors. <https://arquinue.com/construccion-de-cimientos/> 26/11/2020
- [35] Canonades d'aigua. <https://ideasparaconstruir.com/n/1540/tipos-de-canerias-para-agua-potable.html> 1/12/2020
- [36] Generador de preus del sistema de climatització. http://alb.generadordeprecios.info/obra_nueva/Instalaciones/IC_Calefaccion_climatizacion_y_A/Sistemas_de_conduccion_de_agua/Tuberia_de_distribucion_de_agua.html#gsc.tab=0 3/12/2020
- [37] Pack de calentadors i diposit. <https://www.rehabilitaweb.es/pack-solar-compacto-de-1-acumulador-de-400l-y-3-captadores-para-cubierta-plana-junkers-b143e/> 5/12/2020
- [38] Canonades i tipologies. <https://www.consumer.es/bricolaje/tuberia-de-plastico-o-de->

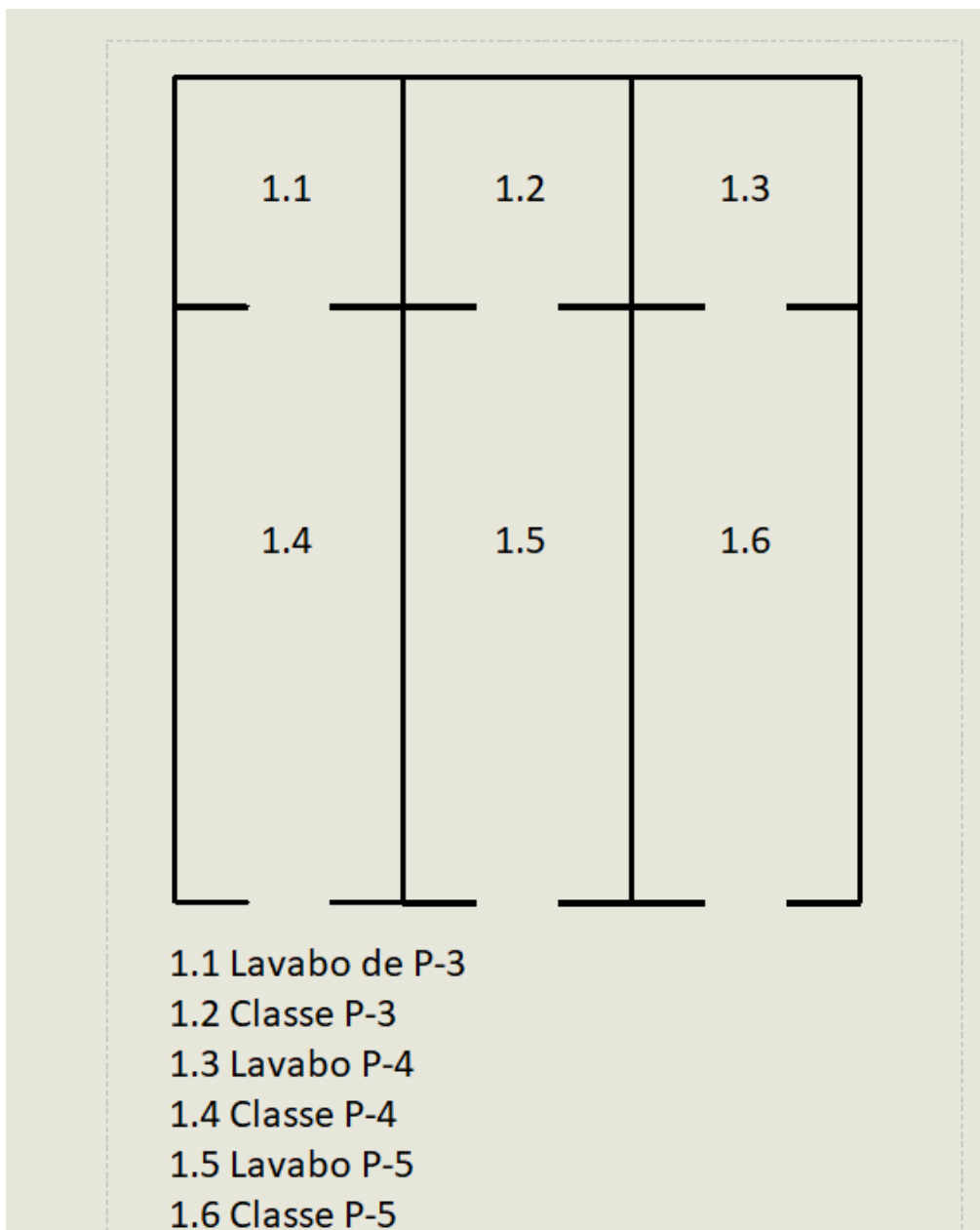
[cobre-cual-me-conviene-en-casa.html](#) 7/12/2020

- [39] Preu bombetes. <https://www.leroymerlin.es/iluminacion/bombillas-led-y-tubos/bombillas-led-tubos> 15/12/2020
- [40] Lux i lúmens. <https://blog.ledalmacen.com/2016/02/08/lux-vs-lumen-en-la-iluminacion-led/> 15/12/2020
- [41] Sistemes de bomba de calor. <https://www.ocu.org/vivienda-y-energia/aire- acondicionado/noticias/bomba-calor-calefaccion> 18/12/2020
- [42] Aires condicionats i varietats. https://www.ocu.org/vivienda-y-energia/aire- acondicionado/test/comparar-aparatos-aire/mitsubishi-electric-msz-ef35vg/30168_61221 18/12/2020
- [43] Instal·lacions elèctriques. <https://www.topcable.com/blog-electric-cable/cables-para- instalaciones-electricas-domesticas/> 23/12/2020
- [44] Arquitectura bioclimàtica. <https://ovacen.com/arquitectura-bioclimatica-principios- esenciales/> 29/12/2020
- [45] Cost de la cimentació. <https://www.zaask.es/cuanto-cuesta/cimentacion> 29/12/2020
- [46] Fitxers de construcció escola mediterrània. <file:///C:/Users/User/Downloads/Pla-dorganitzacio%CC%81-del-centre.pdf> 10/1/2021
- [47] Escola mediterrània. <https://agora.xtec.cat/ceipmediterraniacornella/> 10/1/2021
- [48] Escola l'univers. <https://www.elperiodico.cat/ca/barcelona/20140626/barcelona-pagara-la-construccion-de-lescola-lunivers-i-la-generalitat-en-pagara-el-lloguer-3332490> 10/1/2021
- [49] Cost enviament dels contenidors. <https://sirelo.es/consejos/envio-contenedores/> 12/1/2021
- [50] Cost barracons. <https://www.zaask.es/cuanto-cuesta/construir-un-barracon> 13/1/2021
- [51] Mòduls prefabricats. <https://www.modulos-prefabricados.es/aulas-prefabricadas/> 15/1/2021

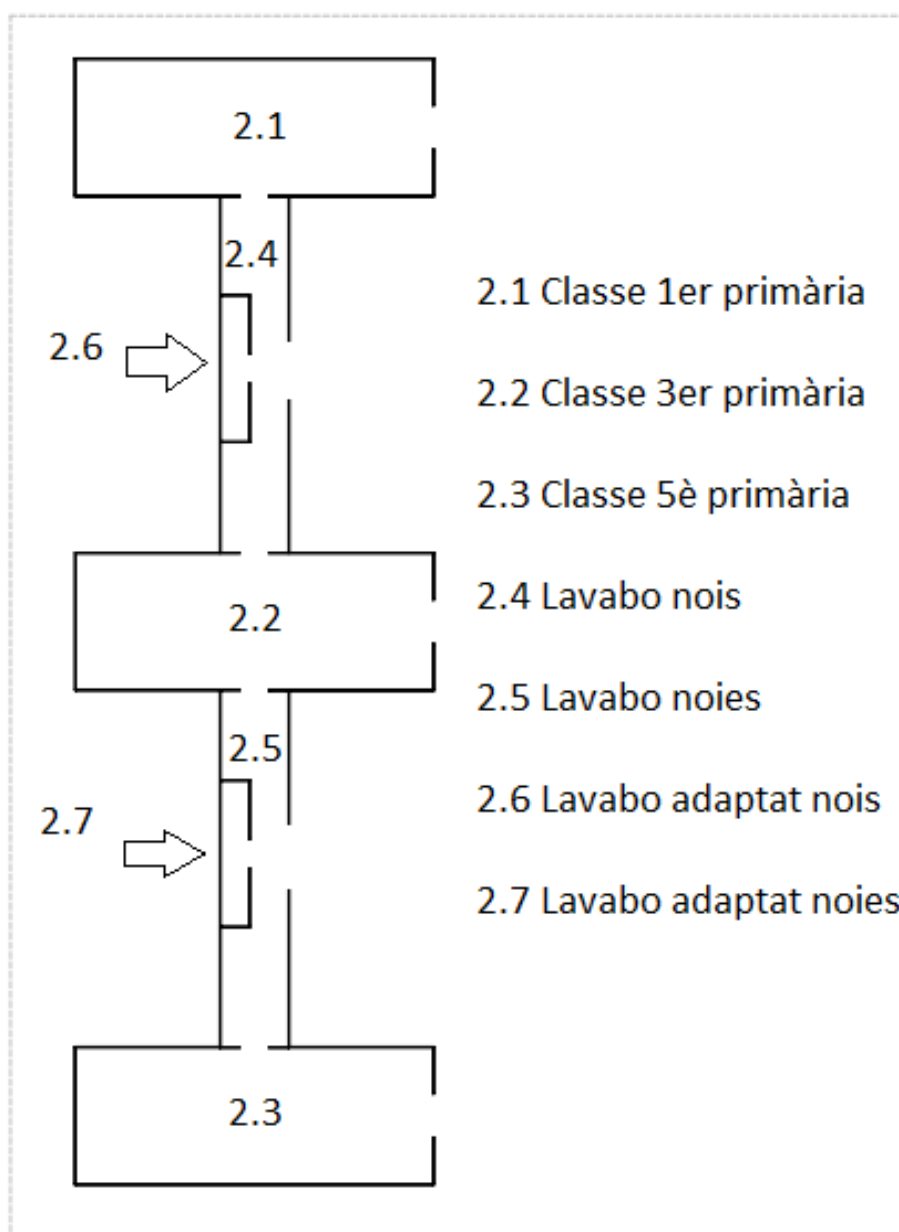
9. Annexos

Croquis

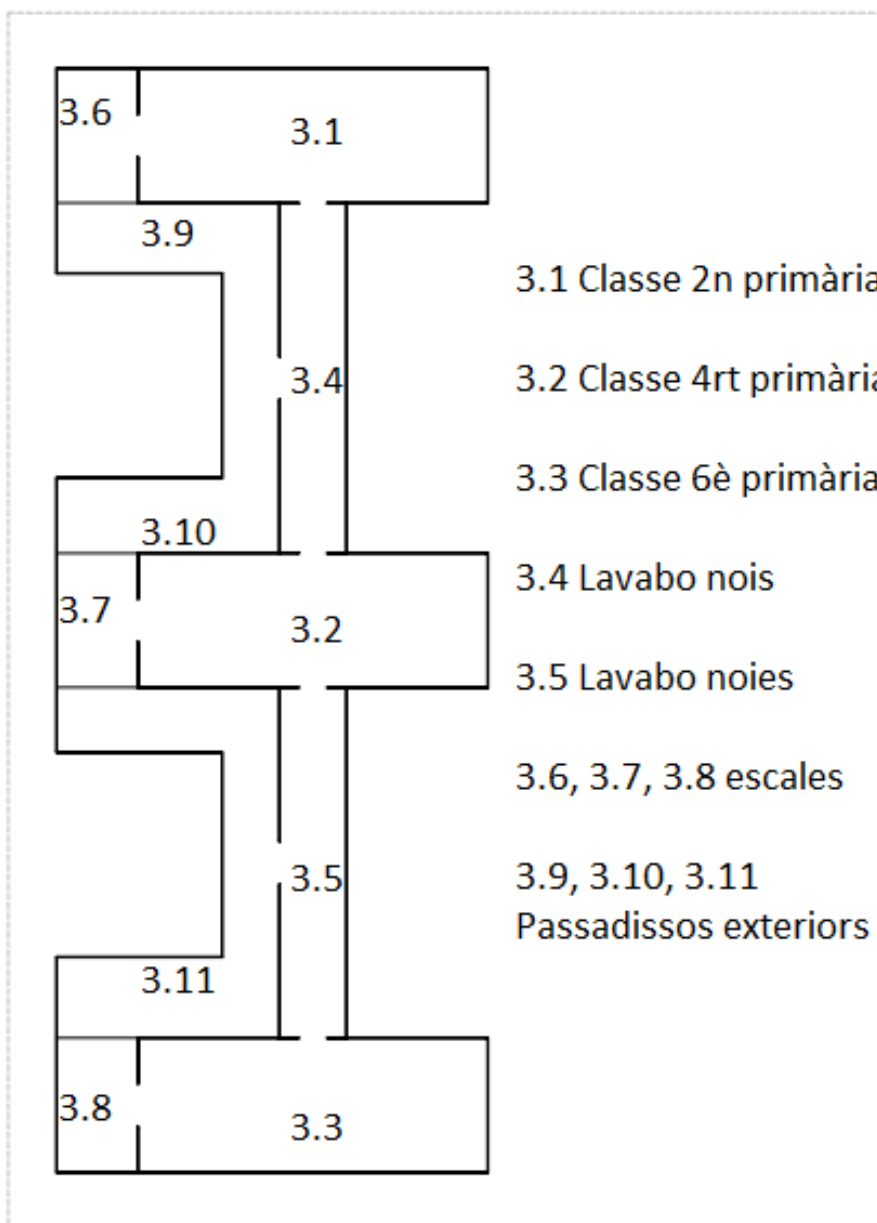
Croquis del bloc infantil



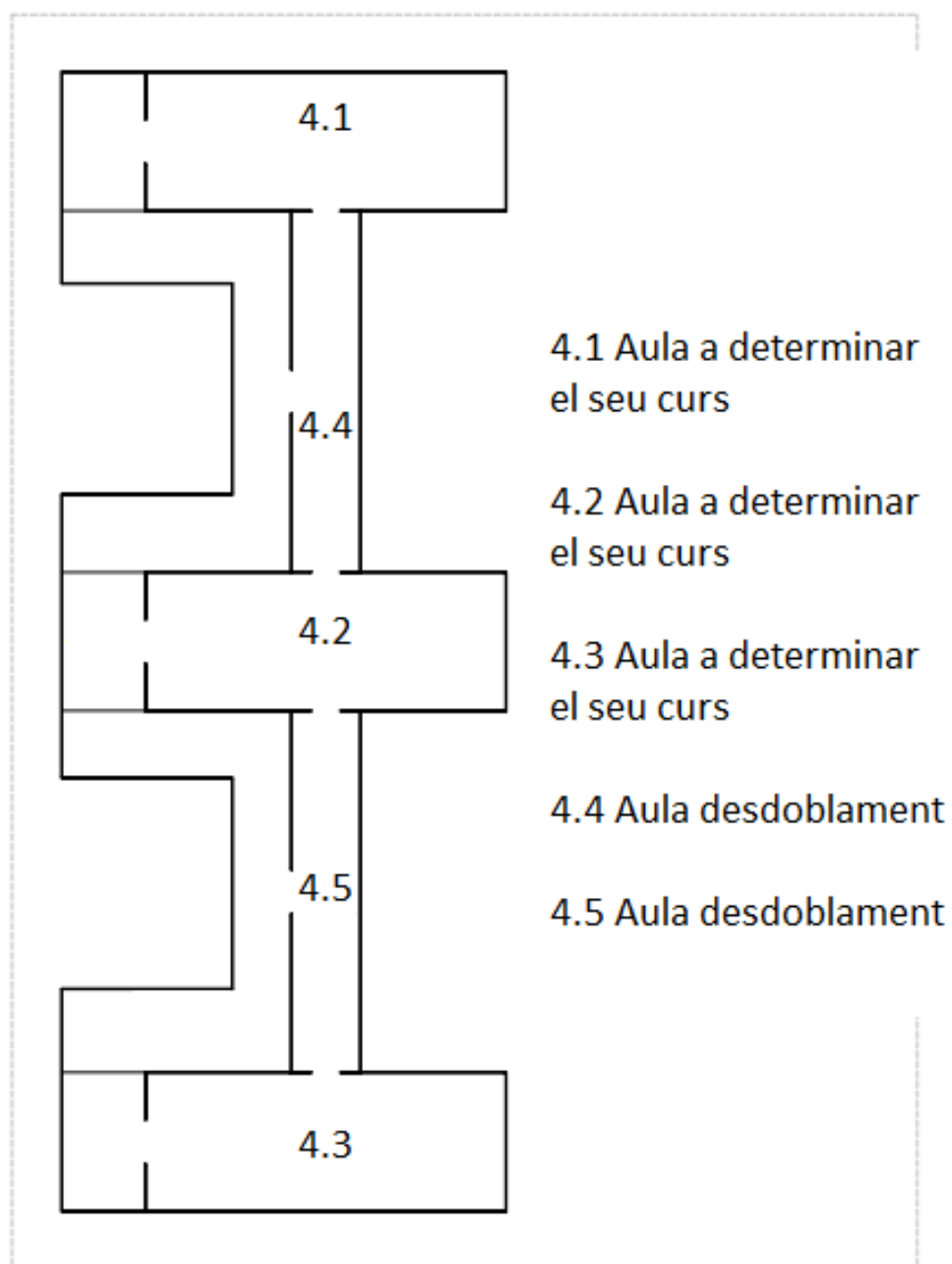
Croquis planta 1 del bloc de primària

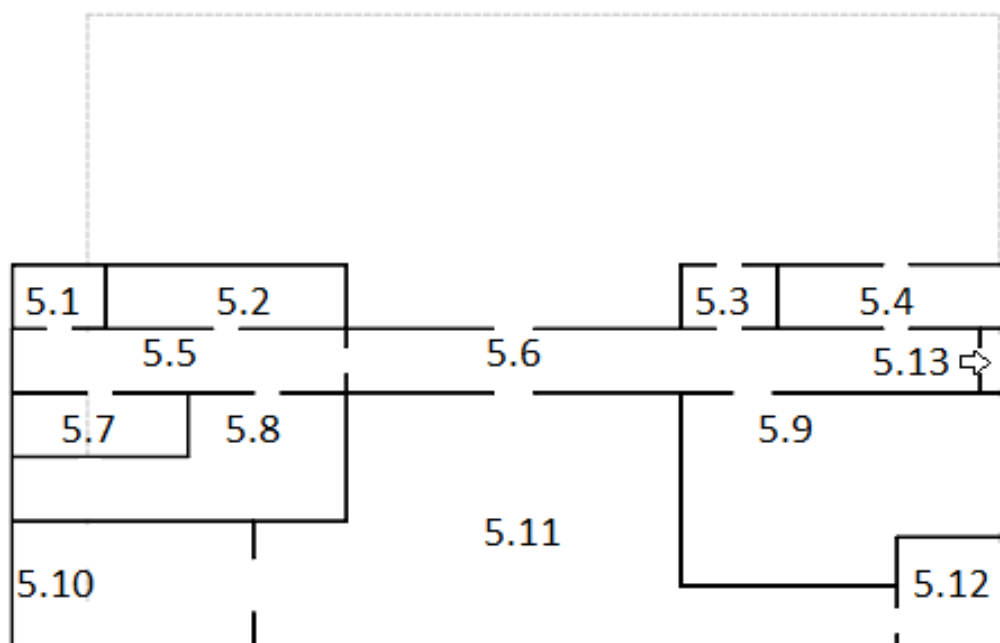


Croquis segona planta primària



Croquis planta 3 primària



Croquis bloc d'espais comuns

5.1 Magatzem

5.2 Lavabo masculí

5.3 Lavabo adaptat

5.4 Lavabo femení

5.5 Arxiu i secretaria

5.6 Entrada i consergeria

5.7 Despatx de direcció

5.8 Aula professors

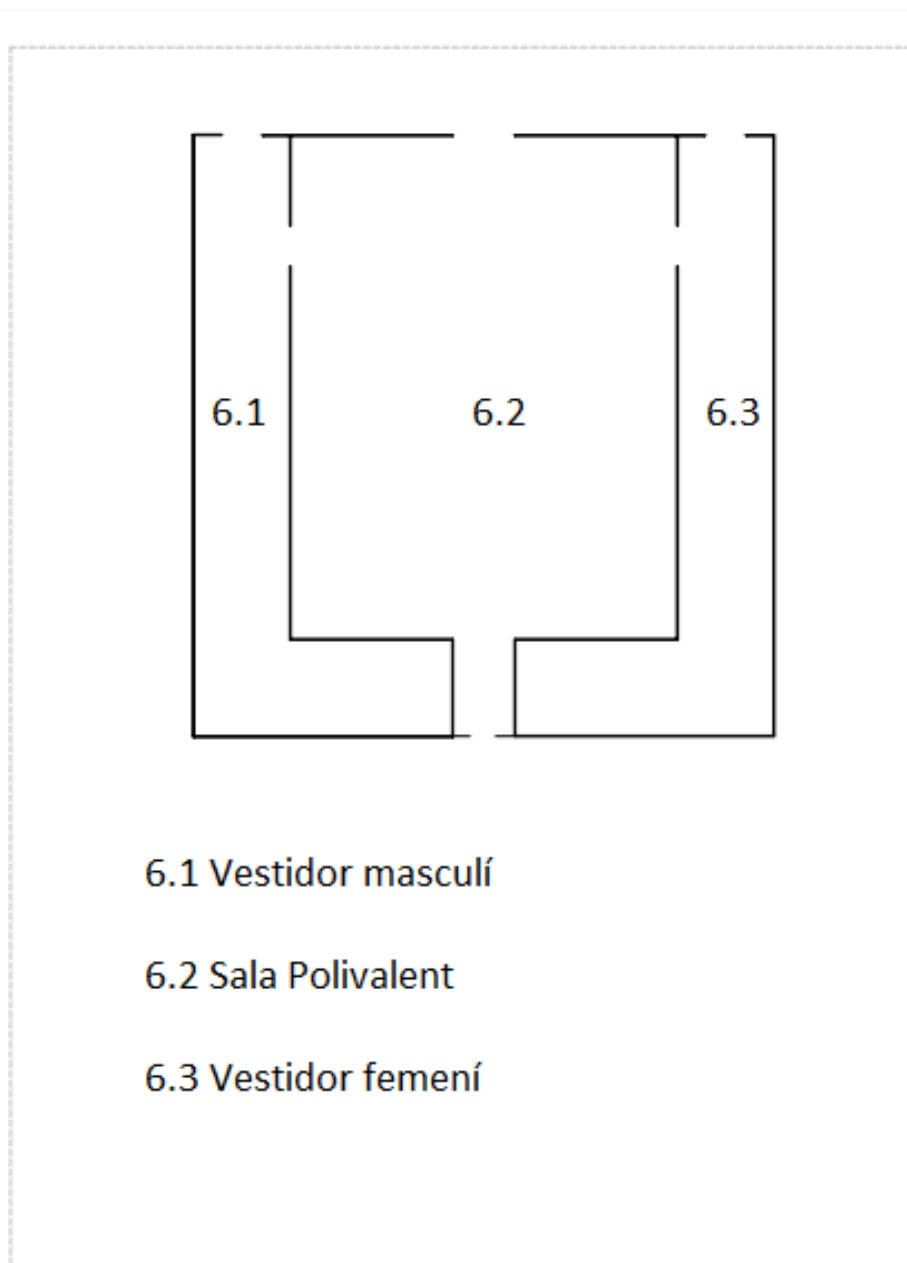
5.9 Biblioteca

5.10 Cuina

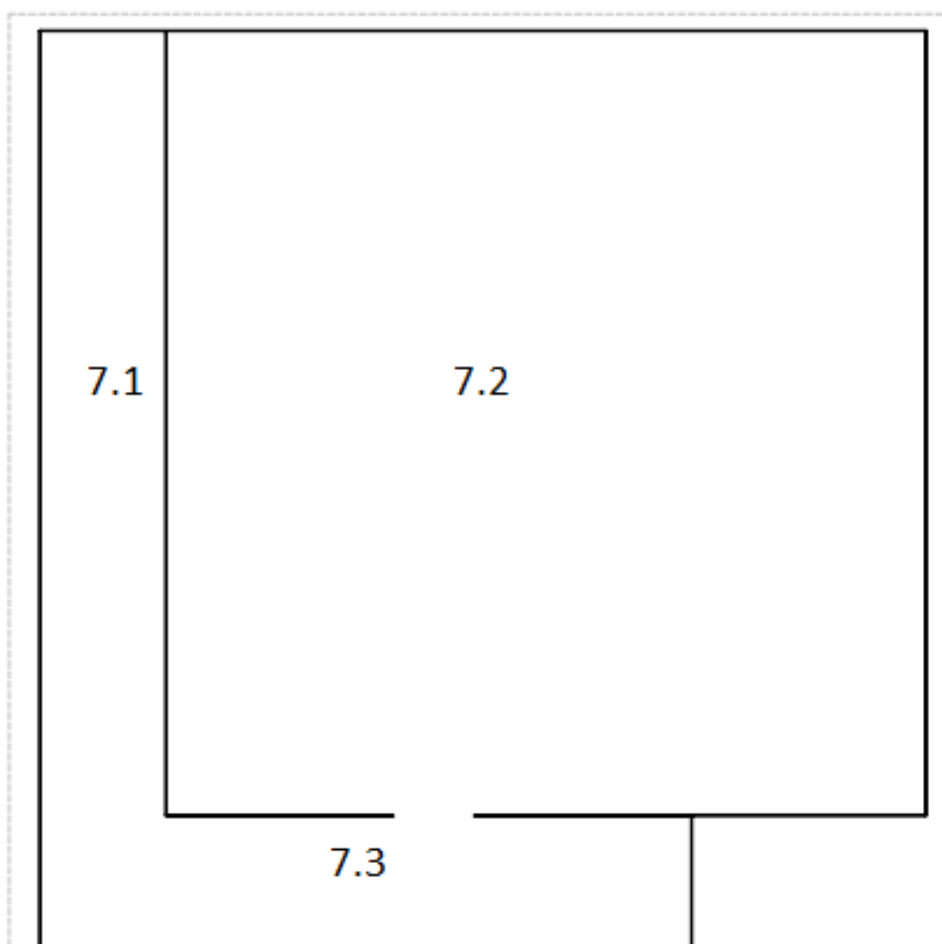
5.11 Menjador

5.12 Sala instal·lacions

Croquis bloc d'activitat física planta 1



Croquis activitat física planta 2



7.1 Escaleres d'accés

7.2 Gimnàs

7.3 Passadís exterior d'accés