



Escola Politècnica Superior  
d'Edificació de Barcelona

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA

## **GRADO EN ARQUITECTURA TÉCNICA Y EDIFICACIÓN TRABAJO DE FINAL DE GRADO**

### **ENERGÍA EN EL USO DE ESCUELAS PÚBLICAS**

**Projectista/s:** Ivan Ortega Castillo

**Director/es:** Antoni Caballero y Licinio Alfaro

**D.A.C.:** Sostenibilitat

**Convocatòria:** Septiembre / Octubre

## **RESUMEN**

El objetivo del trabajo actual es encontrar cual es la tipología constructiva que resulta más eficiente, analizando los edificios de enseñanza pública en Cataluña, a través de su análisis funcional y energético en la fase de uso, algo no realizado hasta el momento; lo cual supondrá un desarrollo en la manera actual que tenemos de la construcción de estos centros.

Para realizar esto se aplicará una nueva visión no vista hasta ahora, los espacios actualmente se miraban de una manera errónea, por eso se propone una nueva perspectiva donde los espacios pasan a ser clasificados de una manera que nos permite ver que peajes estamos pagando por cada m<sup>3</sup> de volumen construido que tenemos, o cual es el coste energético de tener más espacios de circulación, o diferentes tipologías constructivas que nos puedan afectar en los consumos de los edificios.

Este proyecto no deja de ser un grano de arena en el gran cambio que se está proponiendo para la manera actual que supone la construcción, como tal, encontraremos antecedentes históricos de proyectos anteriores que hacen referencia al actual, y en los cuales nos apoyaremos para poder construir las nuevas bases, además en esta línea temporal también dejaremos huella para futuros proyectos que se pueden desarrollar, dejando un camino metodológico claro.

El proyecto actual gracias al apoyo del Instituto de tecnología y edificación de Cataluña (ITEC) y a la información facilitada por los diferentes centros, pretende marcar el camino de cual es la geometría o tipología constructiva que resulta más eficiente, tanto por sus consumos energéticos, como su eficiencia a la hora de utilizar y ocupar los distintos espacios de los cuales se compone.

El análisis de una muestra de los edificios proporcionados por el ITEC será la base del proyecto actual, estos centros son los que deberemos comprender, estudiar, y mostrar de la manera más clara para poder ser comparados entre ellos, obteniendo así conclusiones que pueden no ser claras necesariamente, pero que sin embargo nos marcarán futuras hipótesis y vías de trabajo en este gran abanico que supone la nueva metodología que se plantea.

Aun así aunque solo sea seleccionada una pequeña muestra de edificios que nos aportan la información necesaria, será interesante valorar la totalidad de información que se nos ha proporcionado, para conocer la actualidad de la manera en la que se construye, y como ha cambiado a lo largo del tiempo si es que así ha sido, y como puede llegar a cambiar alejándonos así de los cimientos de la construcción y abriendo nuevas posibilidades hacia un futuro mucho más eficiente.

Todos los valores que se muestran en el proyecto quedan englobados dentro de la realidad actual y la pasada, de la manera en la que se proyectaba el edificio y como está siendo usado actualmente, si realmente se estaba construyendo por encima de las posibilidades, o realmente estos quedan adaptados a las necesidades que tiene esta tipología de edificios.

**ÍNDICE**

<b>1-El proyecto global (The global project)</b> .....	<b>5</b>
<b>1.1- Herencias del proyecto (Project legacy)</b> .....	<b>5</b>
<b>2- Introducción al proyecto actual (Introduction to the current project)</b> .....	<b>8</b>
<b>3-Metodología utilizada detallada (Detailed methodology used)</b> .....	<b>9</b>
<b>3.1- Antecedentes de la metodología (Methodological precedents)</b> .....	<b>9</b>
<b>3.2-Metodología del trabajo (Methodology of work)</b> .....	<b>10</b>
3.2.1-Selección de edificios (Selection of buildings).....	10
3.2.2-Análisis de la muestra (Sample analysis) .....	11
3.2.3-Comparativa de la muestra (Comparison of the sample).....	13
3.2.4-Comparativa de la selección restante (Comparison of the remaining selection)	
.....	13
3.2.5-Obtención de la matriz más eficiente (Obtaining the most efficient matrix).....	14
3.2.6-El futuro del proyecto (The future of the project) .....	14
<b>4- Fichas técnicas de la muestra seleccionada (Technical specifications of the selected sample)</b> .....	<b>15</b>
<b>4.1- Información básica del proyecto (Basic project information)</b> .....	<b>15</b>
4.1.1-Matrices de clasificación de los proyectos (Matrices classification of projects)	15
4.1.2-Axonometría de los edificios (Axonometric buildings) .....	17
<b>4.2-Análisis bioclimático (Bioclimatic analysis)</b> .....	<b>17</b>
4.2.1-Análisis funcional (Functional analysis) .....	17
4.2.2-Análisis térmico .....	19
4.2.3-Análisis lumínico .....	24
<b>4.3-Análisis de la ocupación y el consumo</b> .....	<b>26</b>
4.3.1-Análisis de la ocupación .....	26
4.3.2-Análisis energético.....	27
<b>4.4-Análisis de resultados</b> .....	<b>28</b>
<b>5-Comparativa de los edificios estudiados</b> .....	<b>28</b>
<b>5.1-Análisis temporal de la evolución de los proyectos</b> .....	<b>28</b>
5.1.1-De conservativo a permeable.....	28
5.1.2-Optimización de los espacios .....	32
5.1.3-Relación espacios servidores y circulación con su consumo .....	33
<b>5.2-Relación compacidad energía</b> .....	<b>35</b>
<b>5.3-Matriz más eficiente de la muestra</b> .....	<b>36</b>
5.3.1-Eficiencia en la ocupación.....	36
5.3.2-Eficiencia en el consumo .....	37
5.3.3-Eficiencia en la matriz de la muestra .....	38
5.3.4-Ineficiencia en los centros .....	40
<b>5.4- Características de la matriz más eficiente</b> .....	<b>41</b>
<b>6-Análisis de los edificios no seleccionados</b> .....	<b>42</b>
<b>6.1-Datos preliminares</b> .....	<b>42</b>
<b>6.2-Análisis bioclimático</b> .....	<b>45</b>
<b>6.3-Consumos de la muestra no seleccionada</b> .....	<b>48</b>
<b>7-Conclusiones</b> .....	<b>49</b>
<b>7.1-Probleática frente al proyecto</b> .....	<b>49</b>
<b>7.2-Respuesta a la problemática presentada</b> .....	<b>49</b>
<b>7.3-Vías hacia el futuro</b> .....	<b>51</b>
<b>8-Bibliografía</b> .....	<b>52</b>

<b>9-Webgrafía .....</b>	<b>52</b>
<b>10-Agradecimientos .....</b>	<b>52</b>
<b>11-Contenido del CD .....</b>	<b>52</b>
<b>12-Anejos del proyecto .....</b>	<b>54</b>
12.1-Ficha nº1 (CEIP Bellpuig - Zer els Munts) .....	54
12.2-Ficha nº2 (CEIP Ull del vent).....	63
12.3-Ficha nº3 (CEIP La sinia) .....	73
12.4-Ficha nº4 (CEIP Francesc Macià) .....	83
12.5-Ficha nº5 (CEIP Quatre vents) .....	93
12.6-Ficha nº6 (CEIP La serreta) .....	103
12.7-Ficha nº7 (CEIP Antoni Gaudí) .....	113
12.8-Ficha nº8 (CEIP Marius Torres) .....	123
12.9-Ficha nº9 (CEIP El sol i la lluna) .....	134
12.10-Ficha nº10 (CEIP Josep Boada) .....	144
12.11-Ficha nº11 (CEIP Rossend Montané) .....	154
12.12-Ficha nº12 (CEIP Sant Llàtzer).....	164
12.13-Ficha nº13 (CEIP Sant Roc) .....	174
12.14-Tabla de todos los edificios .....	184

## 1-El proyecto global (The global project)

As it has been discussed in the summary, this project is part of a global study, which tries to improve buildings energetically. Furthermore, this project is an important contribution to obtain future results.

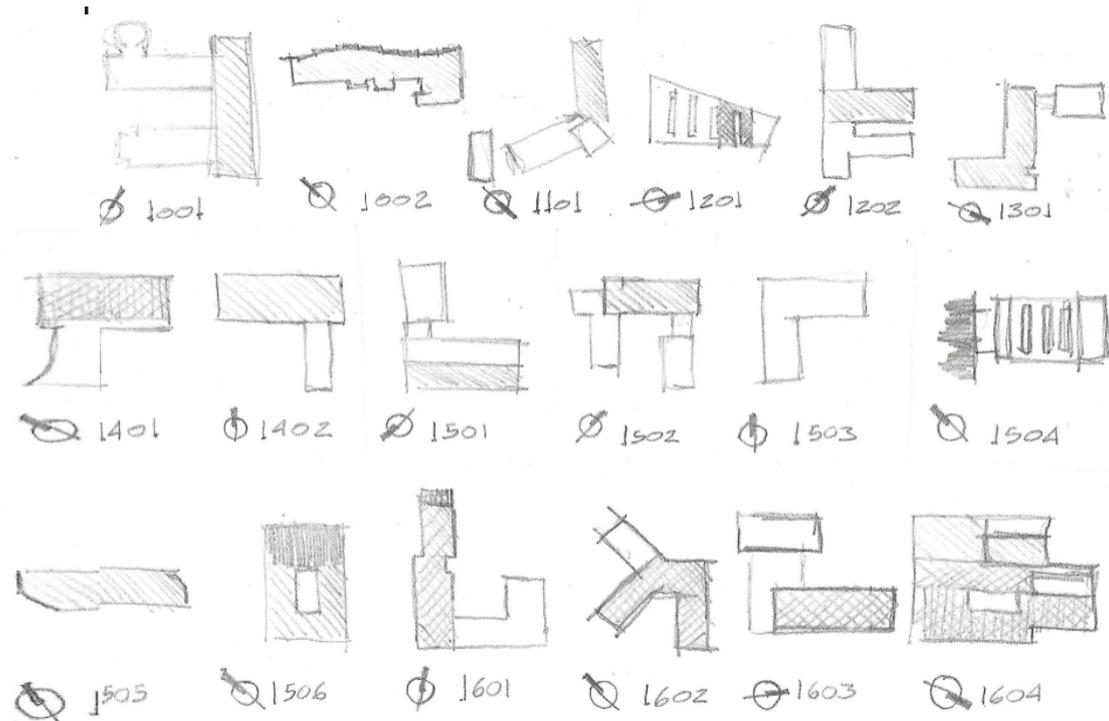
It will be tried and utterly understood the operation of the current way of building public facilities, and as a consequence, questioned if it is being done correctly. There are four milestones to be achieved with the realization of these projects:

1. The interior volumes deconstruction → To outline a new way of classifying the interior volumes so that it could be defined a new point of view to lay out new analysis of buildings.  
In this way, it could be possible to understand the relationship between space and functionality; the volumes that are inside and how they work among them. Also the relation with an external volume, and how they are distributed within it.
2. Energy in the use of the buildings → Once it has been created this new vision, it is important to analyze how these buildings are being used as they have been set out. Then, these constructions will be put in crisis so that it will be possible to know the defects that could appear and, consequently, try to find a new way to efficient constructive geometry.
3. Energetical rehabilitation → taking into consideration the way these buildings are being used and the best way to make it more efficient, it is created a computer-based model similar to the reality. It will help us to compare the hypotheses and real values, which will be a mirror of today's reality.
4. The efficient center → Finally through the steps it will be defined in a clearer way a constructive model that makes the center more efficient both its external environment and the inner distribution way.

### 1.1- Herencias del proyecto (Project legacy)

In this project there are some legacies from a previous project, which was carried out (*Análisis de deconstrucción de volúmenes de uso del espacio - Camilo Quiroga*), in which it was discussed a new way to classify the facilities that it is possible to find inside the building. Consequently, it helps to settle down the creation of new hypotheses and new relationships that appear when this way of working is proposed. This project will extract the following information:

- Matrix classification criteria, these matrixes are analyzed in three different ways: the ones which do not have any rule lines and only have ground floor, the ones which have rule lines and fade in some of its areas, and only have one floor, and finally the ones which have more intense rule lines suppose more than one floor, as it can be observed:



- All of these matrixes are not the ones which are going to be analyzed in the current project, or the ones that it is possible to find in the buildings. It is possible to observe underneath the ones that will be proved

1002	1201	1202	1501	1502
1503	1505	1601	1602	

Planta baja

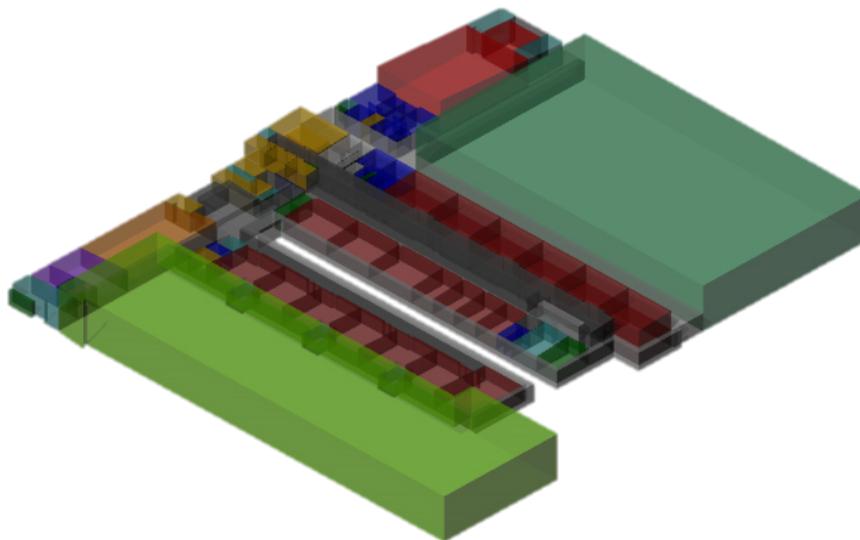
Planta baja+1

Planta baja+2

- Classification of the different volumes of the center according to pre-established levels, which will help us to see the joint information but simultaneously, it will help us to analyze up to the smallest detail of the program. As it is pre-established, it will be carried out by following the methodology exposed underneath (although the classification of the different spaces may suffer small changes):

1º NIVEL	USO		ACCESO
2º NIVEL	Servidos	Servidores	Circulación
3º NIVEL	Aulas	Baños	Horizontal
	Biblioteca	Almacen-Deposito	Vertical
	Gimnasio	Instalaciones	Exterior
	Administración	Cocina	
	Comedor		
	Patio		
	Pista		

- The unit used to measure spaces is the volume. It means that the  $m^3$  will be used as it has been told before because of its importance ahead of the surfaces, which do not serve us. Hence, each of the different spaces will be distinguished by its volume, not by the area it occupies, because they may have different heights, and it is a datum that we lose only measured in  $m^2$ .<sup>1</sup>



- Verification of the conclusions drawn in the project, such as the impact on the design strategy, monitoring of legislation, the deconstruction of the building, and the analysis of new building strategies, since this project is based on centers of new and recent construction.

<sup>1</sup> Picture from the project "*Análisis de deconstrucción de volúmenes de uso del espacio*" where different volumes of a center with classification matrix 1202 are observed.

## 2- Introducción al proyecto actual (Introduction to the current project)

Once the basis of this project and the information obtained has been analyzed, it is necessary to formulate the need of the current project as an important point to move towards building in a more efficient way, enhancing useful spaces and reducing energy consumption. As a result of that, several benefices have been found to all the parts involved in a project.

The execution of this project is based on the need of knowing that the energy we use when we are in the phase of a building usage. In this case state schools have been chosen because of the high access to get useful information to carry out the project.

There were several necessary information points from where to get useful information:

- Firstly, the access to buildings projects made by the ITeC – *Institut de Tecnologia i edificació de Catalunya*. It was possible get all the information referred to plans and reports.
- Secondly, the access to the information of electrical consumption is easier because it is a state building. For that reason, it is kept in the local council area, or in the corresponding control departments electricity consumption. Whenever it is not possible to obtain datum from the authorities exposed above, it was necessary to turn to the center, as long as consumption control will not be made by the council, or the would not have that information.

The main objectives of this work, apart from the ones that have been already mentioned above, it can be mention to analyze different types of public schools, differentiated by their shape, their distributions, and its electrical consumption and to generate a general idea of which is the best way to design a building, in this case state education schools, to be able to achieve a better efficiency in the use of this buildings.

The analysis that it will be made starts from a very specific methodology which can be made in different projects. In particular, to a larger sample that currently could not be analyzed due to a lack of resources and information, but fully applicable to any type of construction.

Although obtaining results is not completely accurate, or no conclusions will be clearly marked, as it was mentioned, they will let a precedent so that in the future it will be possible to clarify the hypothesis that are being formulated and that could be right or wrong. On the contrary, it also could be possible to get to new ways of analysis.

It will be important to compare the buildings of the sample so that it will be possible to obtain these hypotheses. From the methodology created, this analysis will be able to be carried out. A much more general analysis among the buildings that have not been analyzed will be also executed because they will provide us with some trends in the way some buildings are being built or are being raised oriented, distributed...

### **3-Metodología utilizada detallada (Detailed methodology used)**

In this section it will be reflected the methodology used in detail, so that it will be possible to understand all the steps and the process followed in this project to reach the current methodology, which we believe it comes to term with this analysis.

#### **3.1- Antecedentes de la metodología (Methodological precedents)**

The aim of the current project is found in such simple questions such as:

- Is this building as efficiently as possible, or there is a possibility to improve it?
- Can the energy consumption from the buildings be adjusted, or is it the necessary for the projected volumes?
- Does the current way of placing the volumes within a space corresponds to our needs, or it is performed otherwise with a purely functional aspect?
- Which tolls are we paying to have a greater number of spaces that do not have such a prolonged used throughout the day?
- Why the spaces can have a single use and cannot be used simultaneously during the time, and consequently would make more efficient to make these spaces?  
E.g.: The use of classrooms which do not have use throughout the day as the library, saving a space that is used occasionally.

All these questions are formulated that are at the beginning of the project, and they will be tried to be answered along this project. In case they will not be completely answered, some investigational ways will be left in order to try to draw a conclusion of them.

It is important to bear in mind that the computer model is one of the newest contributions to this global project, which gives us a real insight into the building through verification to its consumption. In this way, it is possible to carry out all kind of interventions that would reflect the reality about what will happen in the project.

It is not something that could be directly tackled. These buildings should previously be analyzed from a new point of view in order to achieve new results. It is needed to rethink everything and start from scratch, laying a new basis.

For that reason, there is a need of creating such methodology in which this project together with the previous one is contemplated. Thus, it could lead to new models of construction and projects.

### **3.2-Metodología del trabajo (Methodology of work)**

The beginning of this methodology is based on a total of 104 projects of different state schools from Catalonia. These projects have been provided from the ITeC's database. They will be analyzed so that it will be possible to extract information, it means its graphic reports, weather data, status of buildings or the orientation. Once it will be analyzed, it will be needed to discard some of them to improve the sample and to optimize this.

#### **3.2.1-Selección de edificios (Selection of buildings)**

First of all, since we cannot analyze the entire sample due to lack of resources, it will be needed to make a selection to help us have a more optimal study. The conditions that will mark the first choice of schools are the following:

- They will be eliminated the buildings that would not have been designed yet, or which have less than two years construction, otherwise it would not be ponderable consumption we can get from them (which leaves the sample in a total of 93 buildings).<sup>2</sup>
- They will be eliminated the centers that would not have digital information. It means projects that would not be paper-based, taking into account that it would not be possible to have access to this information because the ITeC's bases are completely computerized to get rid of the use of paper (leaving the sample in a total of 68 buildings).
- They will be eliminated the schools from which it will not have been able to get a monthly electricity consumption, through direct contact with the different centers or the organizations which manage this consumption, such as they could be the council of each of the locations or energetic organizations (which leaves the sample in a total of 25 buildings).
- Finally, they would be eliminated all those buildings that do not have a detailed graphical information, that is to say, situation floor plans, elevations and plants, etc ... (which leaves the sample in a total of 13 buildings).

All the buildings from which it was possible to obtain data and from which it has been made a selection, are reflected in the appendix 1<sup>3</sup>. These buildings are based on a selection of projects provided by the ITeC, which have been classified according to different parameters as it will be possible to observe on the table.

---

<sup>2</sup> To analyze whether if the buildings have been designed, it will be held through the Generalitat's website, or geo location through maps.

<sup>3</sup> See page X, the entire table is observed with all project data.

CEIP Bellpuig – Zer els Munts
CEIP Ull del Vent
CEIP La sinia
CEIP Francesc Macià
CEIP Quatre Vents
CEIP La serreta
CEIP Antoni Gaudí
CEIP Marius Torres
CEIP El sol i la lluna
CEIP Josep Boada
CEIP Rossend Montané
CEIP Sant Llatzer
CEIP Sant Roc

As can be observed, all centers will have to analyze are Primary Education School. That means that they are Kindergarten and Primary Education schools which are centers whose consumption is managed by the corresponding city council. Thereby, it is possible to have access to the consumption much faster and easier.

However, consumption from some centers from which there is no graphical information from them have been also obtained. It is important to bear in mind that their consumptions will be used for averages of total consumption, and for some factors that will determine later, these centers are:

CEIP El Catllar
CEIP Lluís Vives
CEIP Nostra Llar
CEIP Ferrer i Guardia
CEIP La Ginesta
CEIP Ignasi Iglesias
CEIP Bisbat d'Egara
CEIP Turo del Drac
INS Joan Amigó i Callau
CEIP l'Amistat
CEIP Sant Pau
CEIP Gavà

As it is possible to observe, there is the consumption of a secondary school, whose consumption is directly dependent from *Generalitat de Catalunya*. Notwithstanding, in this case we could provide the directly center consumption.

### 3.2.2-Analisis de la muestra (Sample analysis)

Once the sample of buildings that would be analyzed has been completed it should be planned how the datum will be ordered so that it will be possible to draw the conclusions awaited. The structure of the overall process is based on a method of bioclimatic analysis, which provides us with the most important features of the whole project, for each of the cases.

- Classification of the center → First we observe basic information about this building, such as are plants, sections and axonometric, in order to understand the overall volume with which we are working. This will help us to classify each of the buildings according to their classification matrix, and later can be compared between them.
- Analysis and functional description → Once you have a general idea of how the building is outside, it is also important to know how are positioned the various volumes within the building, while creating a crisis placing these through functional analysis, and watching of a critical point of view.
- Division spaces → As noted above, this project highlights the new vision of space, where we now observe that can make space for the others, dividing them into servers, served and circulation spaces or access (where the spaces proposed in each of these classifications will be similar to our project).<sup>4</sup>

Well, are these spaces which we will classify the different volumes picking up and putting in these classifications, to see that spaces in general form predominate in each case.

- Thermal analysis → Once we know how the spaces are organized within the center, we know how to behave toward each other and have interaction, that is to say, that spaces have a higher heat load, which yield heat to other spaces, and other concepts.

Where a very important concept is that of the buffer space, a concept that can be found in various centers where these spaces serve us thermal insulation through the air.

- Relationship between spaces → As we mentioned, it is important to know the relationship that keep the spaces between them, but in the same way, also have contact with the outside.

They will be analyzed different factors found in the reports of the projects, which will crumble to get exactly those values needed for the analysis, which come from chips COAC<sup>5</sup>, that despite knowing they are not accurate are the data that we today for this type of analysis you want to perform.

- Luminous Analysis → In the type of analysis we are doing is perhaps one of the least important analysis of the three being made, because it is based on lighting sensations and in providing light inside, still it is considers interesting and important, because it is conditioned by the orientation, a very important factor for our project.
- Relationship Inside - Outside → Although this relationship so that thermal loads has been already described above, we know the skin of the building like this

---

<sup>4</sup> See page 6 image number 1 (Assessment volumes)

<sup>5</sup> Tabs association of architects of Catalonia, which among other things are used for calculating the heating and thermal loads

with the entire building behaves, it is not just a building with more openings than another, so we must differentiate and homogenize.

- Occupation of the center → Is one of the most important factors to analyze, as it will be to provide us with information on the current use of facilities, and the spaces are underutilized or overusing therefore can deduce that if the center it has been built above their needs, due to a specific occupation that has endured over time, so space should adapt to these changes.
- Energy analysis → In last place we find this analysis that emerges from energy consumption that has been provided by the center to meet in this way the energy tolls are paying to have some kind of spaces, or know by occupation which kWh is the amount spend each student; yet we unify all these consumption through a homogenizer value that we will see later, to be compared.

### **3.2.3-Comparativa de la muestra (Comparison of the sample)**

In order to obtain conclusions on the analysis of all buildings exposed in the sample, we compare between them, here are expected to extract the following results:

- Be able to describe the classification matrix is more efficient for the entire sample and its characteristics

Being this the main objective of the work, we will begin to create a clear idea that matrix is more efficient among the various that have been analyzed, but although inconclusive, we know what are the characteristics that make it more efficient, and if so these are enough important enough to be incorporated into another project and to behave in the same manner, thus obtaining a correct constructive trend.

Besides getting this important in the methodology milestone, also they hope to obtain behavioral trends to give answers to the questions posed above, although not conclusive should be analyzed a larger sample of buildings that it is not so limited by the amount of information that is currently available.

### **3.2.4-Comparativa de la selección restante (Comparison of the remaining selection)**

As these inconclusive results above, and there is a need to justify the conclusions drawn above, must make a general study of all buildings available to us where this study will have two main and necessary way, to get to reassert our hypothesis, these being:

- Analysis of the constructive trend → Although many buildings do not have a graphic information that can support the above analysis, if we can know the general shape of the building where this will allow us to analyze trends we find the following:
  - Trend of matrix classification, from its outer generally can be defined which matrix, thus knowing in general aspects as currently constructed and projected.
  - Trend of the orientation, this being a value that can also be found through methods of geo location of the building, and being important for comparison with the sample was made of 13 buildings.
  - Trend of the skin, where the latter factor can be studied with those buildings that if we have information graphic despite not having their consumption, we believe it is an important value to know how permeable is with the outside environment.
- Trend analysis of consumption → As seen above, there are some buildings that could not enter the sample, since we have no information detailed graphics, yet we provide other information of the matrix classification.

### **3.2.5-Obtención de la matriz más eficiente (Obtaining the most efficient matrix)**

Where this is the main objective of this project, we can get through the analysis, both comparative within the sample as performed with all buildings, thus obtaining a correct constructive trend, and if more not ruling paths forms constructive, where their consumption is high, and its efficiency is nonexistent.

### **3.2.6-El futuro del proyecto (The future of the project)**

As has been so clearly marked, this project is only the beginning of a long road towards a more efficient construction of this type of construction are public schools, i feel these buildings should set an example of efficiency and reduced consumption. The pathways expected to leave this open project will be:

- Knowledge for creating a computer model that transmits the exact reality through the current constructive trend that follows a track and is more efficient.
- Complementation or more extensive data through a clear methodology and specific work samples that would help reaffirm the assumptions made and the conclusions drawn from this project.
- New vision analysis of buildings, which can produce new avenues of analysis for all existing current buildings regardless of type.

## 4- Fichas técnicas de la muestra seleccionada (Technical specifications of the selected sample)

In these tabs of the sample of 13 selected buildings that should be on the accompanying project, find different sections of analysis and then we will detail to see which are the most important points of the buildings, and which are supported by those who have It has been mentioned previously in the methodology.

### 4.1- Información básica del proyecto (Basic project information)

First of all we provide the basic project data to place it in its main features, some of the points discussed in this section are the following:

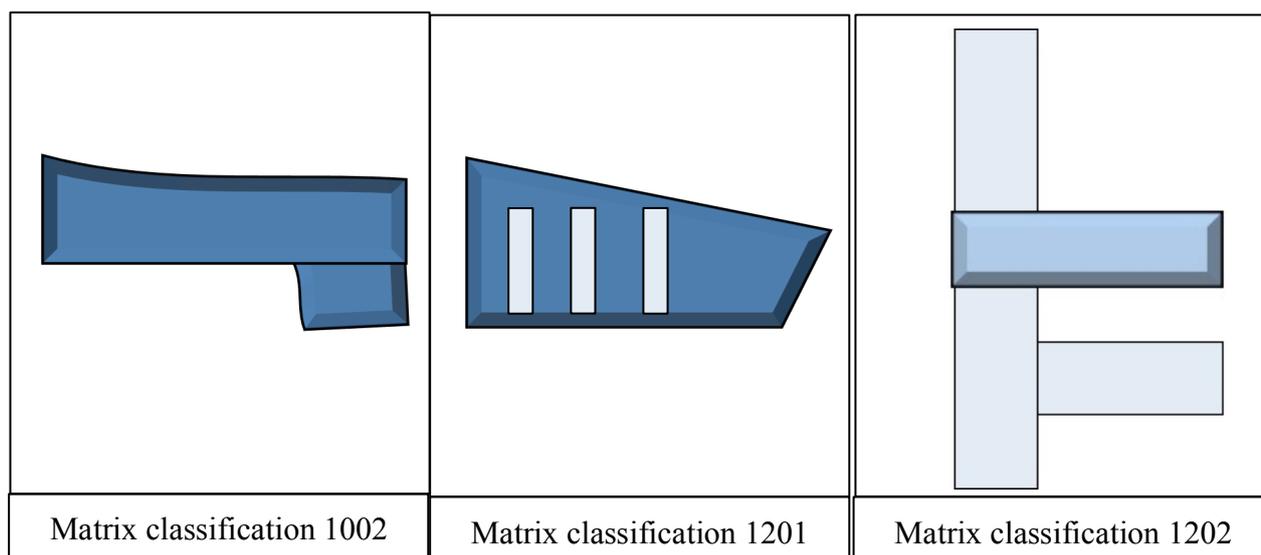
- Name of the center
- Year of tender and year of completion of the works
- Location, climate zone and radiation
- Type of training provided by the center
- Building orientation

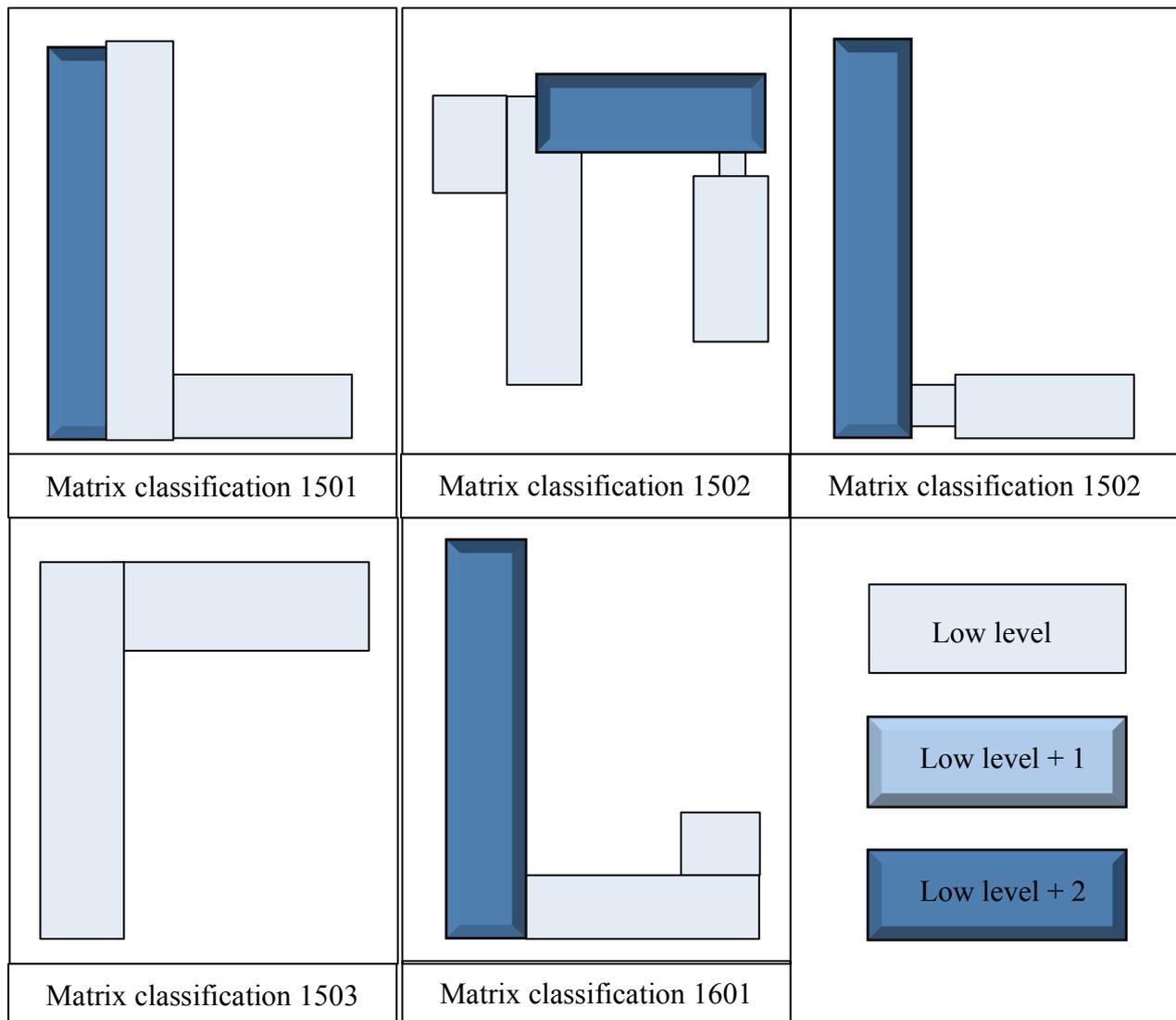
To understand the building being studied in each case, we need to understand the volume with this building, as all areas that comprise therefore need information of graphic:

- Plant and elevations necessary to know the distributions
- Matrix classification according to the shape of the building
- Axonometric the building to understand the volumes

#### 4.1.1-Matrices de clasificación de los proyectos (Matrices classification of projects)

In this section we can see the different matrices that have been used to classify buildings have analyzed, so that they can compare them through these also will see how these matrices work and how they have been created so that they can understand correctly:



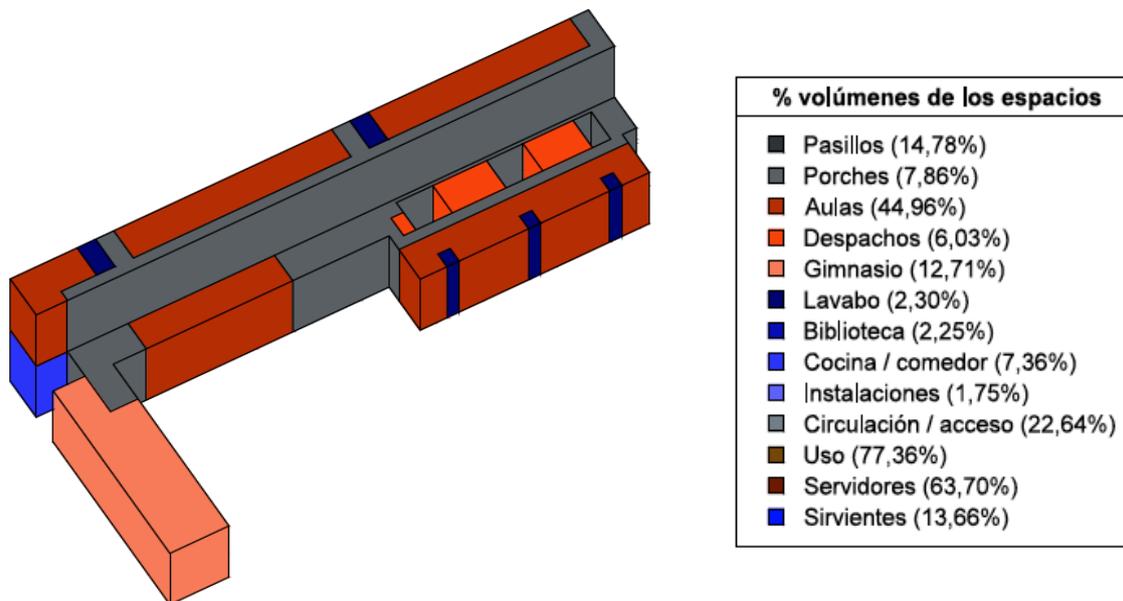


It can be seen in the different matrices are three different shades of blue and as such we can see in the picture above:

- The first volume has the meaning that is the ground floor (low level) only, the entire center develops only on ground floor, although the classification matrix is like others, is not it, because we do not have the same volume built if only a ground floor if the center is developed in more plants.
- Then we find the intermediate key, in this case are an upper floor, it is not necessary in the development of the whole plant can be only in a specific volume as can be seen in the matrix 1202.
- And finally we found the last key, which means that the volume or the corresponding module is developed in more than one plant, usually in cases that will see more than two or three upper floors des downstairs.

### 4.1.2-Axonometría de los edificios (Axonometric buildings)

These being essential to get to know the overall volume we are trying, since it is not enough to plant and building section, we analyze in depth its general form, while analyzing which types of spaces found on the facades, then you can see an example<sup>6</sup>:



With these axonometric we can meet part of the general, percentages also have each of the spaces of the building, which are located in different facades, also distinguishing according to the classification of the previous project that has been incorporated into this.

## 4.2-Análisis bioclimático (Bioclimatic analysis)

Secondly we make a bioclimatic analysis summary of the buildings that we analyze this bioclimatic analysis should contain the following parts:

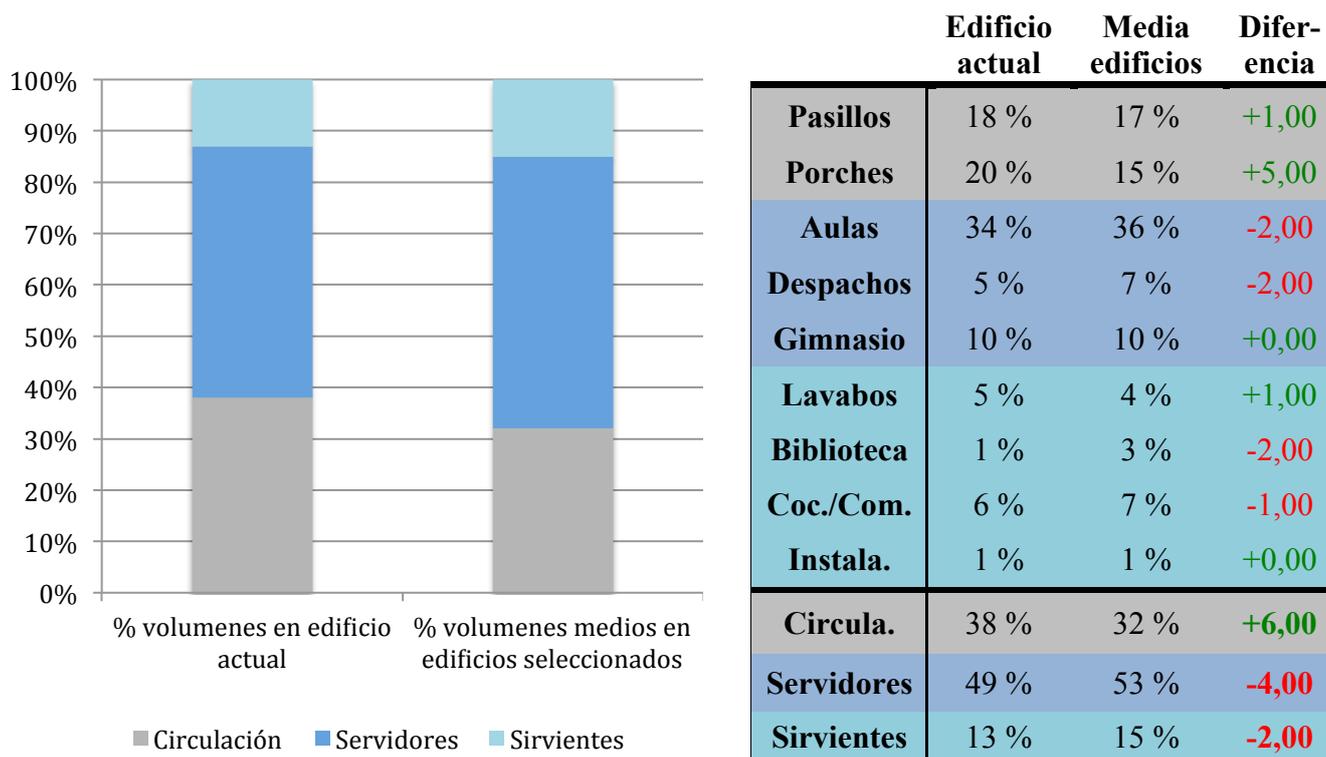
### 4.2.1-Análisis funcional (Functional analysis)

At this point we see how this focus on the center distributed, as have been placed classrooms, different heights that are intended to spaces, or as distributed the whole floor of the building; such as whether the center has distributed vertically or horizontally, whether teaching in the classroom is distributed differentially on each floor, or has been distributed indiscriminately.

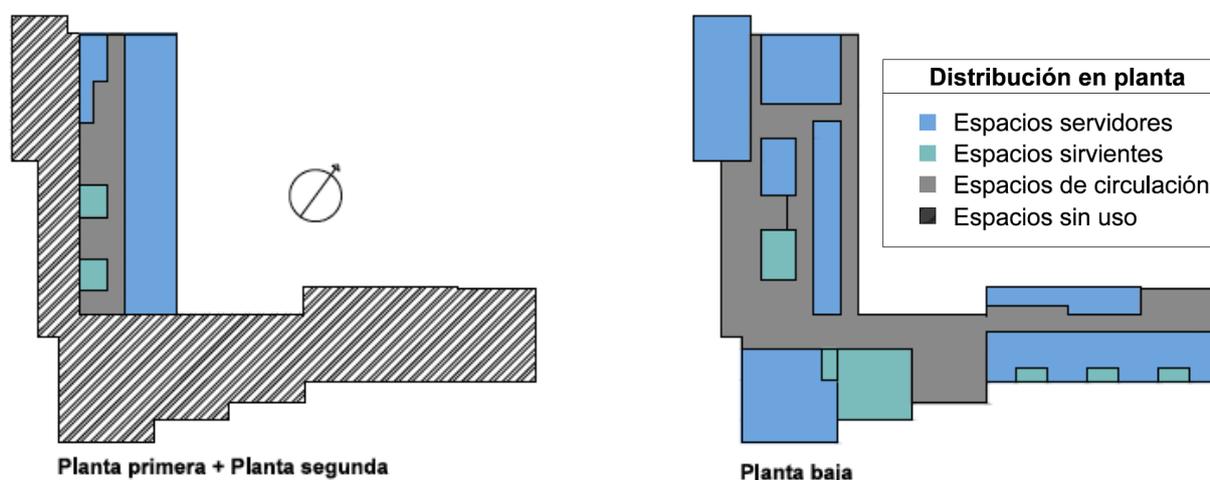
Or for example the types of access available to us, or as the center spread along the ground, orientation, such as facades among other criteria. All this will provide us an overview of the center to further analyze these spaces as work from the point of view of light and heat and in some cases also analyzing the acoustics in case we think is relevant or necessary.

<sup>6</sup> Example from the file number 5 corresponding to the center "CEIP Quatre vents"

Within this functional analysis we will find some important first data analysis, such as the physical layout of these servers volumes, servants and movement to understand the situation that is occurring in the center, then we can see an example<sup>7</sup>:



It is in these first data where we can see on one side the data volume of the building being studied, and the other comparative with all buildings of the sample (sample of 13); and as the chart is not enough to know the relationship of these spaces between the various projects, where we observe a table summarizes the increase or decrease suffered by these different volumes and to help us understand the operation of this facility.



<sup>7</sup> Example from the file number 6 corresponding to the center “CEIP La serreta”

Distribution of % of volume on the different floors of the center			
	<b>Circulación</b>	<b>Servidores</b>	<b>Sirvientes</b>
m <sup>3</sup> PB	3304 m <sup>3</sup>	2848 m <sup>3</sup>	1367 m <sup>3</sup>
% m <sup>3</sup> PB	29 %	25 %	12 %
m <sup>3</sup> P1	570 m <sup>3</sup>	1253 m <sup>3</sup>	114 m <sup>3</sup>
% m <sup>3</sup> P1	5 %	11 %	1 %
m <sup>3</sup> P2	570 m <sup>3</sup>	1253 m <sup>2</sup>	114 m <sup>3</sup>
% m <sup>3</sup> P2	5 %	11 %	1 %

In this second image along with the table above, we can see in a more concrete way are distributed volumes along the floors studied, knowing the volume of servers, servants and circulation spaces available to us in each of them. This distribution of spaces will be especially important when analyzing the spaces from the point of view thermal and knowing its contiguous with other spaces situation.

#### 4.2.2-Análisis térmico

Analizando el edificio desde un punto de vista bioclimático, una vez analizado el programa funcional del edificio y de cómo se organiza este, deberemos analizar en segundo lugar el programa térmico para poder averiguar como se han organizado los espacios desde este punto de vista, tanto las cargas térmica que podemos traspasar de una aula a otra, como el aprovechamiento de la radiación solar para poder aumentar la carga térmica en el interior, sin la utilización de calefacción, sobretodo en invierno; así como en verano evitar utilizar el sistema de ventilación.

También es importante ver la orientación de cada uno de los espacios para mejorar su captación solar, como por ejemplo la de las aulas que suelen ser el volumen más grande con respecto al total del centro, y en que fachadas se sitúan.

De otra banda analizar que función cumple cada uno de los espacios térmicamente, por ejemplo si encontramos espacios que sirven de tampón para aislarnos del exterior, o si el uso que hay en estas zonas prefija la zona donde quedan colocados tanto los espacios servidores como los sirvientes.

Antes de entrar en los gráficos que expondrán la información necesaria para entender los proyectos, deberemos conocer los factores que intervendrán en este proyecto y de que manera han sido calculados<sup>8</sup>:

- T.S.I. → Temperatura seca interior, la cual se mide en °C, es a temperatura que se propone como confort para el interior de los diferentes volúmenes del edificio, y es la que queda establecida como temperatura de cálculo respecto a la anterior.

<sup>8</sup> No contaremos con certificaciones energéticas en los proyectos debido a que la legislación que obligaba según la ley 47/2007 entro en vigor a partir de 2008, y los proyectos que estamos analizando dentro de la muestra de 13 edificios son la gran mayoría anteriores a la aplicación de esta ley, cuando se puedan analizar edificios posteriores a dicha fecha se podrán tener resultados con mucha más exactitud, e incorporar una comparación entre el consumo esperado en proyecto y el real obtenido.

- Área y volumen → Medidas en  $m^2$  y  $m^3$ , harán referencia a estas dos formas de medir cada uno de los espacios, ya que el cálculo de transmisiones térmicas que se pueden producir serán diferenciados para cada uno de los espacios.
- T.A.E. → Transmisión al ambiente exterior, la cual se mide en Kcal/h, y mide la transmisión de los paramentos de cada local con el exterior, donde para calcular dicha transmisión deberemos conocer la intervención de otros factores, como son los siguientes:
  - Orientación y suplemento → Para obtener la transmisión de los paramentos deberemos tener en cuenta la orientación que tienen cada uno de ellos, y para esto se le aplica un suplemento al cálculo, que son los siguientes:

Orientación del paramento exterior	Suplemento aplicado a la orientación
Norte	1,175
Sur	1,000
Este	1,125
Oeste	1,035
Norte-Este	1,175
Norte-Oeste	1,125
Sur-Este	1,075
Sur-Oeste	1,035
Horizontal (cubierta)	1,000

La explicación de estos suplementos viene dada por la aportación calorífica que nos puede aportar según las condiciones de esta orientación, y a parte de información extraída en las fichas COAC, se puede reafirmar dichos suplementos a través de un proyecto detallado que explica su función.<sup>9</sup>

- Superficie del paramento → Referente a la superficie del paramento que está en contacto con el exterior y el cual queda medido en  $m^2$ .
- Factor de transmisión K → Medido en  $Kcal/m^2\text{°C}$ , Es el factor que se le aplica a cada una de las superficies en contacto con el exterior, aplicando un suplemento dependiendo de su tipología. Teniendo en cuenta la tipología constructiva del paramento en cuestión, estos factores serán los siguientes<sup>10</sup>:

Tipología de paramento	Factor de transmitancia K
Fachadas	0,66
Ventanas	3,30
Puertas	2,38
Cubiertas	0,96

<sup>9</sup>Proyecto de cálculo según RITE 2007 (reglamento de edificios): <http://javiponce-formatec.blogspot.com.es/2011/04/calculo-de-la-carga-termica-en.html>

<sup>10</sup> Datos para el caso de la ficha número 1

- T.A.C. → Transmisión de ambiente contiguo, medido en °C, tiene en cuenta la diferencia que hay en el interior la cual ha quedado preestablecida con 22 °C y la exterior, según la situación climatológica en la que se encuentre el edificio.
- ✓ T.A.E. (Kcal/h) = Suplemento por orientación x Superficie de los paramentos en contacto con el exterior (m<sup>2</sup>) x Factor de transmitancia K x Diferencia interior – exterior (°C)
  - T.O.L. → Transmisión a otros locales, la cual se mide en Kcal/h, y mide la transmisión entre los paramentos interiores a otros locales, donde para calcular dicha transmisión intervendrán otros factores como son los siguientes:
    - Superficie del paramento → Referente a la superficie del paramento que está en contacto con el interior y el cual queda medido en m<sup>2</sup>.
    - Factor de transmisión K → Medido en Kcal/m<sup>2</sup>°C, Es el factor que se le aplica a cada una de las superficies en contacto con el exterior, aplicando un suplemento dependiendo de su tipología. Teniendo en cuenta la tipología constructiva del paramento en cuestión, estos factores serán los siguientes<sup>11</sup>:

Tipología de paramento	Factor de transmitancia K
Solera	2,87
Techo	0,60
Cerramiento interior	1,98
Suelo	0,60

- T.A.C. → Transmisión de ambiente contiguo, medido en °C, tiene en cuenta la diferencia que hay en el interior la cual ha quedado preestablecida con 22 °C entre los diferentes espacios, en caso que se encuentre en contacto con espacios interiores el cálculo del paramento calculado será de 0 debido a que la temperatura es la misma.
- ✓ T.O.L. (Kcal/h)= Superficie de los paramentos en contacto con el interior (m<sup>2</sup>) x Factor de transmitancia K x Diferencia interior – interior (°C)
  - I.P.V. → Infiltración por puertas y ventanas, la cual se mide en Kcal/h, nos ayuda a conocer a través de los datos de presión y temperatura de aire del lugar cual esta situado el edificio conocida mayormente como Q<sub>SI</sub>, donde para calcular dicha transmisión deberemos conocer la intervención de otros factores, como son los siguientes:
    - Caudal → El cual se mide en m<sup>3</sup>/h y para ser calculado se tiene en cuenta el volumen y las renovaciones de aire en cada hora, pero aparecen como predeterminados aunque se podrían calcular en caso que no aparecieran.

<sup>11</sup> Datos para el caso de la ficha número 1

- T.A.C. → Transmisión de ambiente contiguo, medido en °C, tiene en cuenta la diferencia que hay en el interior la cual ha quedado preestablecida con 22 °C y la exterior, según la situación climatológica en la que se encuentre el edificio.
- ✓ I.P.V. (Kcal/h)= Caudal (m<sup>3</sup>/h) x 0,32<sup>12</sup>x TAC (°C)<sup>13</sup>
- V.A.E. → Es la ventilación de aire exterior, medido en Kcal/h, donde lo que intenta mostrar son las pérdidas por esta ventilación exterior que estamos generando, se tendrán en cuenta distintos conceptos que se muestran a continuación:
  - Renovaciones por hora → El cual se mide en m<sup>3</sup>/h y para ser calculado se tiene en cuenta el volumen y el caudal el cual este último aparece como predeterminados aunque se podrían calcular en caso que no aparecieran.
  - Volumen del recinto → Medido en m<sup>3</sup>, ya que el cálculo de transmisiones térmicas que se pueden producir serán diferenciados para cada uno de los espacios
  - P<sub>específico</sub> del aire → El cual varía en función de la temperatura del mismo (al calentarse el aire pesa menos). Se puede tomar 1,204 kg/m<sup>3</sup>, que es peso de 1 m<sup>3</sup> de aire a 10 °C.
  - C<sub>específico</sub> del aire es una constante que vale 0,24 Kcal/kg.°C. Es la cantidad de energía aportada a 1 kg de aire, para subir temperatura 1 °C.
  - T.A.C. → Transmisión de ambiente contiguo, medido en °C, tiene en cuenta la diferencia que hay en el interior la cual ha quedado preestablecida con 22 °C y la exterior.
- ✓ V.A.E (Kcal/h)= Renov./h (m<sup>3</sup>/h) x Volumen (m<sup>3</sup>) x P<sub>específico</sub> (kg/m<sup>3</sup>) x C<sub>específico</sub> (Kcal/kg.°C) x TAC (°C)<sup>14</sup>

Una vez analizados todos estos factores que entrarán en juego en las transmisiones térmicas de los espacios, y por lo tanto en el análisis térmico que se está produciendo, encontraremos un resultado final agrupando todos estos datos, el cual es la carga térmica total que necesitan los espacios, los cuales nos dan información sobre su pérdida global:

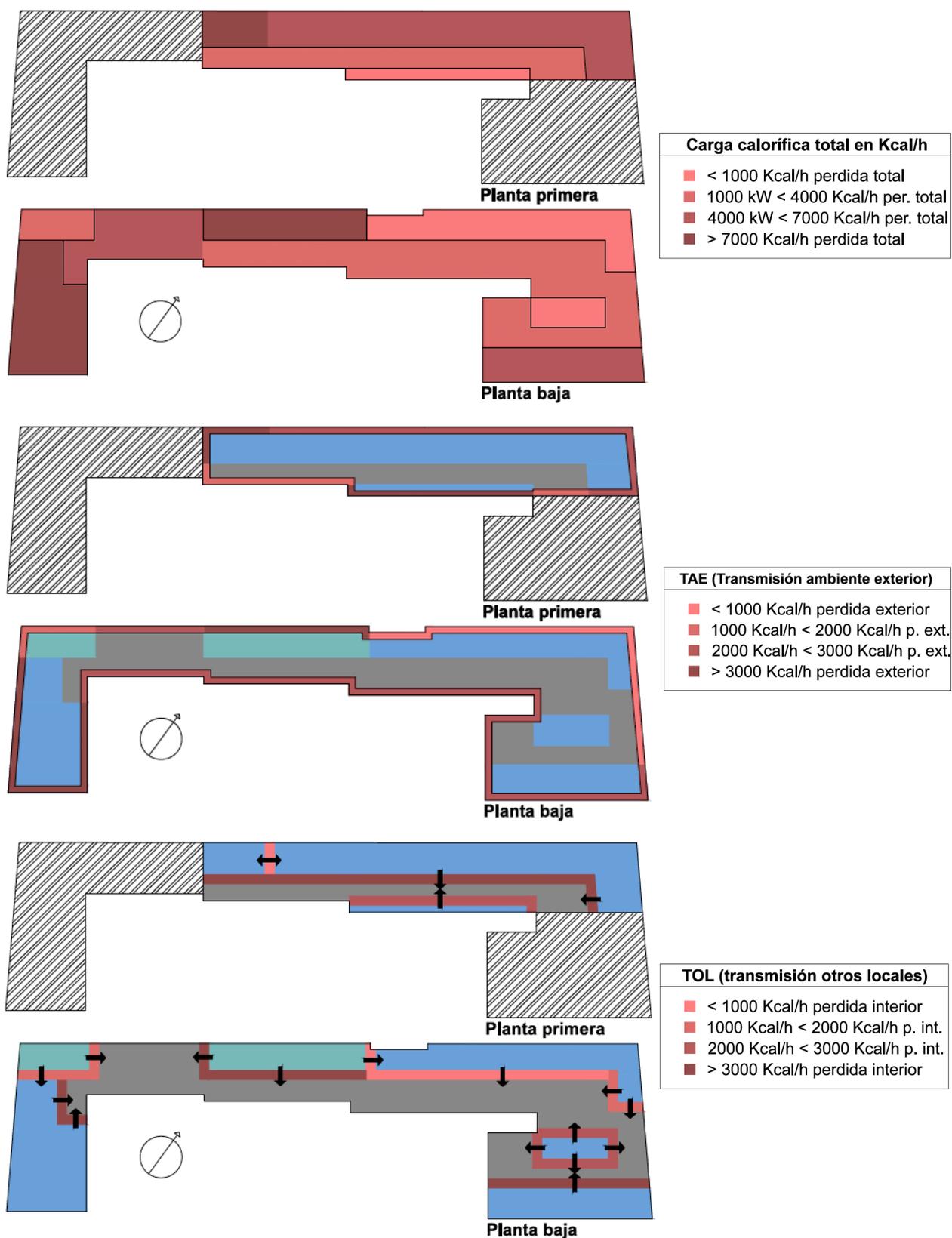
➤ Carga de calefacción (Kcal/h) = TAE + TOL + IPV + VAE

<sup>12</sup> Infiltración promedio en los distintos paramentos considerando la presión de 1 Pascal

<sup>13</sup> Proyecto de calculo: <http://bibing.us.es/proyectos/abreproy/4183/fichero/2.-+anexo+calculo%252F5.-+calculo++cargas+termicas.pdf>

<sup>14</sup> Proyecto de calculo según RITE 2007 (reglamento de edificios): <http://javiponce-formatec.blogspot.com.es/2011/04/calculo-de-la-carga-termica-en.html>

Todos estos valores no serán suficientes en datos, sino que se deberá conocer su ponderación en gráficos, para poder entender el conjunto de la información en cada una de las plantas del edificio, tal y como se muestra a continuación<sup>15</sup>:



<sup>15</sup> Gráficos extraídos de la ficha número 1

En el primer gráfico se observa el último valor que hemos presentado que es el de la carga calorífica total para cada uno de los espacios, es decir el total de pérdidas en Kcal/h que tienen estos espacios, y que por lo tanto necesitan para ser calefactados esa cantidad de energía.

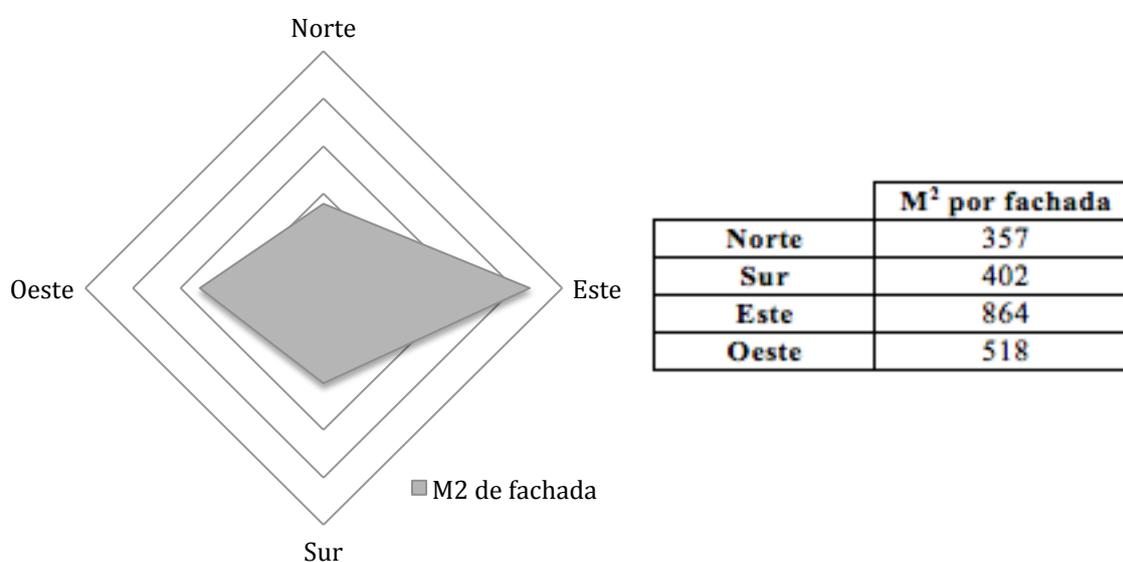
En el segundo gráfico se puede observar las pérdidas que tienen los paramentos, y a la vez observa que tipología de espacios son los que estamos observando, si son de circulación, espacios servidores o espacios sirvientes, esto nos permitirá conocer si hay alguna tendencia por lo que hace referencia a la tipología de espacios, a la hora de tener una pérdida en sus cargas térmicas.

Y por último observamos las pérdidas entre los espacios, además de en que dirección se producen dichas pérdidas, en concreto estas pérdidas se producirán de los espacios que tienen una capacidad calorífica mayor hacia los que no la tienen, sobretodo por lo que hace referencia a espacios no calefactados, como por ejemplo serian en algunos casos los pasillos o los distintos accesos que se producen al centro, o los porches, que son espacios que prácticamente se encuentran al aire libre por lo tanto no deben ser calefactados, por que la pérdida de energía es total.

#### 4.2.3-Análisis lumínico

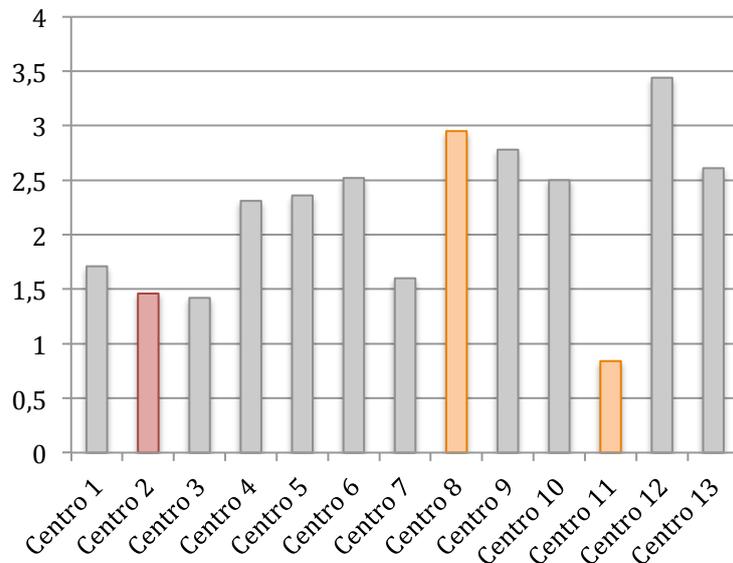
En este caso esta energía que entra se observará des del punto de vista lumínico para poder ver como afecta a la iluminación general de los espacios, y si estos están proyectado de forma correcta para poder optimizar el aprovechamiento de la luz natural, y no tener que usar la luz artificial, al menos no en toda su intensidad sino de forma más graduada que sino tuviésemos luz natural.

Uno de los puntos más importantes del análisis lumínico es la composición de la piel del edificio, es decir, el número de aberturas, la compacidad del centro, como es permeable con el exterior, entre otros conceptos para poder ver la captación solar que podemos tener, aunque también tiene influencia en las características térmicas, por la captación de una radiación directa<sup>16</sup>.



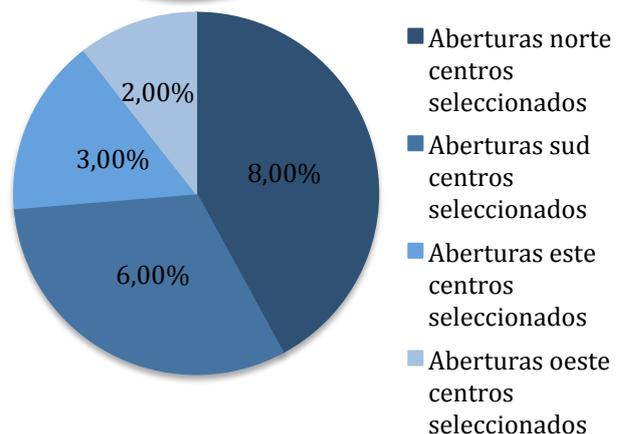
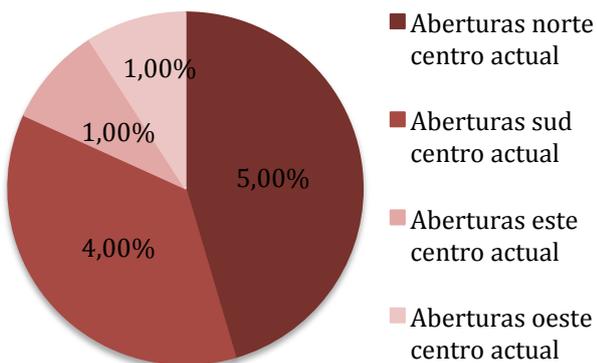
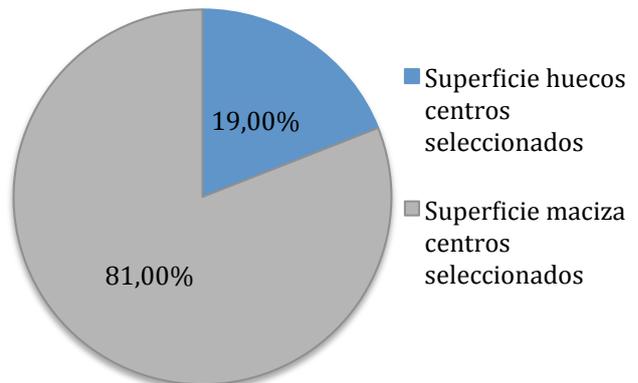
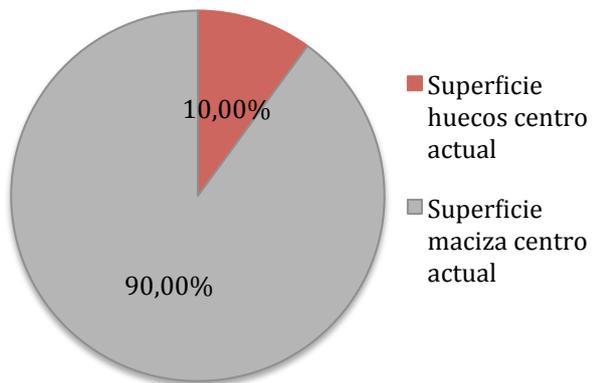
<sup>16</sup> Los datos referentes a la piel del edificio son extraídos de la ficha número 2 que pertenece al centro “CEIP Ull del vent”

En primer lugar nos fijaremos en la orientación de los diferentes paramentos la cual ya ha afectado en el cálculo térmico de las pérdidas que sufrimos, pero es aquí donde podemos ver específicamente de que manera son repartidos dichos paramentos, y con que superficie en m<sup>2</sup> cuentan cada uno de ellos.



Unidades de compacidad de los centros

Es este segundo dato uno de los más importantes de todo el proyecto, es la compacidad o volumen equivalente, que relaciona la cantidad de volumen interior en m<sup>3</sup> con la superficie exterior en m<sup>2</sup> la cual serían los paramentos. Este factor es importante ya que nos relaciona todos los edificios, y al mismo tiempo los homogeniza para poder comparar los valores entre ellos en todos los gráficos que observaremos posteriormente. En rojo se observa el centro actual y en naranja los centros con la misma matriz.



Es importante conocer la porosidad del centro que tiene hacia su clima exterior, es decir, la cantidad de huecos en la fachada, como por ejemplos ventanas, balcones o puertas. Esto nos aportará datos de que cantidad de energía podemos estar perdiendo, en relación a si el edificio es más o menos poroso, y si realmente esto tiene un gran efecto sobre la cantidad de energía, o realmente no tiene importancia.

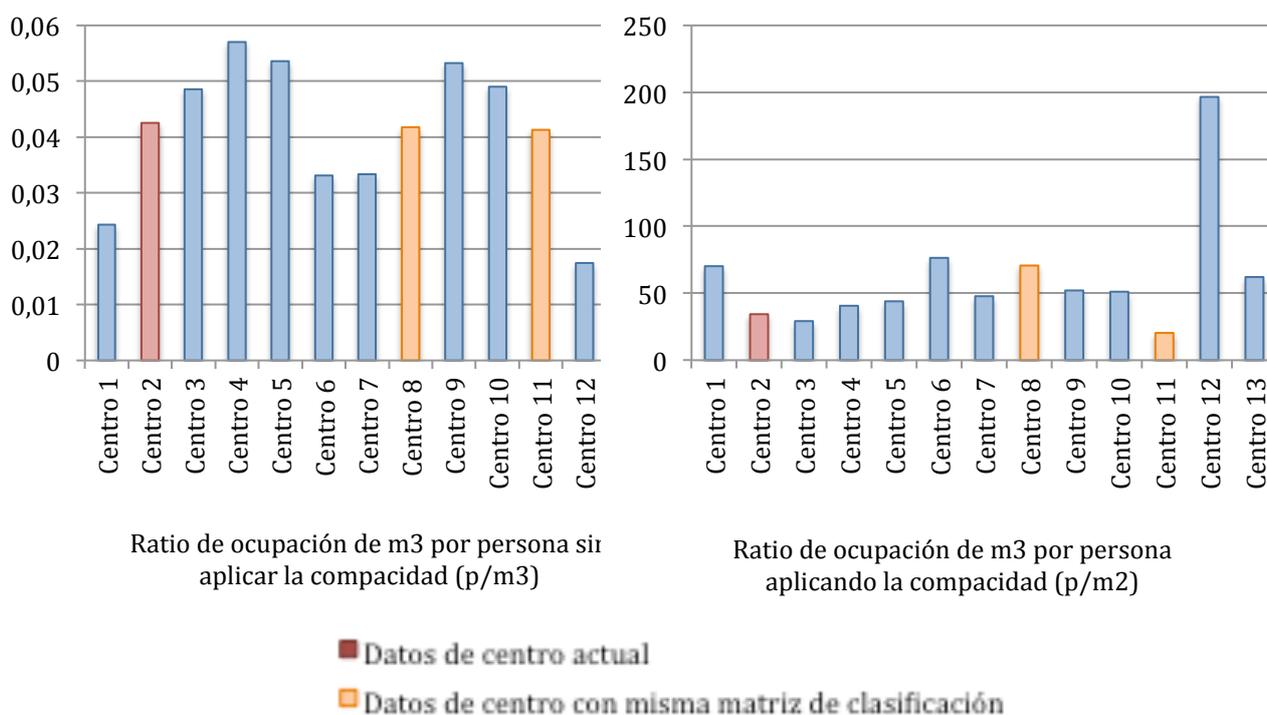
Como se puede observar en el gráfico, se cogerá el porcentaje de superficie en  $m^2$ , es de los pocos datos que observamos en forma de superficie, ya que en todos los demás observamos el volumen de los espacios. Además también conoceremos y analizaremos en que sentido están las aberturas, en que fachada tenemos más o en cual menos. Todo esto comparado con la muestra total de los 13 edificios seleccionados.

### 4.3-Análisis de la ocupación y el consumo

Estos son dos de los factores de los cinco que necesitamos para analizar un edificio, para realizar estos dos análisis se producen de forma numérica, ya que son los valores que hemos obtenido a través de la información que nos ha proporcionado el centro en ambos casos y serán filtrados para obtener los resultados que esperamos.

#### 4.3.1-Análisis de la ocupación

El análisis de la ocupación se realizará a través de un único factor que observamos a continuación:



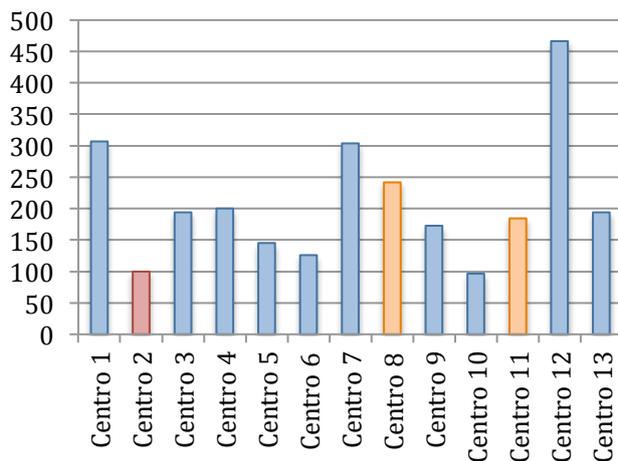
Como se puede observar en primer lugar en el análisis de las personas respecto al volumen, donde a la izquierda queda sin aplicar el factor de compacidad, pero una vez aplicamos esta compacidad quedan homogenizados los resultados entre todos los centros, y gracias a eso pueden ser comparables entre ellos, ya que este es un factor común entre todos los edificios.

También se puede observar como las unidades se han modificado ya que estamos multiplicando un factor de personas/m<sup>3</sup> por uno que relaciona m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup> por lo tanto las unidades se han visto modificadas a personas/m<sup>2</sup>, pero aún así aportándonos el mismo valor el dato aportado.

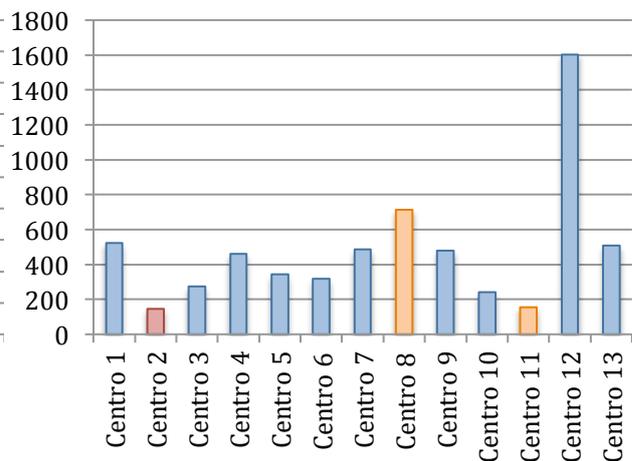
Con esto se pretende mostrar la cantidad de tasa de uso que tiene el centro, respecto a la que podría tener totalmente, con este valor más adelante podremos obtener la cantidad de energía que consume cada persona en el centro, pudiendo saber si esto es exponencial si el centro estuviera en pleno uso, haciéndolo así mucho más eficiente.

### 4.3.2-Análisis energético

La aportación de los datos energéticos en el proyecto, se basará en dos factores o ratios esenciales, que mostraremos a continuación de los cuales podemos obtener una gran cantidad de información por lo que respecta al uso actual del edificio:

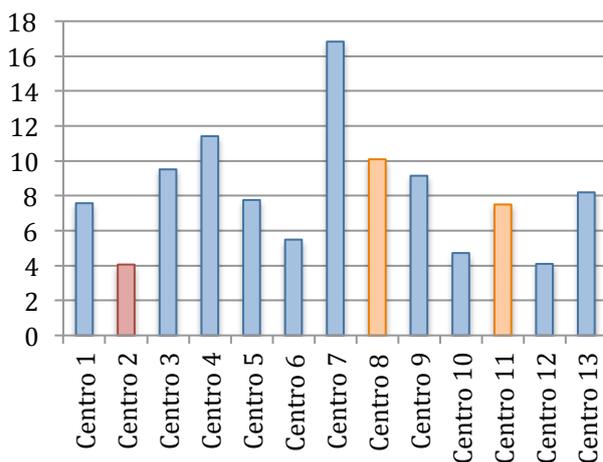


kWh medio anual por persona sin aplicar la capacidad (kWh/p)

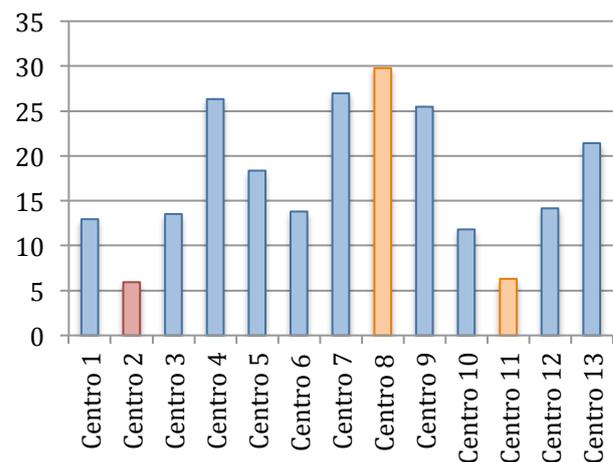


kWh medio anual por persona aplicando la capacidad (kWhm<sup>3</sup>/pm<sup>2</sup>)

Este primer factor son los kWh que consume cada una de las personas en el centro, es importante junto a la ocupación para valorar de que manera se está usando el centro, pero que esté más o menos ocupado no será un indicativo de su infrautilización, sino que también se deberá conocer que consume cada ocupante, además aplicando la capacidad podemos observar este cambio de unidad a kWhm<sup>3</sup>/pm<sup>2</sup>.



kWh medio anual por m<sup>3</sup> útil sin aplicar la capacidad (kWh/m<sup>3</sup>)



kWh medio anual por m<sup>3</sup> útil aplicando la capacidad (kWh/m<sup>2</sup>)

Y el otro factor que analiza básicamente el consumo que nos proporciona el volumen total del edificio, este valor juntamente con las distintas distribuciones nos ayudará a comprender el consumo de cada centro, y porque destacan algunos por encima de otros, dejando así en entre visto cuales son las características que los hacen consumir más.

También se observa un cambio de unidades como en todos los otros gráficos al aplicar la compacidad ya que tiene una unidades distintas, por eso podemos ver como se pasa de la unidad de kWh/m<sup>3</sup> a kWh/m<sup>2</sup>.

#### **4.4-Análisis de resultados**

Una vez expuestos los datos necesarios para un correcto análisis de las diferentes muestras, deberemos sacar conclusiones de cada uno de los proyectos, analizando los aspectos que se han expuesto. Se esperan obtener conclusiones sobretodo del consumo energético de las escuelas, como se comporta dependiendo de sus instalaciones y sobretodo de los volúmenes, orientación y porosidad que le damos a los espacios, y si realmente esto influye en el consumo o realmente no tiene nada que ver y son otros aspectos mucho más importantes.

También analizar si el centro está funcionando a pleno rendimiento según su capacidad, o si por lo contrario si el centro estuviera plenamente ocupado, el aprovechamiento de las instalaciones y por lo tanto el del consumo por persona sería mucho más eficiente.

### **5-Comparativa de los edificios estudiados**

Una vez hemos analizado cada uno de los edificios por separado y hemos sacado conclusiones de cada uno como se comporta, deberemos comparar esos resultados con los de los demás edificios para poder ver si hay algún resultado que coincide o algún patrón que se sigue a lo largo de este análisis.

Esta comparativa será un paso más para poder llegar a tener las conclusiones que esperamos tener. Esta se basara en encontrar una relación en el comportamiento de los diferentes volúmenes y de su gasto energético, y poder ver si hay alguna manera o forma más correcta de proyectarlos, para que este consumo se reduzca de forma considerable o el edificio sea más eficiente.

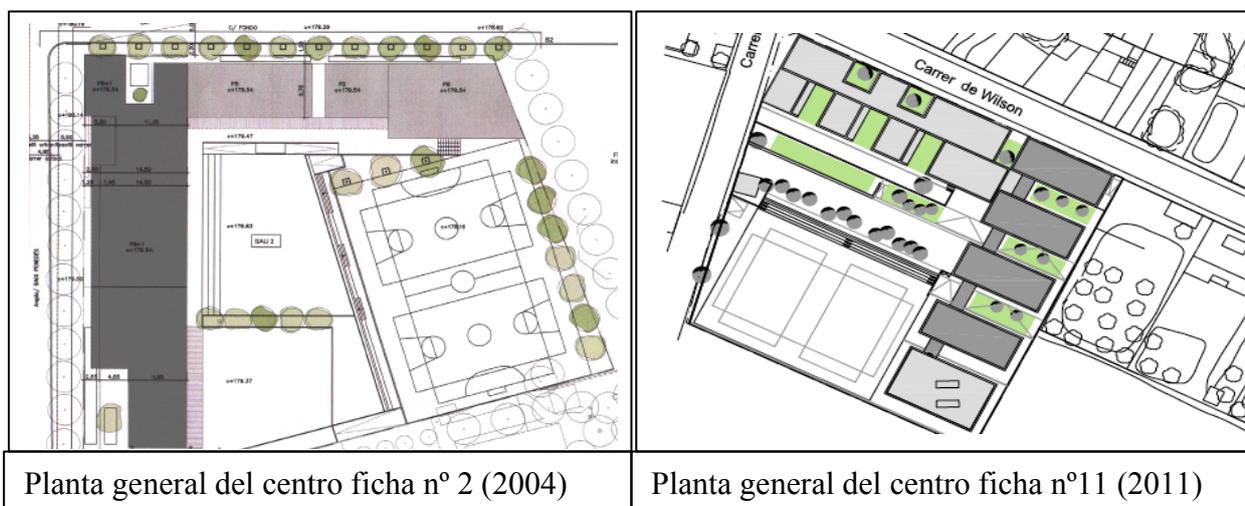
#### **5.1-Análisis temporal de la evolución de los proyectos**

A lo largo de los diferentes proyectos que hemos ido analizando, se puede ver como los patrones que se seguían en su construcción se han ido modificando, y esto se puede observar en los siguientes casos:

##### **5.1.1-De conservativo a permeable**

En las edificaciones actuales en climas estables en todo el año como por ejemplo sería el nuestro, cada vez se suele ver más una edificación que queda más abierta hacia el exterior, y se adapta a su entorno en vez de protegerse de el, cuando realmente las variaciones de temperaturas a lo largo de todo el año no son tan dispares.

En el caso de las edificaciones de centros públicos se puede observar que las tendencias que se siguen son parecidas, cuando empezábamos a analizar edificios del 2004 se encontraban estrategias mucho más conservativas y normalmente de no una gran altura, pero al analizar edificios más recientes estas estrategias se van convirtiendo en mucho más permeable, donde sus construcciones suelen ser modulares o a partir de diferentes volúmenes que quedan conectados entre ellos.



Planta general del centro ficha nº 2 (2004)

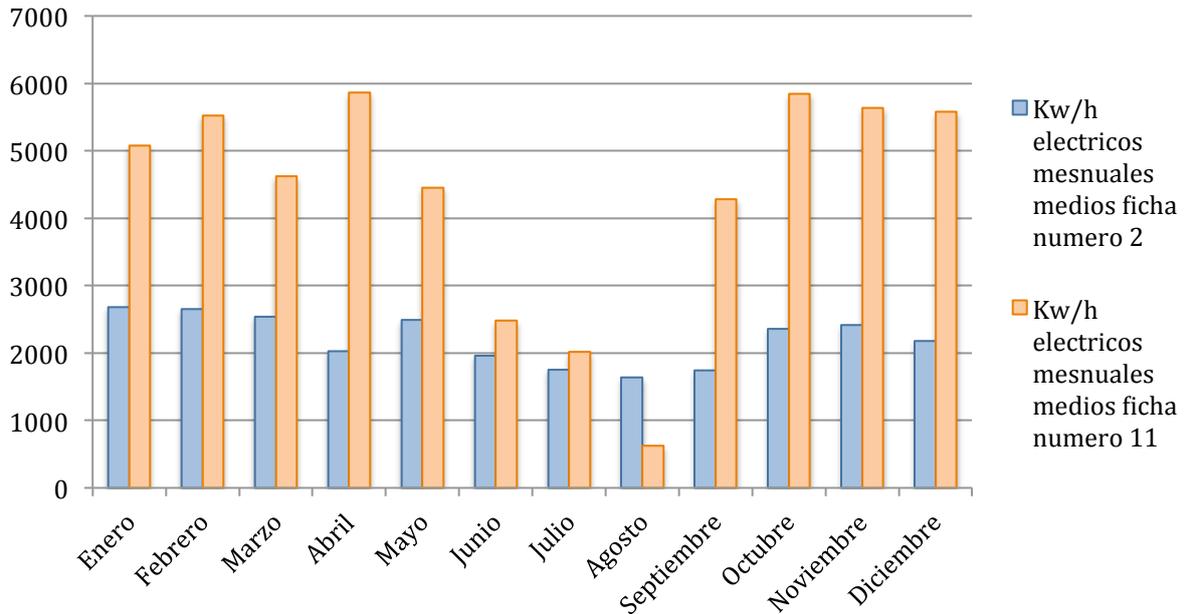
Planta general del centro ficha nº11 (2011)

En las dos imágenes en planta anteriores, se pueden ver dos edificaciones que tienen una separación temporal de 7 años, estas dos tienen la misma matriz general de clasificación que sería la 1503, se han escogido estas dos edificaciones ya que tienen la misma matriz y así son comparables, como se puede observar en la de la izquierda encontramos una estrategia mucho más conservativa con únicamente dos volúmenes principales que alojan en su interior los servicios necesarios.

En contrapunto podemos ver el ejemplo de la derecha, en este proyecto encontramos la misma forma pero entre medio podemos ir viendo como aparecen unos patios transversales, que éste último es uno de los causantes de la permeabilidad de los edificios, la aparición de estos espacios intermedios con altos beneficios tanto térmicos como lumínicos, los cuales hacen adaptarse a estos edificios a su entorno, y regular los espacios interiores con los exteriores, dando mucha más importancia a la bioclimática. Este hecho que vamos a observar, tiene una explicación numérica en la que se basa y es debido a la inercia térmica<sup>17</sup>, ya que cuando tenemos un edificio más modular hay una mayor interacción con el ambiente exterior por lo tanto esta inercia térmica también es mayor y puede alterar los consumos.

También se ha podido ir observando como esta geometría de los edificios sí siguen una estrategia más permeable o más conservativa, iba afectando a algunos de los consumos, se podía ir viendo como en los edificios que seguíamos una estrategia más conservativa los consumos parecían más lineales y lo contrario sucedía con las estrategias más permeables, a continuación podemos ver el ejemplo:

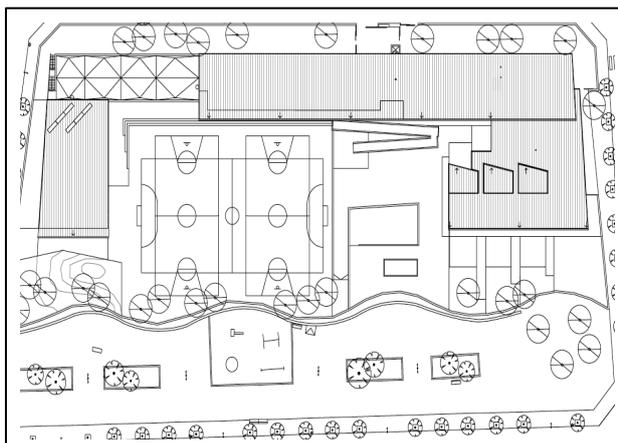
<sup>17</sup> Una definición sencilla de inercia térmica vendría a decir que es la capacidad que tiene la masa de conservar la energía térmica recibida e ir liberándola progresivamente. Debido a esta capacidad, teniendo en cuenta la inercia térmica de los cerramientos de un edificio, puede disminuirse la necesidad de climatización, con la consecuente reducción de consumo energético y de emisiones contaminantes.



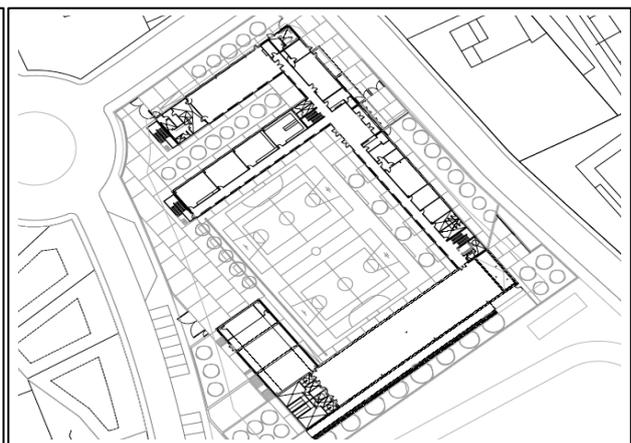
Aunque no se produce de una forma exagerada, podemos observar como los consumos que hay en una estrategia más conservativa como es el de azul tiene unos consumo más constantes a lo largo de todo el año que por ejemplo la estrategia que se adapta más al entorno donde sus consumos son más variables a lo largo de todo el año; aunque ambas estrategias tienen un menor consumo en verano sobretodo la ficha n°11 donde el consumo en verano es prácticamente el mismo que en el de la izquierda aunque se encuentran en menor escala.

Se podría pensar que es debido a los meses de apertura o a los días que está en funcionamiento el centro, y que debido a esto se produce un desajuste comparativo, aunque no es así ya que el primer centro permanece abierto durante 10 meses al año y 164 días, y el segundo centro abre los mismos meses al año y un total de 168 días lo que crea una diferencia de 4 días que no será ni mucho menos determinante en los consumos de nuestros centros.

Como no es suficiente con un único ejemplo para reforzar nuestra hipótesis a continuación veremos otro caso, donde la evolución de la permeabilidad del edificio no es tan extrema pero se puede observar de manera clara como sucede el mismo fenómeno:



Planta general del centro ficha n° 1 (2004)

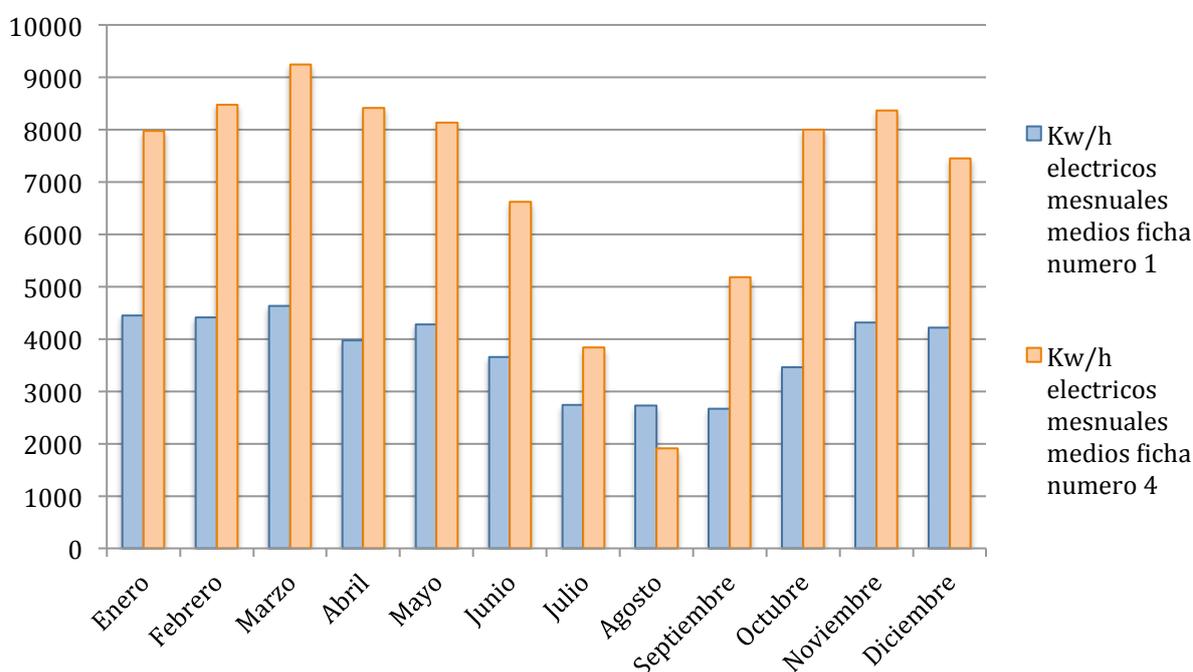


Planta general del centro ficha n°4 (2007)

En este caso únicamente una diferencia de 3 años entre los dos proyectos, aun así podemos observar la comparativa de un edificio que sigue una estrategia más conservativa a otro que no, las dos estrategias también parten de la misma matriz de clasificación la cual en este caso es la 1601.

El caso se repite de la misma manera que en el anterior caso, en el primer edificio podemos ver una estrategia poco permeable la cual cuenta con 3 volúmenes los cuales tienen usos diferentes, aunque quedan articulados por un volumen principal el cual dará acceso y servicio al resto.

A diferencia, en el proyecto de al lado podemos ver como aparecen esos patios transversales de forma mucho menos evidente que en casos posteriores, aún así podemos ver que es un edificio que se adapta al entorno, tanto en la totalidad del entorno, como dentro del mismo terreno, por eso consideramos que la estrategia que sigue este edificio es mucho más permeable que en el caso anterior, y tiene mucho más en cuenta criterios bioclimáticos como son el asoleamiento, la radicación, entre otros diversos.

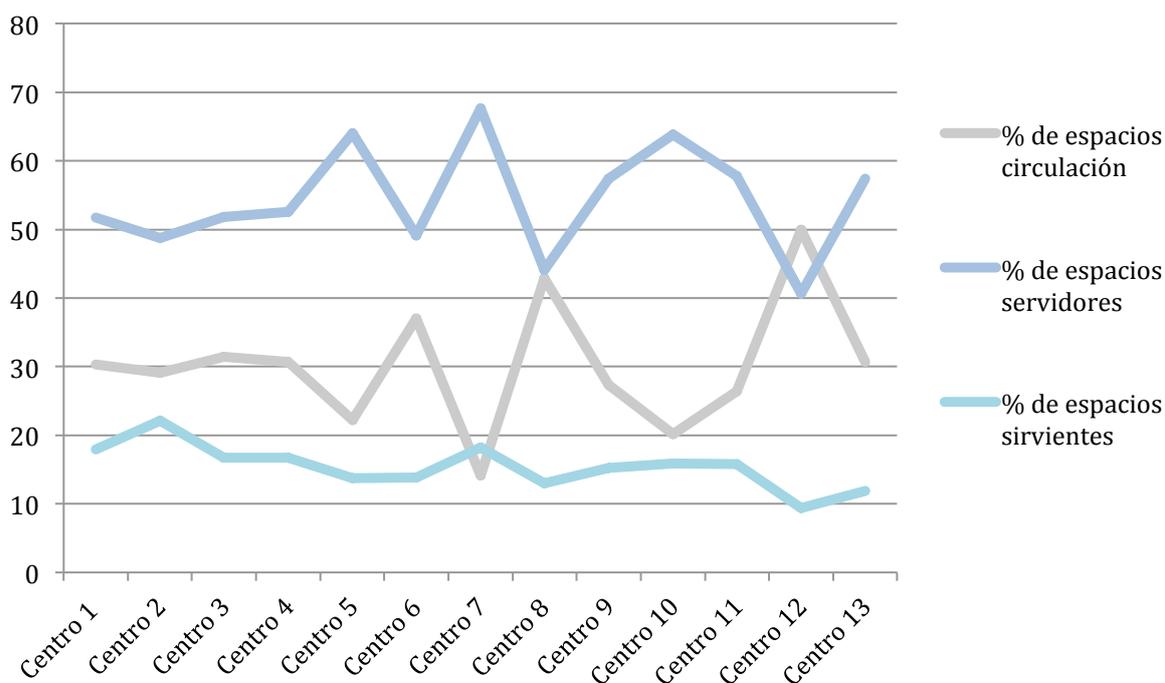


Estos valores que estamos analizando son concluyentes en la muestra actual, es decir, en la muestra de los 13 edificios podemos observar que se cumple a proporción la hipótesis analizada, pero ésta deberá ser puesta en crisis para poder afirmar con una muestra más amplia que se cumple dicho factor, aun así, se puede afirmar a través de la hipótesis de la inercia, donde los edificios que tienen más contacto con paramentos exteriores supone una mayor pérdida calorífica, por lo tanto una menor constancia a lo largo de todo el consumo anual.

### 5.1.2-Optimización de los espacios

El análisis comprende prácticamente una franja de tiempo de 10 años, y es cierto, que en este pequeño espacio temporal los espacios han ido sufriendo un cambio, dirigiéndose hacia tendencias constructivas diferentes a las primeras, no únicamente en que los edificios cada vez son más permeables al ambiente exterior, sino también en otros aspectos que observaremos a continuación.

- Análisis de la evolución de los espacios → Debemos analizar como han evolucionado los espacios entre ellos a lo largo de este periodo de tiempo, y si podemos extraer alguna conclusión.



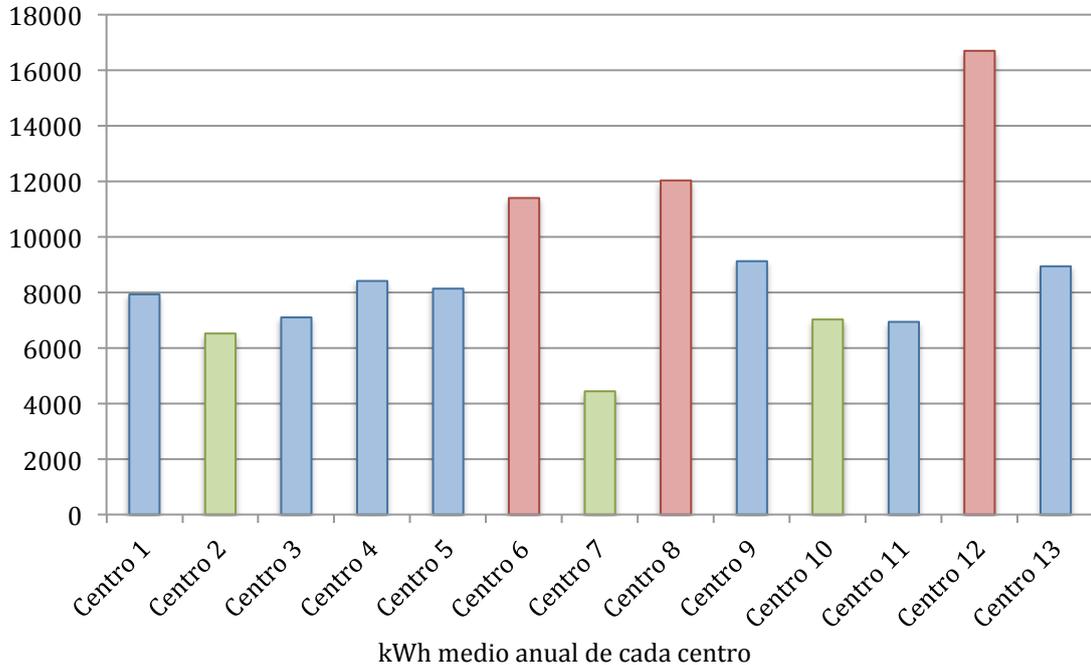
En primer lugar podemos observar como los espacios correspondiente a los sirvientes sufren una tendencia hacia el descenso a lo largo del tiempo, dándole así más protagonismo a los espacios de circulación y servidores, estos espacios como podemos ver en los distintos proyectos corresponden a espacios de instalaciones, baños, entre otros, lo cuales son importantes para el desarrollo de las actividades en el interior del centro, pero no los principales.

Otra característica que observamos es la relación entre espacios de circulación y espacios servidores, que parecen funcionar independientemente a los espacios sirvientes. Estos siguen la misma estrategia en todos los proyectos, cuando aumentan los espacios servidores, descienden en el mismo porcentaje los de circulación, estableciendo así una relación directa entre estos dos espacios.

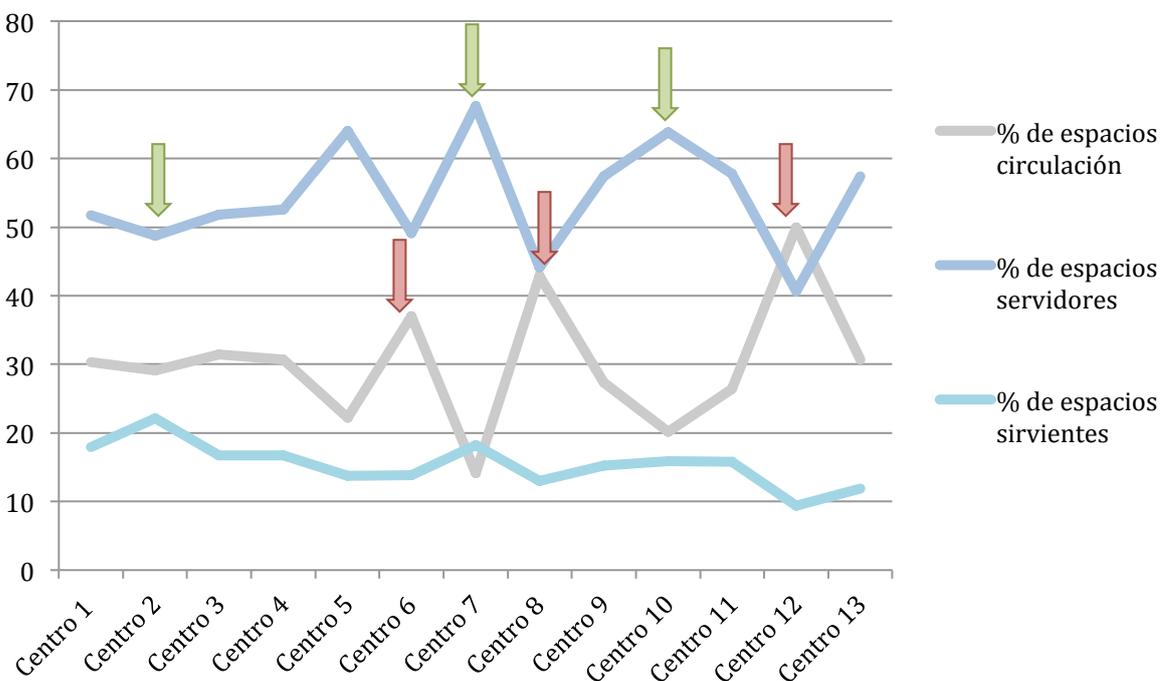
Aún así la idea previa que se podía generar era que el aumento de los espacios servidores debía dar lugar a más espacios de circulación, para dar acceso a los primero, pero vemos que los proyectos que deciden dar más protagonismo a los espacios servidores prescinden de espacios de circulación, pero lo más importante ¿en qué afecta esto al consumo de estos edificios el hecho de estas variaciones de prioridad?.

### 5.1.3-Relación espacios servidores y circulación con su consumo

Tal y como planteábamos anteriormente, qué ocurre cuando estos edificios dan prioridad a un espacio servidor, o por lo contrario lo hacen con los de circulación, pues esta cuestión será resuelta en los siguientes gráficos.



En rojo observaremos los edificios que tienen un mayor consumo y en verde observaremos los que tienen un menor consumo anual, para a continuación compararlos con el gráfico que hemos visto posteriormente.

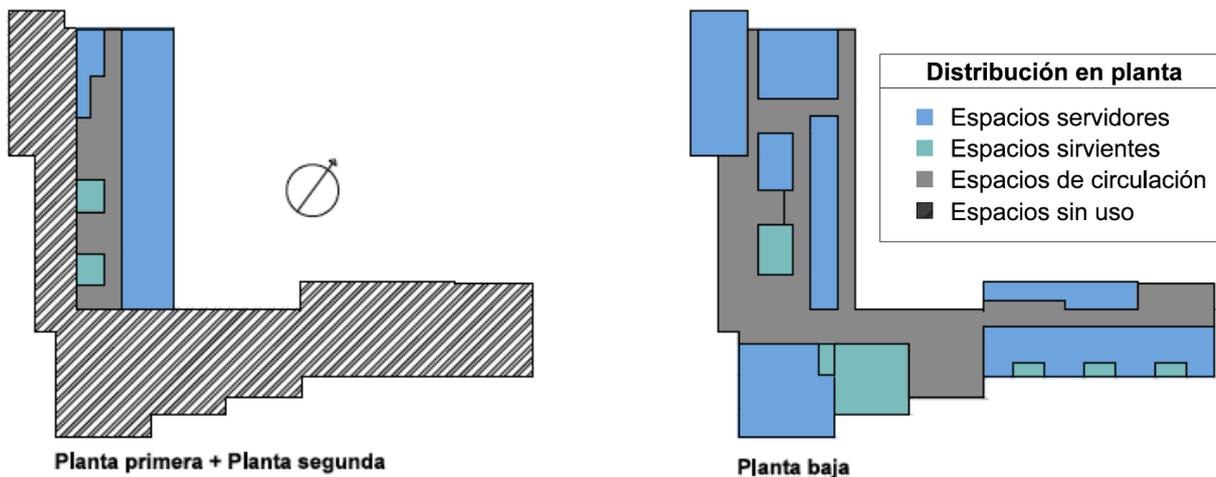


Se observa una relación clara entre el consumo anual de los edificios y la distribución interior que sufren estos, lo podemos afirmar con dos aspectos concretos:

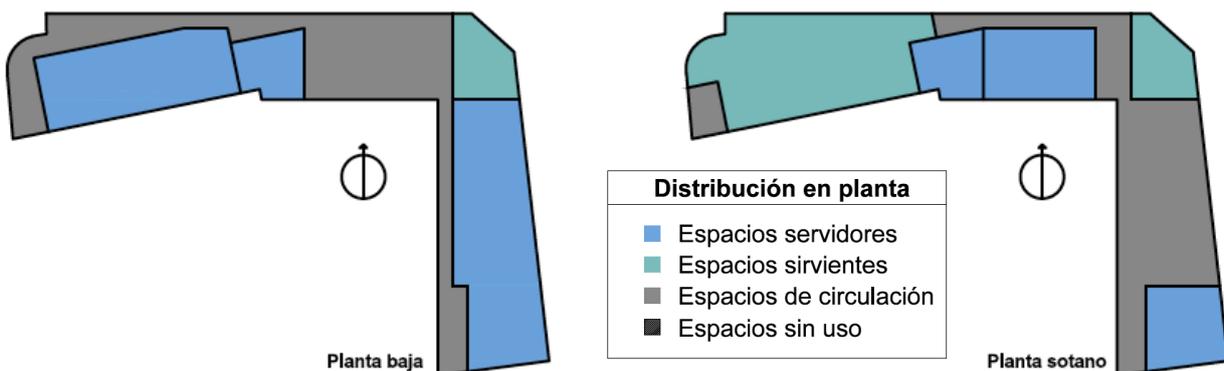
- Los consumos marcados en rojo son los más elevados a cuanto consumo anual, y resulta que también son estos los que sufren un aumento de sus espacios de circulación, en concreto los 3 centros que cuentan con más espacios de circulación, y sufriendo un descenso en las zonas de espacios servidores.
- Por lo contrario los marcados en verde son los centros que menos consumen en todo el año, y son estos los que tienen una mayor tasa de espacios servidores, reduciendo sus espacios de circulación.

Esta tendencia nos hace creer que contra más volumen de espacios de circulación tenemos en el interior de un centro nos hará consumir más en este centro, pero ¿qué es lo que puede provocar dicho efecto?.

Una de las conclusiones más inmediatas es la misma que se ha aplicado en el caso de la relación entre el consumo y la permeabilidad de los centros, por lo tanto podría ser debido a la inercia térmica de estos espacios. Muchos de estos centros que tienen un consumo elevado son edificios que incluyen una mayor cantidad de porches, lo que hace que la compacidad del centro disminuya, ya que hay más superficie de fachada en contacto con el exterior, tal cosa favorece un mayor contacto interior exterior de las temperaturas, y puede favorecer las pérdidas dentro del centro.



Centro número 6 “CEIP La serreta”

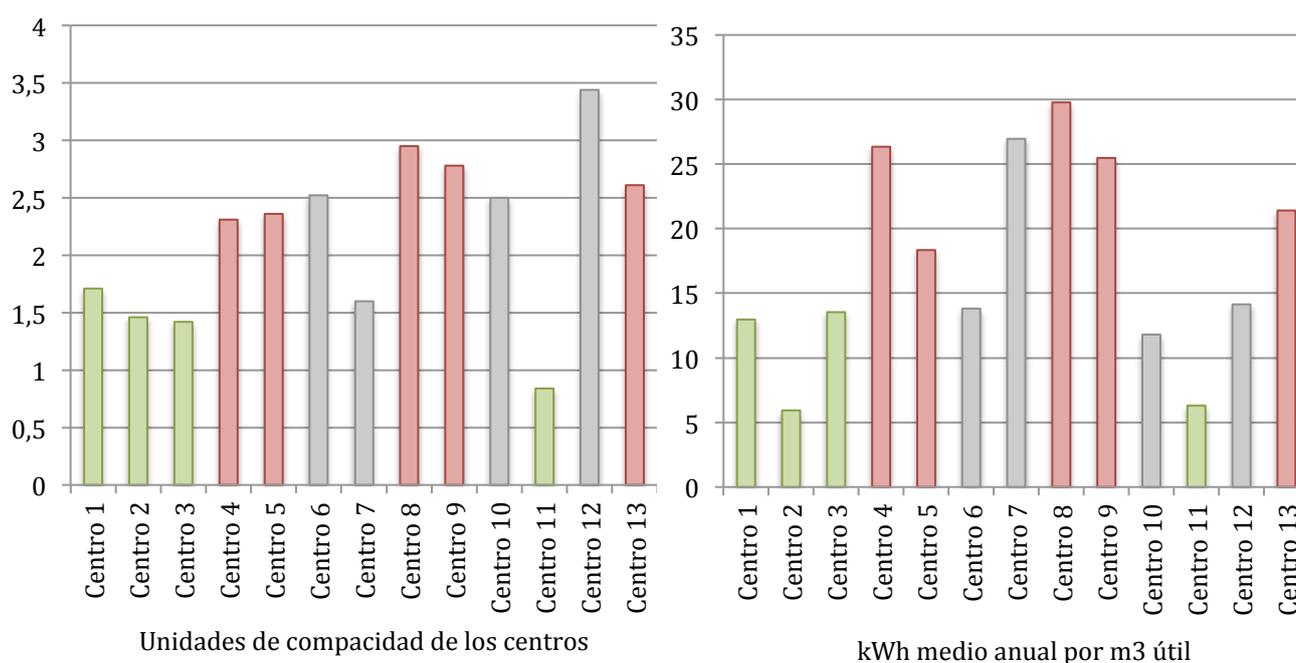


Centro número 8 “CEIP Marius torres”

En ambos espacios se observa una gran cantidad de espacios de circulación sobretodo en planta baja, que es ahí donde encontramos la aparición de los porches, haciendo a estos centros mucho más permeables al ambiente exterior, conociendo así que peaje energético estamos pagando por tener estos espacios con mayor presencia en la construcción de los centros docentes.

## 5.2-Relación compacidad energía

Relacionando los conceptos estudiados en el apartado anterior<sup>18</sup>, encontramos que la relación entre la superficie en contacto con el exterior y la energía tienen una relación a través de la inercia térmica, pero no es más cierto que la relación del volumen interior con la superficie exterior tiene un nombre, éste es la compacidad, por lo tanto indirectamente debería existir, y existe una relación entre el consumo y la compacidad de los distintos edificios.



Podemos observar dos parámetros en rojo son los edificios que tienen una mayor compacidad y que por lo tanto resulta que tienen una mayor repercusión de consumo en kWh por m<sup>3</sup>, en cambio se observa como los edificios con una menor compacidad sufren el efecto contrario. Los edificios marcados en gris no siguen estas tendencias, por lo tanto no se produce en el 100% de los edificios analizados, aunque es una tendencia a la alza, ya que se cumple en el 75% de los edificios de la muestra.

Como las afirmaciones anteriores son tendencias que se pueden observar a través del análisis de la muestra, pese a que no pueden ser concluyentes al 100% debido a que la muestra es limitada, únicamente de 13 edificios, por eso se insiste en un futuro en ampliar esta muestra de edificios para poder ver si realmente se cumplen dichas tendencias.

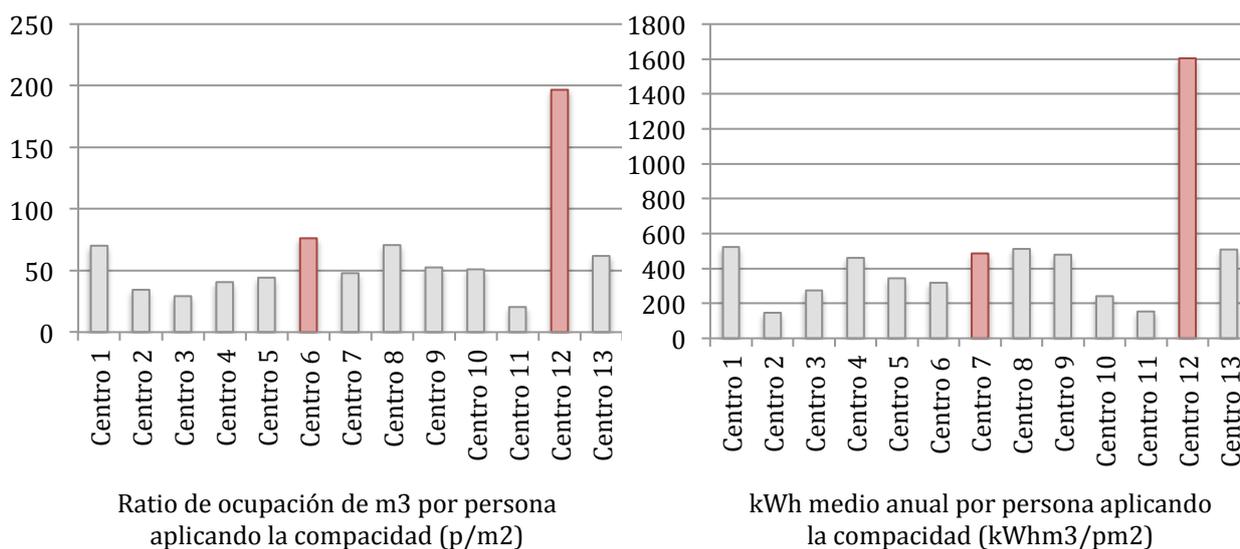
<sup>18</sup> Véase apartado 5.1.1

### 5.3-Matriz más eficiente de la muestra

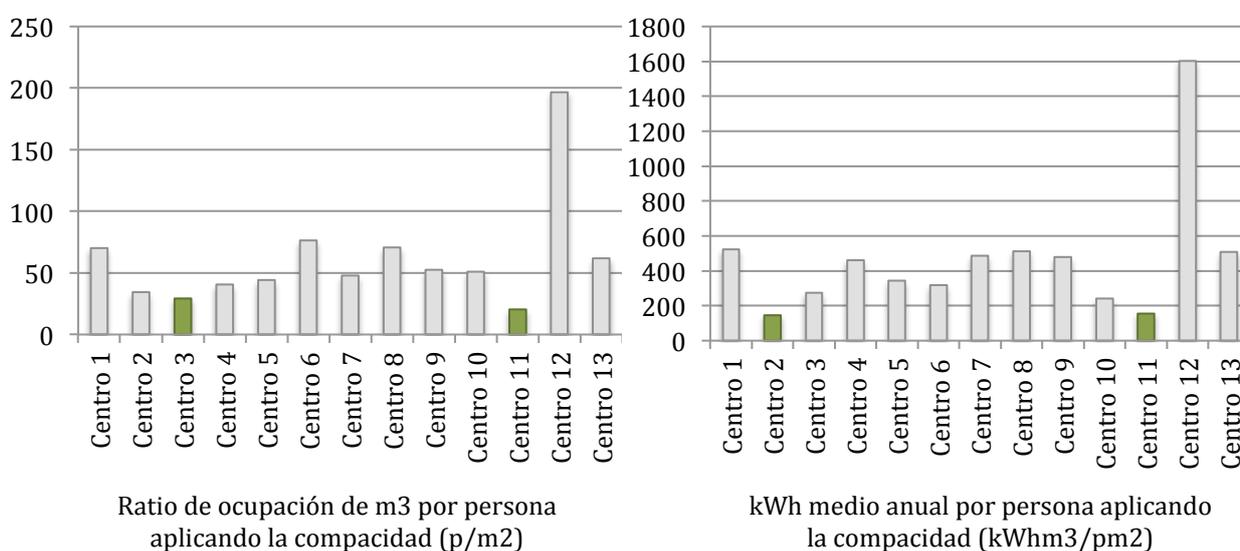
En este apartado a través del análisis de la eficiencia de los espacios en su ocupación y en su consumo se determinará cual es la matriz más eficiente de las que hemos analizado, y cuales son sus características, también conociendo que estrategias lo son menos y que las caracterizan.

#### 5.3.1-Eficiencia en la ocupación

Pese a que la relación geometría y ocupación no existe, si que se puede generalizar en las matrices analizadas cual es la más eficiente en este aspecto, para ver si hay alguna coincidencia con los factores que se muestren posteriormente, este valor lo podemos encontrar en los gráficos de los consumos de las fichas:



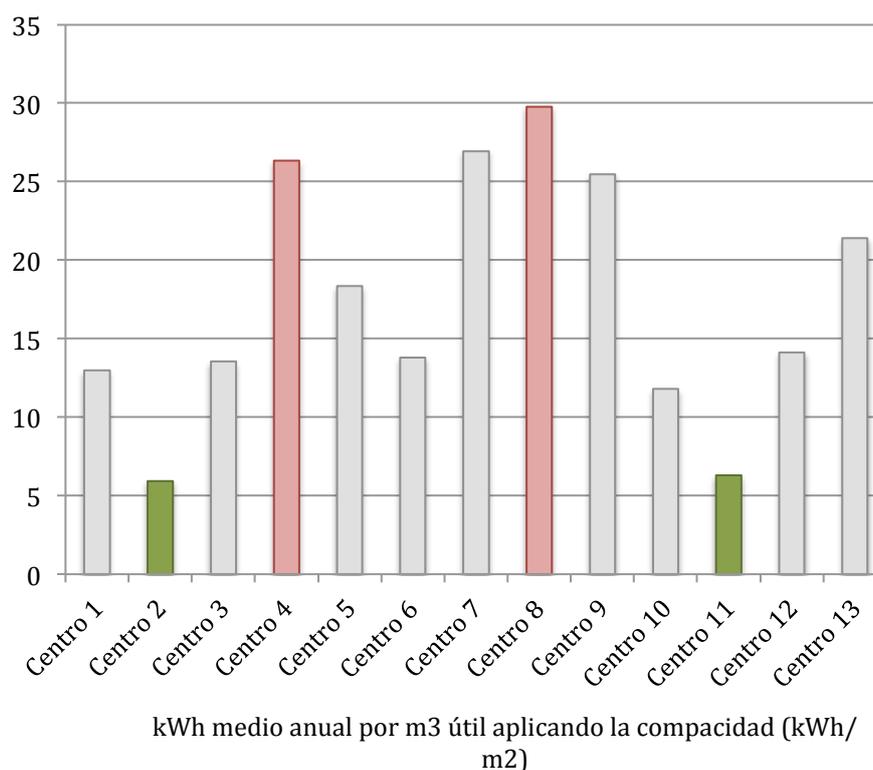
En primer lugar podemos ver los centros menos eficientes en este aspecto que son los marcados en rojo, como podemos ver el centro número 12 repite en ambos gráficos, ya que su ocupación es mucho menor que en otros casos. Estos resultados corresponden a las siguientes matrices, centro 6 (1502), centro 7 (1601) y centro 12 (1201).



En contra punto encontramos los centros que son más eficientes en este aspecto y los cuales corresponden a las siguientes matrices, centro 2 (matriz 1503), centro 3 (matriz 1202), centro 11 (matriz 1503), donde podemos observar que casualmente en este análisis encontramos dos matriz que se repiten en distintos centros, aun así deberemos analizar los consumos en relación al volumen para poder observar si se sigue repitiendo este efecto.

### 5.3.2-Eficiencia en el consumo

Otro aspecto importante a analizar es del consumo en relación al volumen (aunque en el gráfico quede expresado en  $\text{m}^2$  debido a que se ha aplicado el factor de compacidad), para ver como en el apartado anterior cuales son las matrices que más destacan, y si encontramos alguna relación con las que lo hacían en la ocupación, esto lo podemos ver en los siguientes gráficos que encontramos en las fichas:



En rojo tal y como en el gráfico anterior, podemos ver los centros menos eficientes, es decir, los que más consumo tienen por  $\text{m}^2$ , y por el contrario en verde se observan aquellos centros que son más eficientes ya que su consumo es mucho menor, y en proporción respecto a la totalidad también son mucho menores. Esos centros que son menos eficientes pertenecen a las siguientes matrices:

- Centro número 8 → Matriz de clasificación 1503
- Centro número 4 → Matriz de clasificación 1601

En segundo lugar los centros que son más eficientes se corresponden a las siguientes matrices de clasificación:

- Centro número 2 → Matriz de clasificación 1503
- Centro número 11 → Matriz de clasificación 1503

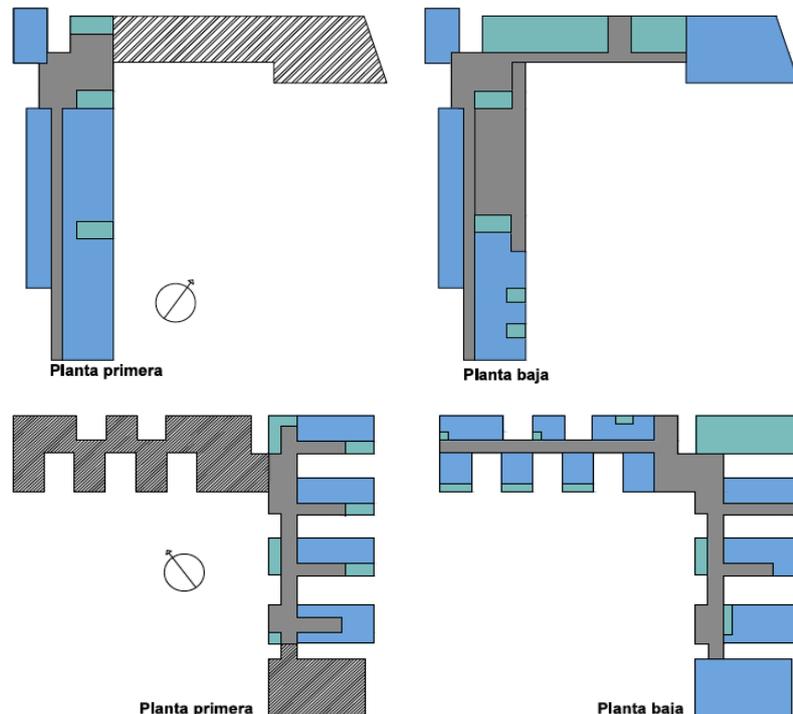
### 5.3.3-Eficiencia en la matriz de la muestra

Se ha podido concluir a través de la eficiencia en las matrices como destaca claramente una por encima de las demás, ésta en concreto es la 1503, la cual la encontramos presente en los centro números 2, 8 y 11 dentro de la misma muestra; aún así por mucho que estos centros resulten más eficientes que los demás no significa que esta matriz sea la mejor, por lo tanto deberemos analizar los centros que corresponden a esta matriz para ver que los hace destacar por encima de los demás, y si realmente hay puntos en común que sean concluyentes.

En primer lugar si observamos los consumos anteriores podemos ver que por mucho que la matriz 1503 sea más eficiente que los demás, podemos ver como el centro número 8 tiene unos consumos elevados por unidad de superficie, pero además, en la media de ocupación no destaca por ser de los más bajos, por lo tanto deberemos analizar que puntos en común tienen los otros dos centros, que son de los que tienen mejores resultados en ambos aspectos, tanto dentro de la matriz como en la totalidad de la muestra que estamos analizando.

Por lo tanto realizaremos un análisis de los puntos en común de los otros dos centros y que podemos observar entre ellos, pese a que no se podrá concretar cual de los dos centros es más eficiente, ya que el proyecto no corresponde únicamente a eso, podremos ver cuales son los puntos a destacar.

En primer lugar si observamos la distribución funcional de ambos centros, se observa claramente una abundancia de los espacios servidores respecto a todos los demás, pero también se observa con claridad que los núcleos de circulación quedan situados en el centro de las plantas, es decir, es un pasillo central el que reparte a los diferentes accesos del centro, y también se observa que en ambos únicamente encontramos dos plantas, y en la planta

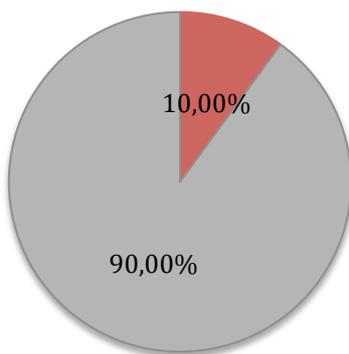
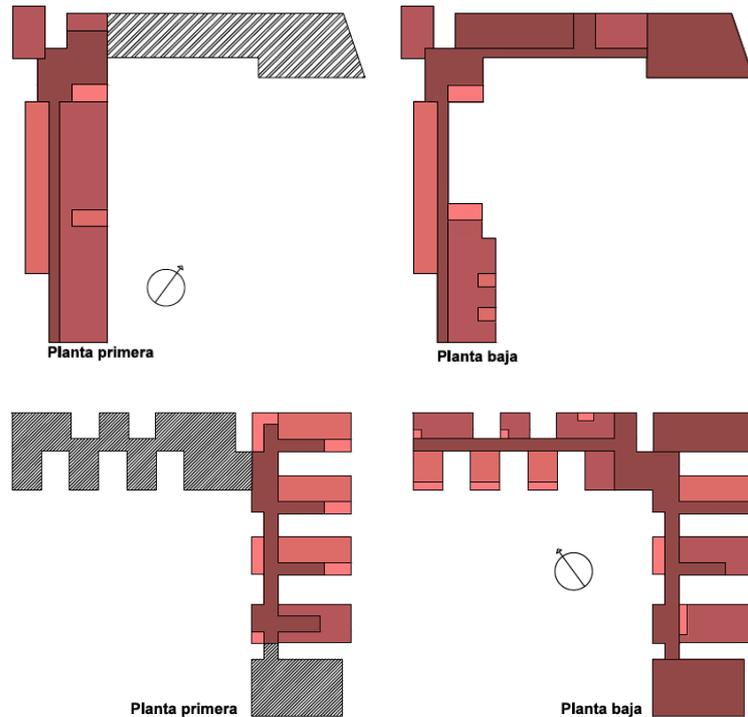


superior hay mucho menos volumen que en la inferior, aún así podemos ver en aspectos generales que siguen estrategias completamente diferentes, en uno una estrategia más conservativa donde la compacidad es mucho mayor, y en otro sin embargo una estrategia más modular, y eso ya conocemos lo que produce, es decir, consumos mucho más inestables a lo largo de todo el año, que no supone necesariamente que esto haga al centro menos eficiente, pero si que hay un control menor del consumo o de la energía que estamos cediendo al exterior.

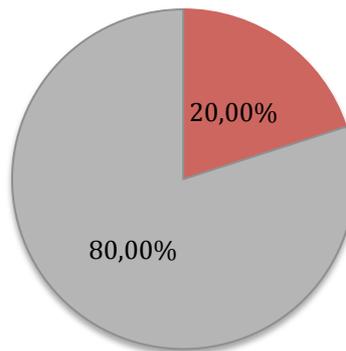
Por lo que hace referencia a las cargas totales en los espacios, es el plano general que nos mostrará como se están comportando estos edificios des del punto de vista térmico, donde se puede observar, que ambos centros, tienen una demanda energética mayor en los pasillos, lo que supone que son espacios más fríos y también cuentan con un volumen mayor.

También otros espacios de mayor carga térmica como serían el comedor o y el gimnasio se sitúan en extremos del edificio, puede ser por temas funcionales,

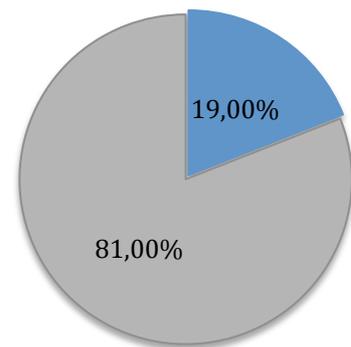
pero no es un esquema que se repita en la mayoría de centros, y esto es algo que encontramos en común y que favorece a que la energía que demandan estos espacios quede al margen de la trama de todo el edificio, la cual cosa evitará que las transmisiones al interior de otras estancias sean mucho mayores, siendo esta cesión de calor siempre a espacios sirvientes o de circulación.



*Aberturas centro 2*



*Aberturas centro 11*



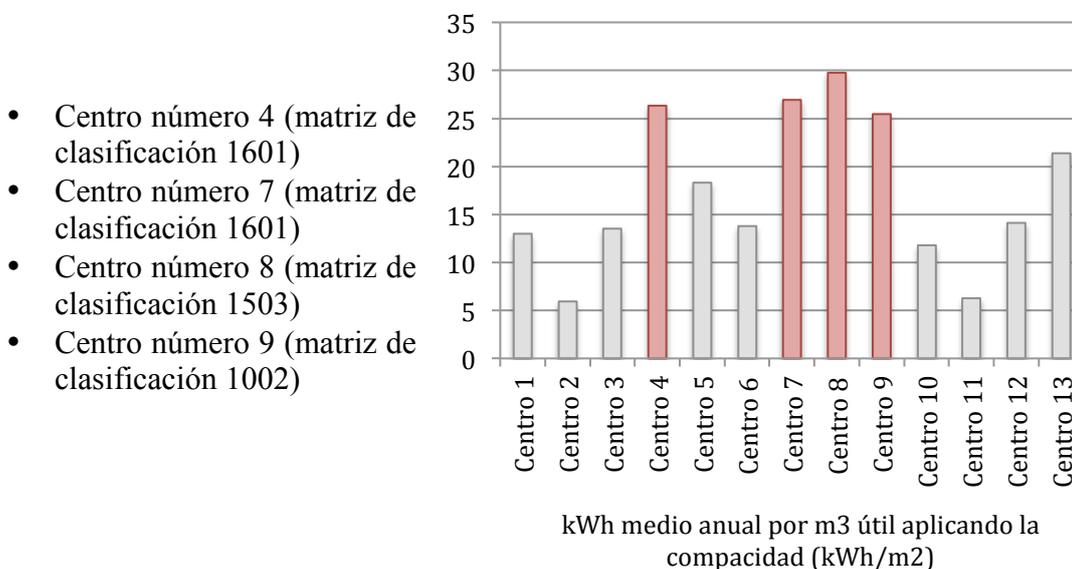
*Media aberturas muestra*

Por lo que hace referencia a la piel del edificio ambos siguen estrategias completamente diferentes respecto a la media general de la muestra, siendo el edificio más compacto el que tiene un porcentaje menor de aberturas que el centro más permeable que se asemeja más a la media, y entre ambos aún así el consumo es muy similar, por lo tanto podemos ver como esto no es algo que determine la diferencia entre los consumos, ya que la proporción es el doble en uno que en el otro.

Ocurre algo similar con las orientaciones de las fachadas, las cuales no se parecen en nada, tendiendo hacia orientaciones completamente opuestas, aunque no se quiere descartar su implicación en un mejor centro, no es un dato que afecte significativamente en éste.

### 5.3.4-Ineficiencia en los centros

Por mucho que empiecen a despuntar los hechos que hacen a un edificio que actúe mejor delante del uso que se le está dando, deberemos conocer que es lo que se está realizando en aquellos centros, los cuales sus consumos están resultando ser mucho más elevados que los de toda la media, y que por lo tanto también darán resultados sobre que es lo que no se debe realizar. Si volvemos a observar los consumos por unidad de superficie observaremos los que destacan los siguientes centros:



Por mucho que la matriz 1601 es la que encontramos más presente en esta antítesis a la eficiencia de los centros, no será concluyente que se la pueda clasificar como tal pero si que se deberá analizar que está ocurriendo en estos centros. Por lo tanto los puntos en común que encontramos entre estos 4 centros son los siguientes:

- Los espacios de circulación. En concreto los pasillos, quedan situados en las fachadas no en espacios centrales como los dos ejemplos anteriores. Aunque a primera vista pueda parecer algo absurdo, ya ha sido comentada la importancia de estos espacios en el consumo del edificio, y como el aumento de estos espacios provocaba un mayor consumo.
- El volumen de la edificación. Exceptuando en centro número 7, los demás tienen más de dos plantas en sus construcciones, pudiendo llegar hasta cuatro, por lo tanto puede ser que a partir de cierta altura el equilibrio que tenemos de repercusión por volumen del consumo, desaparezca, y que por lo tanto igual el límite racional o de control se encuentre en las dos plantas sobre rasante, tal y como han justificado los ejemplos anteriores.
- Dos de estos centros, también son los únicos que incluyen una planta sótano en sus proyectos, siendo así el centro número 4 y 8, los que tienen un mayor consumo de todos los observados, que nos puede hacer pensar, que la inclusión de esta tipología de espacios puede tener una repercusión en sus consumos.

#### 5.4- Características de la matriz más eficiente

Posteriormente al análisis que se ha realizado de las diferentes muestras podemos empezar a vislumbrar algunas características sobre los edificios que los hacen más eficientes, sino es más claro que una de las matrices que se considera más eficiente en relación a su geometría exterior es la 1503, pero debemos matizar ya que no todos los edificios con esta geometría se comportan igual.

En primer lugar desde el punto de vista del análisis funcional concluimos:

- Los espacios de distribución interior como son los pasillos se deben encontrar en un espacio central que reparta a los diferentes espacios a banda y banda, siendo este espacio uno de los que provoca más cargas térmicas.
- La proporción de espacios de circulación o acceso respecto a los servidores ha de ser por lo menos la mitad, para que se pueda empezar a hablar de un centro más eficiente, ha quedado comprobado que en cualquier caso que se supere dicha barrera, los consumos quedan totalmente descontrolados, y sufren un aumento gradual.
- Pese a que una geometría conservativa nos ofrece un mayor control del consumo a lo largo del año, no es más eficiente por dicho efecto, aunque ni la estrategia conservativa ni la permeable son un claro ejemplo de ineficiencia, sí que es preferible la segunda ya que permite mucho más la distribución de los espacios según usos diferentes.
- La compacidad en los edificios también marca una tendencia en esta relación entre la superficie real y la equivalente, quedan mucho más favorecidos los centros que son poco compactos, aunque no se puede diagnosticar en el 100% de los casos, sí que es una tendencia clara.

Desde el punto de vista térmico y lumínico podemos observar:

- El aislamiento de aquellos espacios que tienen una mayor demanda térmica, ayudará al control del consumo de la totalidad del centro, como por ejemplo comedores o gimnasios, que también son los espacios con un mayor volumen; y en caso que no puedan ser colocados al margen de la trama del edificio, sí que serán colocados de manera adyacentes a espacios sirvientes o de poco uso a lo largo del día.
- Ha quedado claramente reflejado que las aberturas no determinarán un mayor consumo para el edificio, al menos en la muestra seleccionada unas aberturas inferiores al 25% de la totalidad de la superficie de fachada del centro no tienen ninguna afectación, aún así, sí que tienen grandes aportaciones para la bioclimática interior, tanto para la renovación del aire interior, como para la aportación de radiación solar.
- Una correcta orientación de las fachadas para el edificio será suficiente para el control de la energía, pues ésta no originará grandes cambios por lo que a consumo se refiere.

## 6-Análisis de los edificios no seleccionados

De los edificios que no se han podido realizar una ficha técnica como con las otras muestras, deberemos analizarlos de manera general para saber como se comportan, ya que de estos edificios también tenemos una información del consumo, y será interesante poder analizarlo para saber si las conclusiones que podamos sacar de los edificios analizados son conclusivas, o únicamente se han producido los hechos en el grupo de muestras que hemos seleccionado. Este proceso se realizará con el mismo proceso que hemos realizado las fichas, pero en vez de hacerlo con cada caso por falta de información sobretodo gráfica, lo realizaremos de forma generalizada para todos los casos de los cuales hemos mencionado en la página 8 del proyecto.

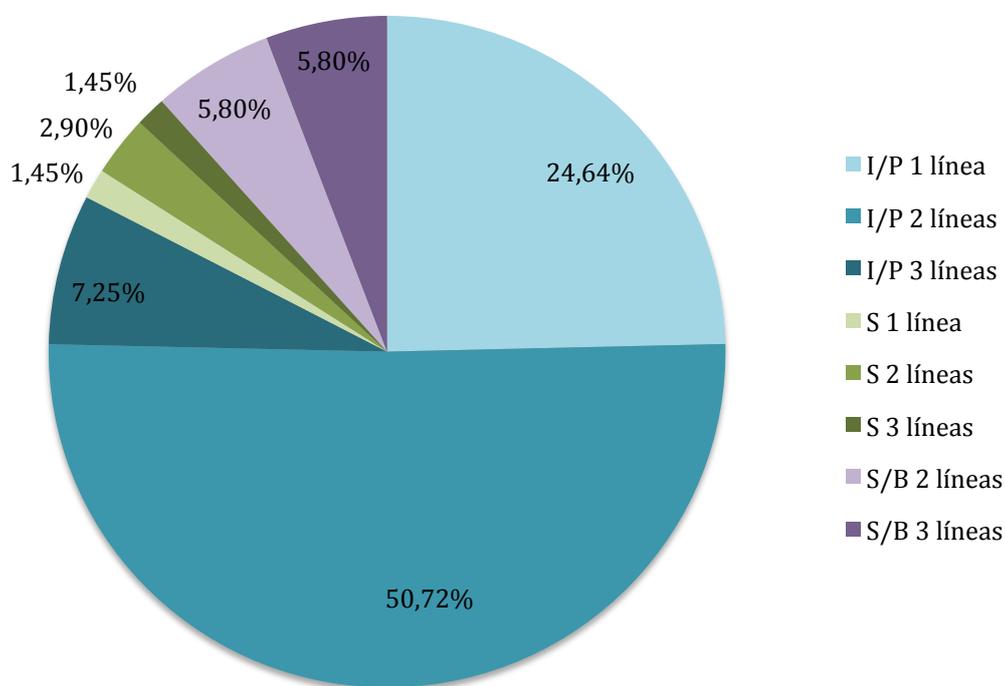
Aún así aunque no tengamos los planos concretos del centro, a través de fotografías del centro y de la localización de estos, podremos observar los comportamientos que sufre el centro si se producen los mismos patrones que hemos podido observar en las fichas realizadas a los centros que hemos analizado.

Cabe destacar que los datos que exponamos en **los diferentes gráficos no serán únicamente de la selección** que se presenta sino que también se incorporan los datos de otros edificios para tener una visión más general, aunque los consumos sí que únicamente dependerán de los consumos que nos han proporcionado los centros mencionados anteriormente.

### 6.1-Datos preliminares

En primer lugar observaremos los datos preliminares como hemos visto en las fichas, para conocer la información básica de cada uno de los centros.

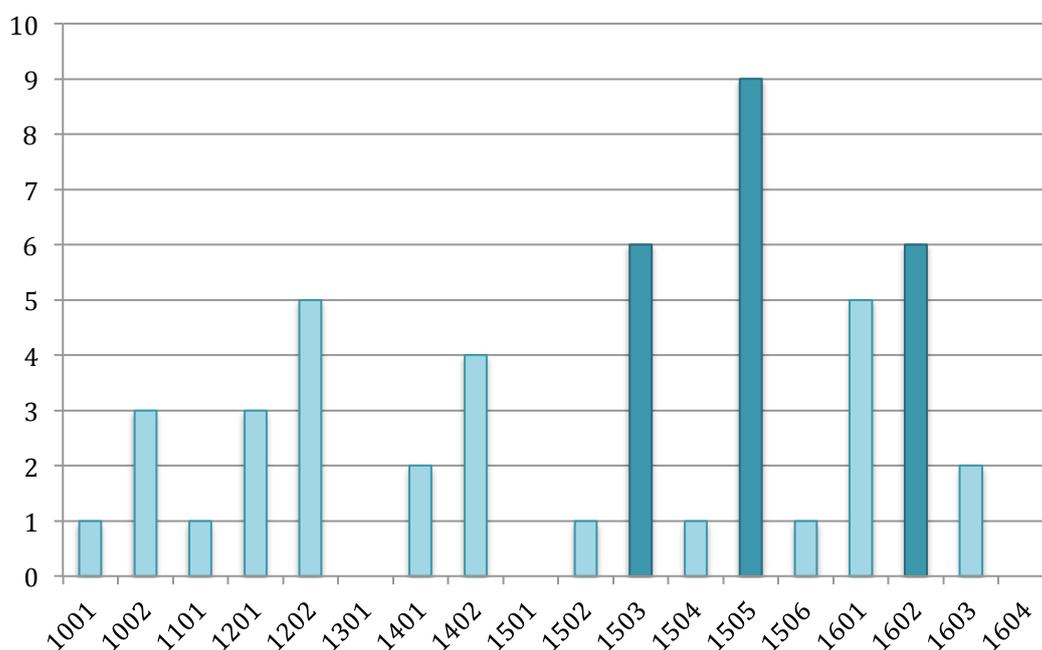
Cabe destacar que la mayoría de edificios de los cuales no consta información gráfica es de los edificios de 2004 y 2005, debido a que toda esa información gráfica era en papel, y los archivos de los cuales se tenían acceso eran informatizados, por lo tanto no se podía tener acceso a este tipo de información, aunque gracias a la digitalización de las licitaciones, sí que se puede acceder a la información básica.



En el gráfico podemos distinguir 3 tipologías educativas diferentes, en azul las que corresponden a infantil y primaria (I/P), en naranja las que hacen referencia únicamente a secundaria (S), y por último en rojo las que se refieren a secundaria y bachillerato (S/B). Donde se puede observar con claridad que de la muestra de casi 100 edificios que se han tabulado la mayoría de estos son de tipología de infantil y primaria, esto puede ser debido a que son estos los que más se construyen o por algún otro motivo, aunque no entraremos en ello ya que no forma parte del análisis del proyecto.

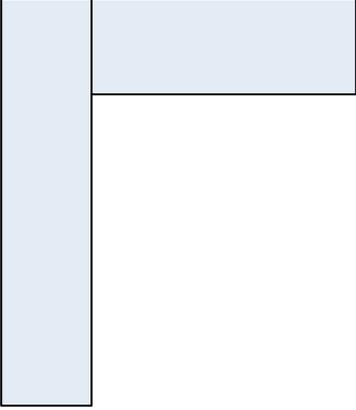
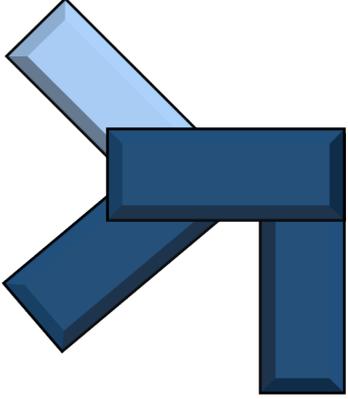
Dentro de esta tipología de enseñanza que es infantil y primaria, podemos ver que al igual que ha pasado en las fichas analizadas de la muestra más pequeña, hay un claro aumento de las tipologías de 1 y 2 líneas, esto es debido a que muchos centros para aprovechar mejor el volumen construido, o poder construir más volumen en altura se adhieren a ser un centro de 2 líneas, dando a un espacio igual un mayor uso, si se encuentra bien dimensionado. Este valor nos será útil ya que a la hora de analizar resultados generales, sabremos que la mayoría de estos pertenecen de un sector concreto de la tipología de enseñanza.

Posteriormente una vez analizado que uso se le dará a la mayoría de los espacios, deberemos conocer su tipología constructiva, y para eso contamos con las matrices de clasificación, donde anteriormente hemos podido ver una pequeña muestra de ellas y a continuación las podremos observar en su totalidad:



Una vez analizados todos los edificios podemos destacar las siguientes geometrías, se puede observar como de la totalidad de los centros, las geometrías son bastantes dispares entre ellas, no hay una uniformidad en una en concreto, y de otros que no se han podido clasificar, aún así en rojo podemos ver tres formas constructivas que prevalecen ante las otras, estas se repiten entre 6 y 9 veces en la totalidad de los proyectos, por lo que se cree necesario analizar estas tres formas, las cuales las podemos ver a continuación.<sup>19</sup>

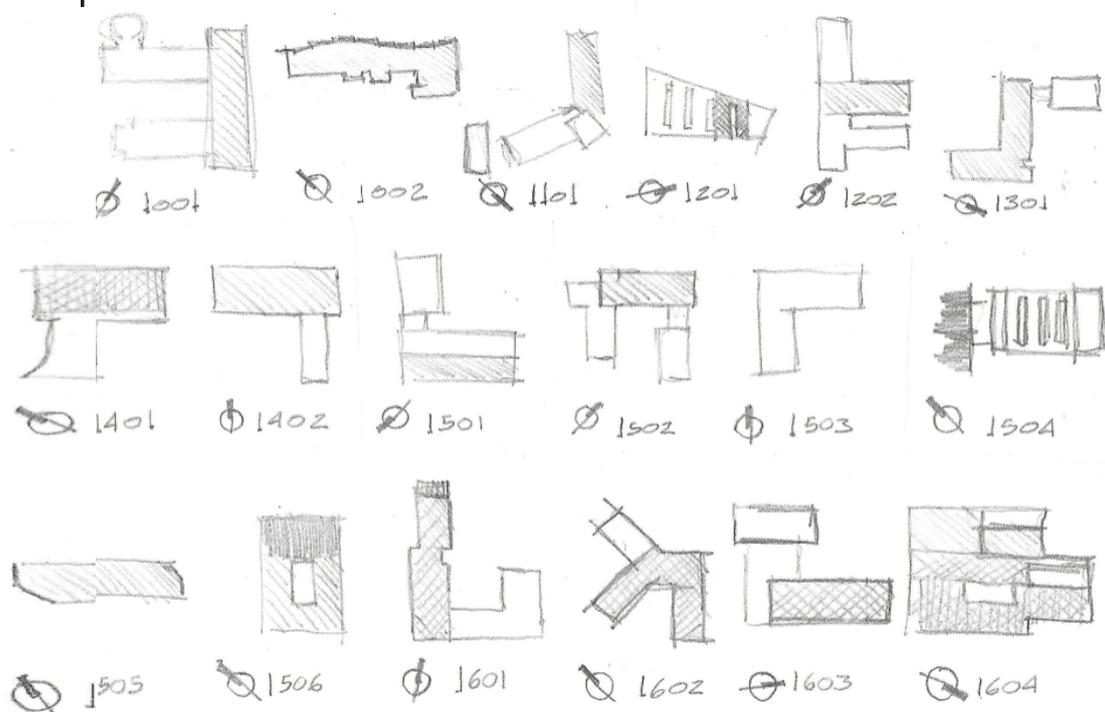
<sup>19</sup> Análisis de las matrices extraído del proyecto de Camilo Quiroga

		
Matriz de clasificación 1503	Matriz de clasificación 1505	Matriz de clasificación 1602

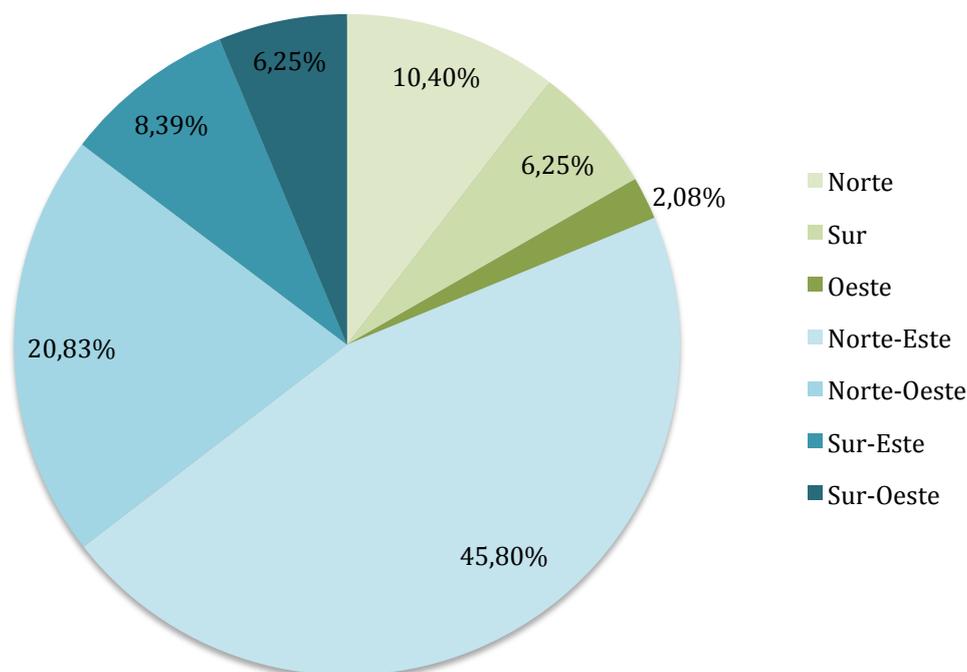
Siendo estas tres formas constructivas las más usadas sobre el resto, podemos ver que son bastante dispares entre ellas sobretodo las dos primeras en relación a la última. Las tres por lo que hace a volumen constructivo no tienen nada que ver.

Aún así es cierto que entre la primera y la segunda las podemos relacionar en que ambas siguen estrategias similares, unas estrategias mucho más conservativas, donde como se ha podido ver anteriormente en el análisis de las fichas lo que suponen estas estrategias; en cambio la última sigue una estrategia mucho más permeable que las otras, siendo esta una estrategia con diferentes volúmenes organizados en módulos.

Pese a que se ha observado tanto en el análisis de la muestra pequeña como en ésta, las geometrías importantes a tener en cuenta para este proyecto, es importante tener en cuenta las otras matrices ya que han sido nombradas en el gráfico anterior; estas matrices se analizan de la siguiente manera, las que no cuentan con ningún rayado únicamente tienen planta baja, las que tienen un rayado más difuminado en algunas de sus zonas únicamente cuentan con una planta y por último un rayado más intenso supone más de una planta.



Un último aspecto importante a analizar por lo que ha factores generales se refiere es la orientación de los diferentes centros, tal y como podemos observar en el siguiente gráfico:



Podemos observar dos colores, en naranja son las orientaciones perpendiculares a los ejes cardinales, es decir, orientaciones justas del edificio, y en azul encontramos todas aquellas que se salen de estos ejes principales de orientación, y predomina también otra orientación sobre la principal.

Las orientaciones que predominan no son estas que están alineadas, sino como es lógico, como muchas veces el terreno no lo permite, también entra en juego otra orientación, y por esto se produce este efecto; y es dentro de este grupo donde predomina sobretodo la orientación norte tanto hacia el este como el oeste, debido al gran volumen de aulas que encontramos, las cuales por lo general se intentan orientar al norte, y es debido a esto que la mayoría de orientaciones tienden hacia el norte (las medidas de la orientación del edificio se tomarán des de la fachada principal, considerando ésta el volumen primordial del edificio).

## 6.2-Análisis bioclimático

Como se ha podido observar en el apartado anterior, pese a que la mayoría de edificios suelen seguir una estrategias más conservativa, cabe destacar que sobretodo se sucede en edificios de construcción menos reciente, contra más reciente son estas construcciones sí que es verdad que se va siguiendo una estrategia mucho más permeable que hace que se creen diferentes volúmenes. Por lo que hace referencia a las alturas construidas o al volumen construido no hay uno que prevalezca sobre el resto, sino que cada centro adapta su volumen constructivo dependiendo de las necesidades de éste, o en su defecto de la capacidad que viene marcada según los reglamentos de la Generalitat dependiendo de sus líneas educativas.

Por lo que hace referencia al entorno no es algo en los que se puede generalizar, ya que cada centro tiene el suyo y de distinto, pero se puede observar como los centros que están situados en poblaciones con una mayor necesidad, por casualidad o necesidad quedan incorporados dentro de la trama urbana, para dar servicio a un mayor número de familias.

Y por lo contrario los centros que se encuentran en poblaciones con una baja densidad, normalmente los encontramos en el linde de la trama urbana, es decir, no quedan tan integrados como los anteriores, aunque siguen estando dentro de la trama urbana, pero en sitios con menores obstáculos alrededor.

Lo que respecta a los accesos tanto al centro como al solar, hablando de accesos principales en este caso, vemos que siempre se situarán en las zonas donde encontramos más accesos a los diferentes servicios, es decir, generalmente en la entrada principal encontraremos que podemos comunicarnos con tres bloques diferentes importantes en el edificio como serían, la zona administrativa que controla las entradas y salidas del recinto, y las zonas de educación primaria e infantil.

Donde normalmente ésta última queda colocada en planta baja para evitar que los más pequeños tengan que subir a pisos superiores, y las zonas de educación primaria sino se encuentran en planta baja el acceso a las plantas superiores se encontrará cercano a este acceso principal, creando así diferentes circuitos más cortos a lo largo de todo el centro.

Aunque más adelante lo podremos ver con mayor detalle, suele ser en las plantas bajas donde encontramos la mayoría de accesos, y las plantas superiores las que únicamente quedan dedicadas a las aulas ya sean de infantil o auxiliares, aún así estas plantas superiores también cuentan con algún espacio sirviente necesario, como serían los lavabos o las salas de instalaciones.

Pese a esto las circulaciones también serán bastante dispares, es decir, la manera de orientar tanto éstas como su volumen, debido a que están íntimamente relacionadas con la geometría que toma el centro, dependiendo de los volúmenes que se proyecten los circuitos y circulaciones que nos llevan a los diferentes espacios, deberán ser adaptadas al volumen, por lo tanto no se puede generalizar en una manera de proyectarlas.

Aunque si es verdad que éstas normalmente las podemos utilizar de espacio tampón sobretodo en la zona de aulas, en los proyectos que tienen una forma más modular, debido a que se orientan estos pasillos a las fachadas más frías, de manera que aunque no tengamos una captación directa del sol podremos regular la temperatura a otras zonas adjuntas en las cuales si que necesitamos tener una térmica estable.

El volumen más importante que encontramos en todos los centros debido a que es el más importante y para el cual están dedicados son las aulas, en esta zona si que nos detendremos y analizaremos los aspectos funcionales, térmicos y lumínicos, ya que suele ser en los espacios que más variedad tenemos de estos tres términos.

- Análisis funcional → Funcionalmente podemos comentar tal y como hemos visto anteriormente, que las zonas de infantil por lo general quedan colocadas en plantas bajas y las zonas de primaria en las plantas más elevadas, tal y como se puede observar en las memorias de los diferentes proyectos, **por mucho que no haya acceso a información gráfica.**

Otro aspecto importante es que al ser el mayor volumen del centro, no por la altura en que suelen estar edificadas sino por su superficie construida, esto significa que si únicamente nos fijamos en las superficies de los diferentes espacios, estas zonas aún destacarían mucho más, ya que encontramos otras zonas como los pasillos o los gimnasios que tienen una altura mucho mayor que las aulas.

- Análisis térmico → Siendo sobretodo en los proyectos con una estrategia mucho más permeable y modular, encontramos que se producen diferentes patios transversales en los centros, una vez se produce este efecto, encontramos que las mayorías de las aulas quedan orientadas directamente al norte por efectos de captación de la radiación directa en invierno, y de la luz solar en verano. También cabe destacar que estos patios nos ayudan a crear unos módulos de aulas que tienen menos distancia, lo que facilitará el efecto de una ventilación cruzada mucho mejor debido a que hay menos distancia, generando así una térmica particular para cada uno de estos volúmenes, regulándose así cada espacio por separado.

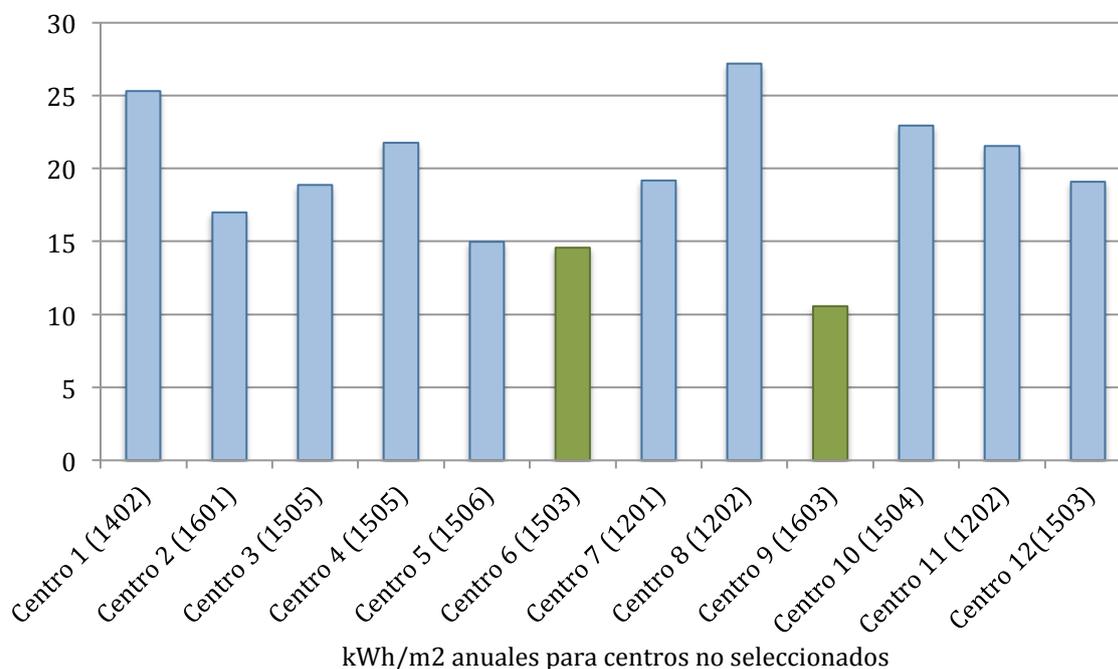
Y por último también como hemos comentado anteriormente cuando se producen estos espacios, en la parte más fría o en la fachada que tiene menos radiación encontramos pasillos o zonas de circulación, que nos ayudarán a hacer de espacio tampón entre la fachada fría y el interior de nuestro espacio que queremos regular térmicamente, evitando así puentes térmicos.

- Análisis lumínico → En este caso encontramos datos heredados del anterior análisis, ya que la orientación que toman las aulas no es solo para captar una mayor radiación directa, sino también para captar la iluminación de luz solar, evitando así incrementar el consumo energético del centro, que aunque en muchos casos es inevitable debido a que necesitamos una intensidad lumínica de 500 lux en los lugares donde se está trabajando o se requiere de mucha intensidad para la lectura, no tendremos suficiente con la luz solar, aún así con la aportación de la luz solar podremos minorar este consumo si están bien diseñadas.

Otro aspecto importante son las protecciones pasivas que se escogen en los diferentes centros, por lo que se puede ver en el aspecto general del edificio, normalmente se suele seguir dos estrategias que pueden estar de manera conjunta en un mismo volumen; estas son la incorporación de porches para captar sombra en el interior de las zonas comunes sobretodo en plantas bajas, y la otras es añadir protecciones pasivas en las ventanas, las cuales suelen ser lamas regulables, que nos ayudan a modificar las necesidades de captación tanto de la luz solar como de la radiación directa que recibimos en el interior.

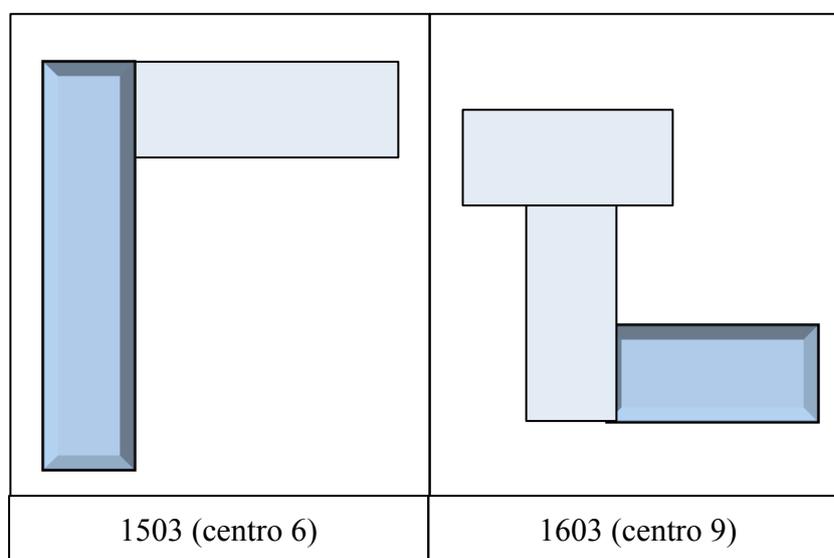
### 6.3-Consumos de la muestra no seleccionada

Anteriormente<sup>20</sup> presentábamos una muestra de edificios de los cuales no teníamos información grafica pero sin embargo si que tenemos información sobre sus consumos y son los siguientes:



Gracias a los datos sobre las licitaciones con los que contamos, podemos extraer para cada uno de los centros un ratio por m<sup>2</sup>, ya que si que tenemos la totalidad de la superficie útil de los distintos centros, además a través de servicios de geo localización podemos determinar la forma general de cada uno de los centros, y clasificarlos así en función de sus matrices de clasificación.

En verde podemos ver dos centros que tienen un menor consumo que se corresponden a las dos matrices siguientes:



<sup>20</sup> Véase apartado 3.2.1 tabla número 2

Como se puede ver se va deslumbrando una geometría que por lo general tiene una eficiencia correcta, tanto en la matriz 1503 como en la 1603, siendo estos los centros con un menor consumo, se puede observar una estrategia constructiva similar, y además, la primera matriz ya ha sido mencionada anteriormente como una de las más eficientes en la muestra que hemos seleccionado para el análisis.

## **7-Conclusiones**

Este apartado únicamente no analizará los resultados obtenidos del trabajo, sino que también quiere dejar de forma clara marcado cual es el camino que se deja, para que en un futuro inmediato este estudio pueda tener una continuidad y seguir con el análisis de los espacios.

### **7.1-Problemática frente al proyecto**

Es una realidad que la limitación al acceso de información ha marcado el progreso del proyecto, ya que se ha realizado un análisis de una muestra pequeña, con el cual ya se ha podido empezar a vislumbrar algunos conceptos que expondremos a continuación, y que son importantes tener en cuenta para futuros proyectos, por lo tanto debemos pensar que pasaría si el análisis se pudiera realizar con una muestra mayor, la envergadura que podría tener este proyecto.

El principal problema ha sido sobretodo el acceso a información de los consumos, debido a que muchas organizaciones no “podían” facilitar dicha información, y muchos otros centros que no eran de ámbito público, su información quedaba regulada por la Generalitat, lo cual era mucho más difícil acceder a sus consumos.

Por lo tanto en futuros proyectos, antes de la selección de los proyectos, deberemos tener en cuenta de cuantos tenemos información sobre sus consumos, y como prioridad conseguir esta información, ya que resulta esencial para realizar los análisis que marcan esta metodología, y es lo que principalmente ha marcado la selección de la muestra que ha quedado analizada en este proyecto.

No tanto como problemática pero si como hándicap, al tener algunos proyectos posteriores al 2004/2005 no contábamos con información gráfica por lo cual algunos edificios tampoco podían entrar en la selección de la muestra, la cual cosa también se debe tener en cuenta en un futuro, la elección de proyectos que sean más reciente y aún así tengamos un período de consumos suficiente como para que pueda ser computable.

### **7.2-Respuesta a la problemática presentada**

Anteriormente en el apartado de antecedentes de la metodología se han cuestionado una serie de preguntas que a lo largo de todo el proyecto se le han intentado dar respuestas, y es en este apartado donde se resuelven estas cuestiones, si es que se ha podido o sin embargo necesitamos de un estudio más continuado:

1. ¿Se está construyendo de la forma más eficiente posible, o existe una posibilidad mejorarla?

- Ha quedado claro con los distintos ejemplos que hemos observado que los espacios que se están construyendo actualmente no quedan adecuados a las necesidades que presentan los centros, muchos quedan sobre dimensionados para su capacidad actual, donde no hay una doble utilización de espacios que pueda suplir dichas necesidades. Además en muchos casos la geometría se encuentra desproporcionada a la distribución interior.

Si existe una manera de mejorar las construcciones actuales, es la rehabilitación energética a través de la creación de un modelo informático que es el que nos ayudará a plantear dichas mejoras en los edificios ya existentes, a través de programas como Design Builder, que nos ayudará a realizar rehabilitaciones en el programa que quedarán reflejadas en la realidad, a través de la comprobación de sus consumos con los que nos plantea el programa.

De cara a edificios en fase de proyecto, o que aún no han sido proyectados, se pueden aplicar las mejoras o propuestas que se plantean ya en este proyecto, las cuales han quedado reflejadas como las mejores en la muestra analizada.

2. ¿El consumo energético que se produce en el interior de los edificios puede ser más ajustado, o es el necesario para los volúmenes proyectados?

- En muchos casos hemos podido observar como el consumo energético por unidad de volumen era desmesurado para las necesidades que presentaba el centro, y que por lo tanto ese centro estaba consumiendo en exceso, tal y como ocurría en el caso anterior, la solución a centros ya construidos pasa por la rehabilitación energética, pero de cara a edificios posteriores si que podemos aplicar mejoras.

Aún así debido a este desvío queda claro que el ajuste a través de un modelo informático en muchos casos supondría un ahorro de más del 50 % del consumo actual y que por lo tanto también los haría mucho más eficientes.

3. ¿La manera actual de colocar los volúmenes dentro de un espacio se corresponde a sus necesidades, o por lo contrario se ha realizado con un aspecto puramente funcional?

- Se ha visto reflejado que la distribución de los distintos volúmenes tiene una gran afectación en el consumo de los edificios, sobretodo la repercusión de los espacios de circulación los cuales son los que más afectan a este, por lo tanto a la hora de proyectar un edificio se ha de tener en cuenta los conceptos que se plantean sobretodo en la distribución, que esta no sea puramente por motivos funcionales sino que quede relegada una intención energética clara, a través del análisis tanto térmico como lumínico de los espacios, que se puede realizar previamente con un modelo virtual.

4. ¿Qué peajes estamos pagando por tener una mayor cantidad de espacios que no tienen un uso tan prolongado a lo largo del día?
  - Ha quedado claro que en la fase de proyecto es cuando determinamos que prioridad le damos a los espacios, y también ha quedado reflejado que dar prioridad a espacios de circulación o acceso tiene un alto peaje en su consumos, en cambio dando prioridad al uso de espacios servidores mejora mucho esta perspectiva, y también se ha podido observar como los espacios sirvientes cada vez tienden a una compactación y a doble usos que mejora la optimización de dichos espacios.
5. ¿Por qué los espacios pueden tener un único uso y no pueden ser usos que suceden paralelos en el tiempo, y que por lo tanto hagan más eficientes a estos espacios?
  - Tal y como se comentaba en el apartado anterior, la utilización de espacios sirvientes con un doble uso pudiendo ser también servidores, es una de las mejores opciones para la optimización de los espacios, como por ejemplo la utilización de aulas fuera de uso como espacios de estudio suprimiendo el volumen de la biblioteca.  
O la utilización de este espacio funcional como es el gimnasio en el comedor, aunque queda arraigada la conciencia de un espacio para un uso, no es un concepto que vaya a ayudar en la mejora de los centros actuales, donde esta opción únicamente aporta beneficios, tanto económicos para la construcción y el uso del centro, como para el medioambiente.

### 7.3-Vías hacia el futuro

De forma clara se puede observar la potencialidad de este proyecto, y que se debe continuar hacia un análisis más exhaustivo, y este análisis deja abierto posibles vías de estudio como las que presentamos a continuación:

- Rehabilitación energética → Siendo este el paso inmediato a seguir, a través de programas de diseño de espacios y consumos, deberemos introducir los centros analizados, para poder confirmar dichas hipótesis, pero además de ser confirmadas o no estas teorías, se podrá obtener un diseño virtual del centro 100% fiable, que nos ayudará a realizar rehabilitaciones en el modelo virtual que serán aplicadas en la realidad y tendrán exactamente los mismos patrones, a través de la verificación por sus consumos.
- Fase de proyecto → También se dejan abiertas muchas cuestiones sobre la fase de proyecto del edificio, donde se deben replantear muchos conceptos actuales que quedan obsoletos a las necesidades actuales de los centros, y que por lo tanto deben ser replanteadas, no únicamente en las necesidades por su ocupación, sino por el uso real que va a tener ese centro, no todos los centros pueden ser clasificados por sus líneas educativas bajo un mismo patrón, sino que deben ser sometidas a un análisis exhaustivo, construyendo según nuestras necesidades, y no sobre expectativas.

## 8-Bibliografía

- [1] Quiroga, C. (2016), Deconstrucción de los espacios funcionales. Trabajo de final de carrera, EPSEB-UPC, 2016.
- [2] Revista Croquis 136/137 (2007), Sistema de trabajo. Revista de arquitectura, Madrid, 2007.
- [3] Revista Croquis 151 (2010), Teoría e innovación. Revista de arquitectura, Madrid, 2010.
- [4] Gordo, M. (1979), Anarquitectura, deconstrucción y memoria. Libro biográfico, PUCV, 1979.

## 9-Webgrafía

- [1] Ley 47/2007 : <https://www.boe.es/boe/dias/2007/12/20/pdfs/A52335-52384.pdf>
- [2] Proyecto de calculo: <http://bibing.us.es/proyectos/abreproy/4183/fichero/2.-+anexo+calculo%252F5.-+calculo++cargas+termicas.pdf>
- [3] Proyecto de calculo según RITE 2007 (reglamento de edificios): <http://javiponce-formatec.blogspot.com.es/2011/04/calculo-de-la-carga-termica-en.html>

## 10-Agradecimientos

En primer lugar agradecer al Instituto de Tecnología y Edificación de Cataluña (ITEC), por toda la información cedida sobre los proyectos, y al uso de sus instalaciones para el desarrollo de este proyecto de la manera más correcta posible, y supervisada de forma exhaustiva y constante por Gloria Diez, Licinio Alfaro y Antoni Caballero; y toda la ayuda brindada por mi compañero Dani Sánchez en la búsqueda y clasificación de la información.

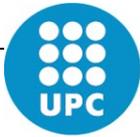
También agradecer a todos los centros que han colaborado en este proyecto y que por lo tanto han cedido información para el estudio actual, tanto si han podido ser analizados en la muestra o por lo contrario se han utilizado para otros fines. Como también a las organizaciones públicas de consumos e instituciones publicas.

Sin la cesión de toda esta información no podría haberse realizado el proyecto, el cual puede ser un primer paso, hacia un futuro mejor en la construcción de centros docentes y la optimización de sus espacios.

## 11-Contenido del CD

En el CD que se adjunta con el proyecto podremos encontrar los siguientes archivos que hacen referencia al proyecto:

- Resumen del proyecto
- Memoria y núcleo del proyecto con las fichas técnicas de cada uno de los edificios de la muestra
- Traducción a inglés de un 30% del núcleo del proyecto
- Archivos en AutoCAD que encontramos presentes en el proyecto, para su posterior utilización en programas de modelado



**Escola Politècnica Superior  
d'Edificació de Barcelona**

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA

## **ANEJOS DEL PROYECTO**

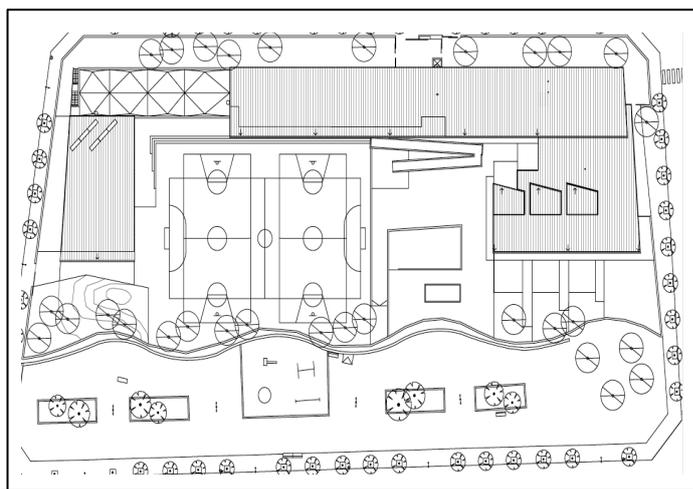
### **ENERGÍA EN EL USO DE ESCUELAS PÚBLICAS**

**Projectista/s:** Ivan Ortega Castillo  
**Director/es:** Antoni Caballero y Licinio Alfaro  
**D.A.C.:** Sostenibilitat  
**Convocatòria:** Septiembre / Octubre

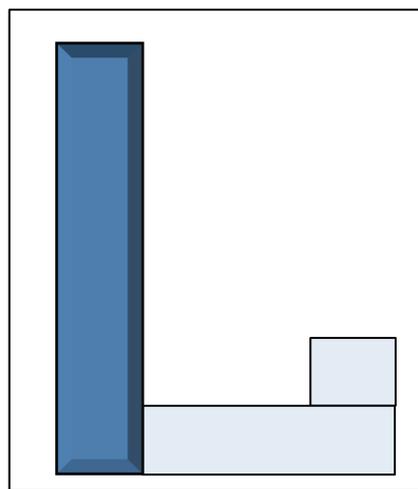
## 12-Anejos del proyecto

### 12.1-Ficha nº1 (CEIP Bellpuig – Zer els Munts)

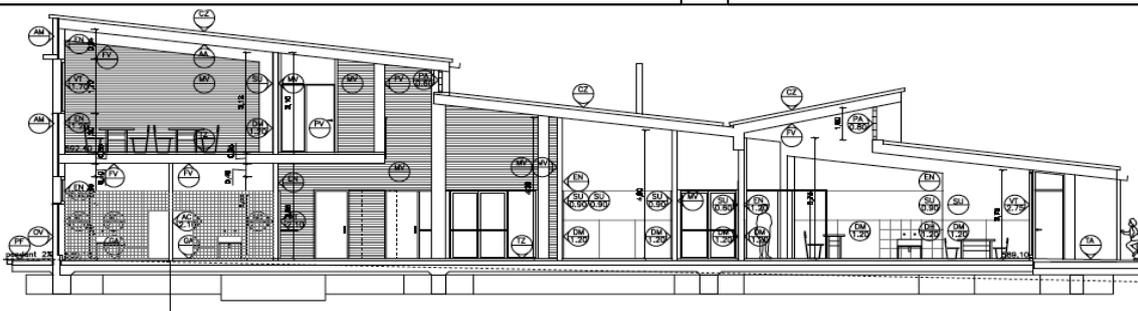
<b>Nombre del centro</b>	CEIP Bellpuig – Zer els Munts
<b>Año de licitación</b>	2004
<b>Año de finalización de las obras</b>	2006
<b>Localización</b>	Sant Julià de Vilatorrada
<b>Zona climática e índice de radiación</b>	D1-II
<b>Formación del centro</b>	Infantil y primaria ( 2 líneas)
<b>Orientación del edificio</b>	Norte-Este



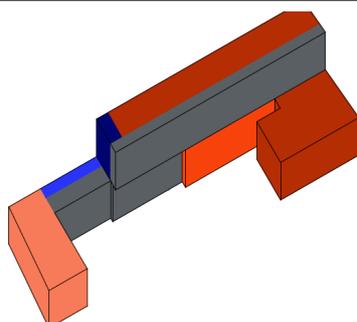
Planta general del centro



Matriz de clasificación 1601



Sección del centro



- Pasillos (17,08%)
- Porches (21,13%)
- Aulas (27,06%)
- Despachos (6,79%)
- Gimnasio (12,97%)
- Lavabo (3,79%)
- Biblioteca (2,32%)
- Cocina / comedor (7,11%)
- Instalaciones (1,75%)

Axonometría del centro

## **Descripción funcional**

El centro se encuentra situado en un sitio donde las edificaciones de casas unifamiliares han ganado terreno a los campos, en un entorno poco urbano.

Se ha propuesto un edificio longitudinal según un eje de este a oeste en el lado más largo del solar, con una superficie de 4.516 m<sup>2</sup>, intentando obtener el mayor número de superficie de fachada, creando así una geometría que se adopte a su entorno, creando un espacio abierto.

El desarrollo de la estructura de este edificio se hace a partir de la organización de cuerpos geométricos colocados según las características de programa i la adaptabilidad del edificio a los diferentes usos que contiene, así como las relaciones interior y exterior que le son propias.

El acceso se realiza por la calle Calldetenes el cual esta más cercano al núcleo urbano, a través de un gran vestíbulo donde encontramos un lucernario que nos proporciona luz cenital de este y sud; y es también donde encontramos la conserjería que controla los accesos y las salidas.

También quedan claramente diferenciadas la zona de entrada de las circulaciones de la zona infantil como la de la primaria, lo cual favorece una separación entre los espacios exteriores de juegos que se conforman por la propia edificación o por muros.

El cuerpo del edificio está situado en la planta baja donde está el parque público. Este edificio además cuenta con aberturas que están dotadas de protecciones pasivas correspondiente a su orientación.

Los espacios exteriores se han pensado con pinos, para que este edificio quede más adaptado al entorno que le corresponde.

En la planta primera encontramos lo que correspondería a educación primaria, el cual mira al patio y se alarga sobre el para acercarse al pabellón polideportivo. En esta planta encontramos mayoritariamente aulas de educación las cuales quedan orientadas al norte para evitar problemas de asoleamiento.

Por lo que hace referencia a las circulaciones se puede observar como el acceso a la educación primaria se puede hacer des del vestíbulo principal, a través de una escalera, o a través de una rampas des del patio, donde estos dos quedan conectados creando la posibilidad de crear diferentes circulaciones más rápidas para los estudiantes.

En la planta baja se ubican los espacios de servicio a la docencia, como por ejemplo despachos, la biblioteca, el comedor o la cocina, de manera que estos puedan tener un acceso completamente independiente.

Por lo tanto es un proyecto que intenta sobretodo realzar e intentar mejorar las circulaciones por todo el centro, ya que es lo que se considera más importante, así como se puede ver como son importantes las diferenciaciones de los volúmenes como diferentes usos, y no la creación de un único volumen estándar.

## Análisis funcional

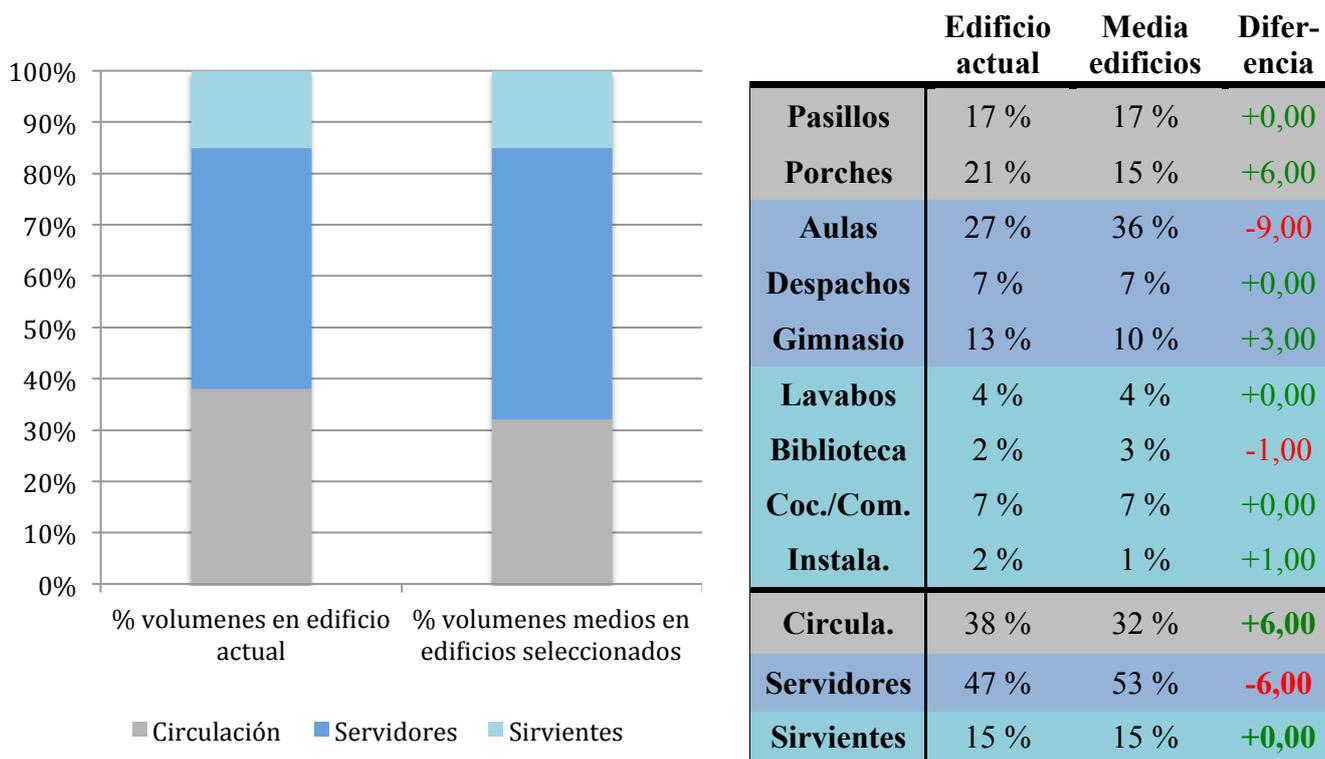
Encontramos en este proyecto que hace falta una zona que reparta des de la entrada principal, de la misma manera que esto lo podemos ver en otros proyectos, falta una zona que reparta a la gente hacia los diferentes servicios del centro. Aún así la parte positiva es que se puede realizar los accesos a los diferentes puntos del centro tanto des del exterior, como por el interior, ya que encontramos estas zonas de circulación que nos permiten crear diferentes circuitos.

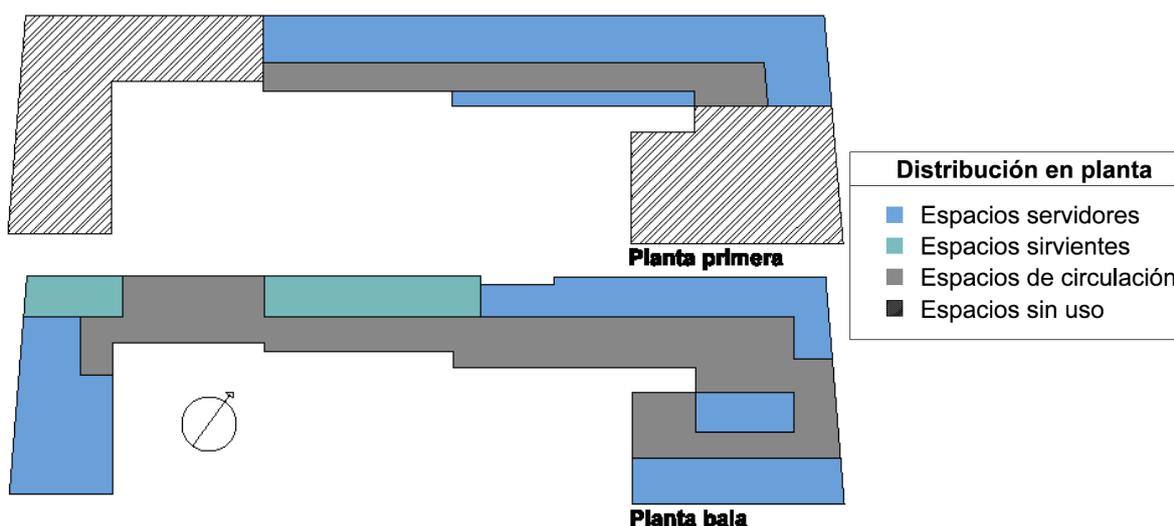
Los espacios quedan agrupados de una manera lógica, en primer lugar podemos ver que en la zona de infantil en cada una de las clases contamos con un lavabo, y otro externo en caso de ser necesario, estos lavabos para evitar utilizar más de los necesarios se encuentran compartidos entre dos clases diferentes para minorar el volumen de estas instalaciones.

Des de las instalaciones que necesitamos un servicio exterior, como por ejemplo podrían ser zonas de mantenimiento, o de necesidad de un abastecimiento exterior, como sería la cocina, encontramos que tenemos un acceso exterior directo, para evitar crear un colapse en las circulaciones principales del centro.

Las zonas que tienen un menor uso a lo largo de todo el día como por ejemplo sería el gimnasio, cuentan accesos también de forma independiente, además de un acceso directo al patio para facilitar la entrada a este volumen que es mucho más grande que los demás; también se encuentra alejado del resto de los demás ya que no es necesaria la conexión en todo momento con otros espacios destinados a un uso distinto como serían las aulas.

## Gráficos referentes al interior del edificio





Repartición del % del volumen en las distintas plantas del centro

	Circulación	Servidores	Sirvientes
m <sup>3</sup> PB	2404 m <sup>3</sup>	2145 m <sup>3</sup>	973 m <sup>3</sup>
% m <sup>3</sup> PB	28 %	27 %	12 %
m <sup>3</sup> P1	626 m <sup>3</sup>	1567 m <sup>3</sup>	214 m <sup>3</sup>
% m <sup>3</sup> P1	10 %	20 %	3 %

### Análisis térmico

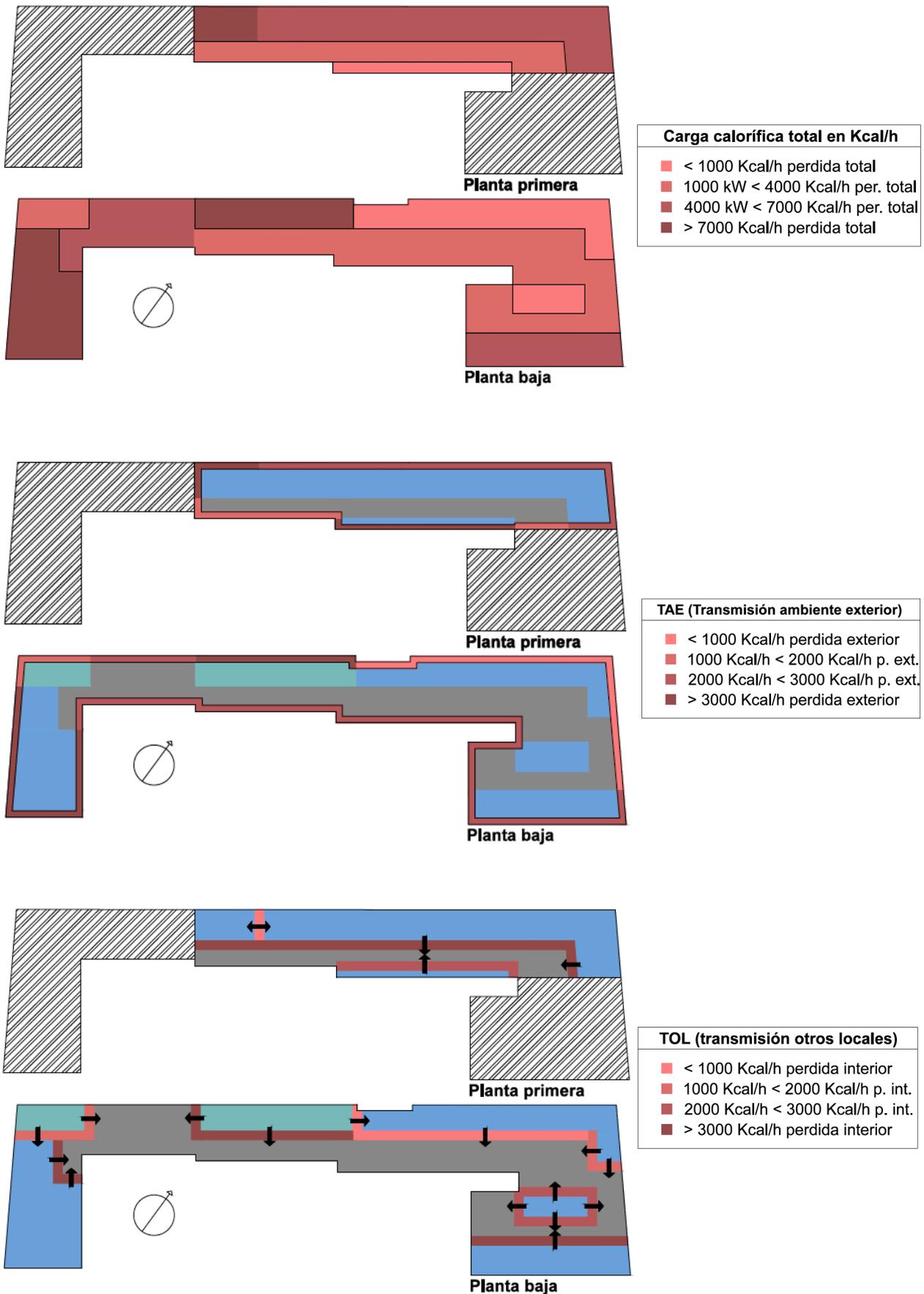
En primer lugar lo que más llama la atención del proyecto, es la agrupación de los espacios tanto por su funcionalidad como por la transmisión térmica entre los espacios de su uso. Por ejemplo, como se puede observar en la planta baja se agrupan espacios de uso de oficina, los cuales tienen una misma carga térmica, tanto de uso de la circulación de la gente, como la carga térmica que pueden tener los ordenadores.

También se puede ver como las aulas quedan todas agrupadas en un mismo sector, y además orientadas de en la misma dirección, en la parte más fría del edificio encontramos los pasillos, los cuales a penas tienen una carga térmica constante, por lo tanto son espacios que no tenemos que calefactar, y que en verano podemos aprovechar para poder mejorar la ventilación cruzada del edificio..

Otro de los aspectos que cabe destacar de este proyecto es la orientación de las aulas, todas quedan orientadas hacia el norte, donde la carga térmica que podemos recibir directamente en verano no es elevada, y en cambio en invierno podemos captar la radiación para poder calefactar mejor los espacios. Aún así contamos con protecciones pasivas en las aberturas que nos facilitarán el hecho de poder captar una buena iluminación, y aún así poder despreocupar una gran cantidad de radiación cuando ésta no nos interese.

La orientación de este edificio nos favorecerá la captación de la radiación solar en invierno, y en épocas de que el soleamiento sea de forma más directa, contamos con las protecciones pasivas situadas en los huecos de la fachada, los cuales tampoco son abundantes, tal cosa que también favorece una menor pérdida del calor en invierno, y una menor penetración de la radiación directa en verano.

**Gráficos de transmisión de temperatura**



### **Análisis lumínico**

Uno de los puntos más importantes que se destaca en el proyecto, es la incorporación de un lucernario justo en la entrada, que nos proporciona luz de este a sud, y que ilumina el gran vestíbulo, aportando una sensación lumínica mayor, y también gracias a no tener una radiación directa durante todo el día, no se produce un gran calentamiento de la estancia; y también este efecto es gracias a que la luz cenital no entra de forma directa, sino que entra reflejada por el techo del lucernario.

En primer lugar la forma del edificio, que al ser rectangular ayuda a la reflexión de la luz por el interior, y a su conducción por los pasillos, aún así al ser el edificio demasiado largo no se producirá en exceso este efecto.

También encontramos espacios intermedios de luz gracias a las aberturas en la fachada principal y posterior, los cuales no son abundantes, pero ayudan a crear una conducción de la luz a lo largo de todo el edificio.

Como elementos de control, en primer lugar encontramos, protección de radiaciones solares directas en las ventanas de la fachada posterior, más enfocadas a proteger de la luz directa en el interior sobretodo en verano que es cuando tenemos más entrada de ésta, dejando pasar así una iluminación más indirecta.

Estas lamas son modulares cosa que nos ayuda a modificar la entrada de luz natural a las necesidades que haya ese día, para intentar depender lo mínimo posible de la luz artificial en el interior.

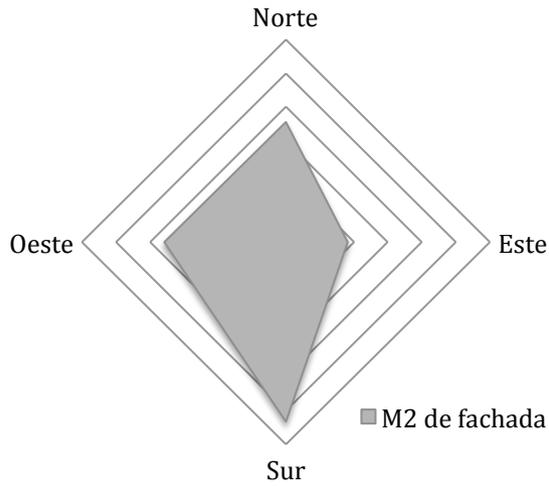
Al ser un edificio rodeado de viviendas unifamiliares y sin gran altura, no tendremos obstáculos alrededor, que nos puedan arrojar sombra encima del edificio, por lo tanto en invierno que el sol circula con menor altura y su ángulo de incidencia es menor, no tendremos ningún tipo de problema para la iluminación natural de este.

En verano si en invierno no hemos tenido problemas tampoco sucederán en esta época del año, aunque el ángulo de incidencia será mayor, y tendremos una mayor incidencia de la radiación, gracias a las protecciones solares no calentaremos en exceso los volúmenes.

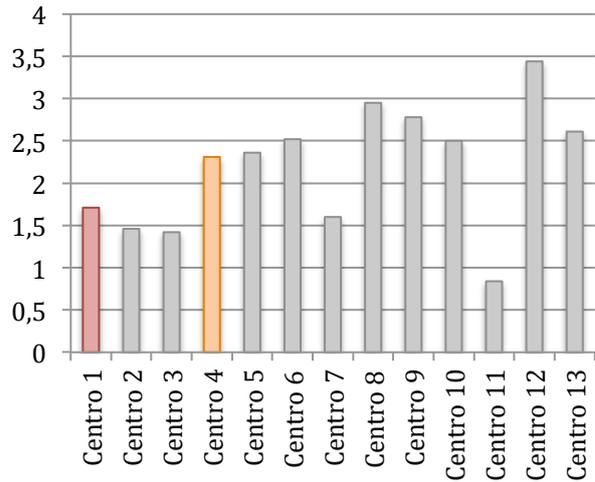
A parte de la luz directa que obtenemos, la geometría del edificio también producirá reflexiones indirectas, como podemos observar en los laterales del edificio.

La orientación de este edificio nos favorecerá la captación de la radiación solar en invierno, y en épocas de que el soleamiento sea de forma más directa, contamos con las protecciones pasivas situadas en los huecos de la fachada, los cuales tampoco son abundantes, tal cosa que también favorece una menor pérdida del calor en invierno, y una menor penetración de la radiación directa en verano.

**Gráficos referentes a la piel del edificio**

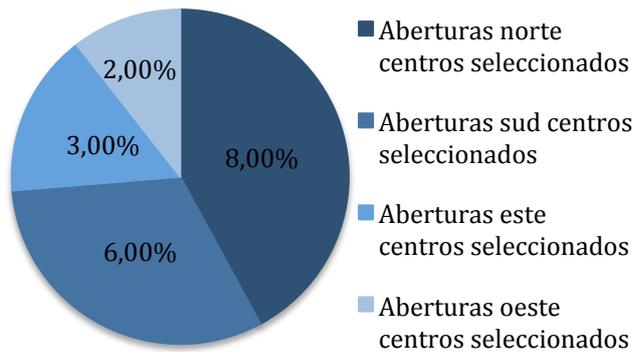
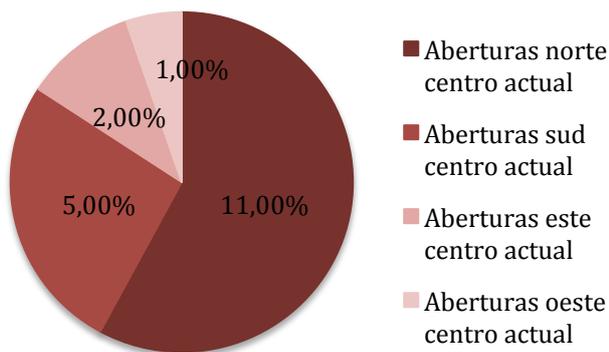
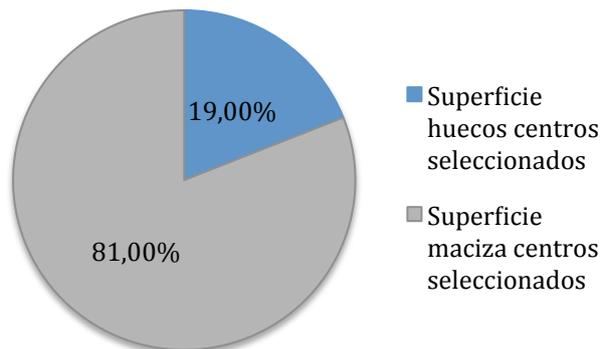
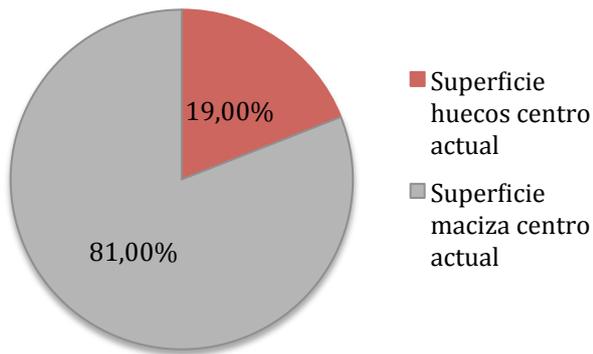


	M <sup>2</sup> por fachada
Norte	710
Sur	1065
Este	365
Oeste	715

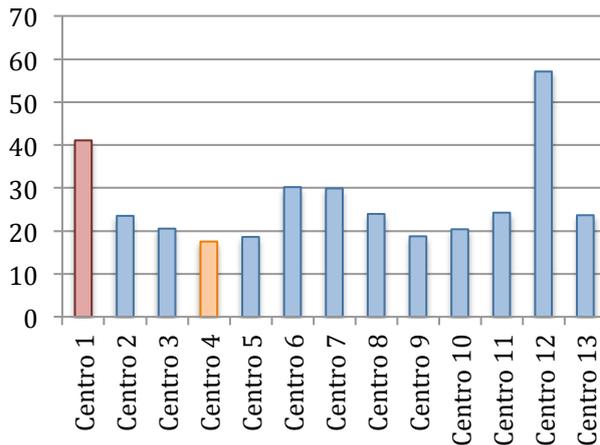


Unidades de capacidad de los centros

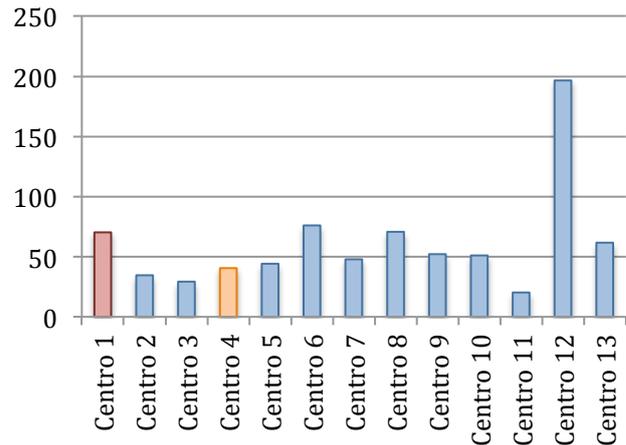
■ Datos de centro actual  
 ■ Datos de centro con misma matriz de clasificación



**Gráficos referentes a la ocupación del centro**

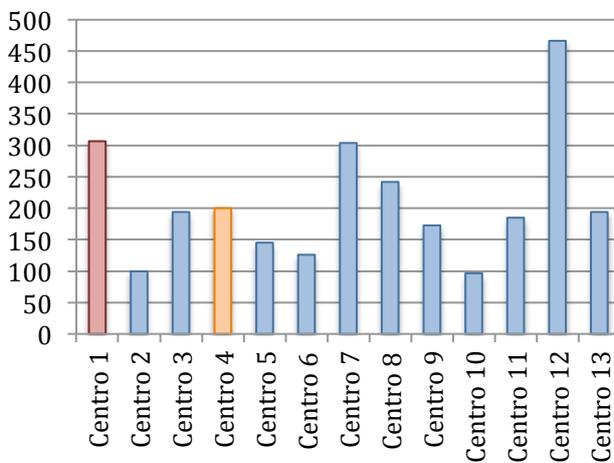


Ratio de ocupación de m3 por persona sin aplicar la compactad (m3/p)

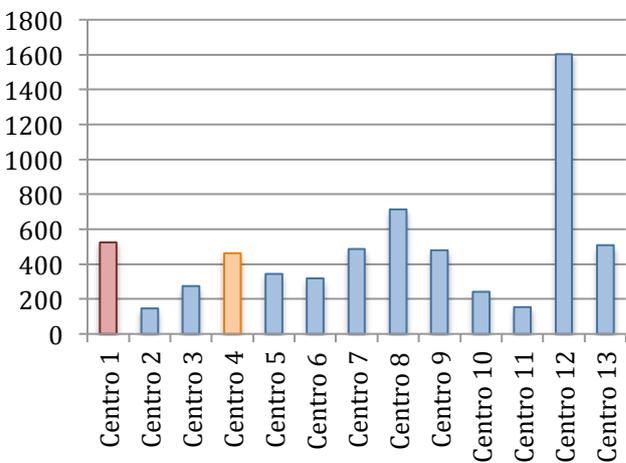


Ratio de ocupación de m3 por persona aplicando la compactad (m3/p)

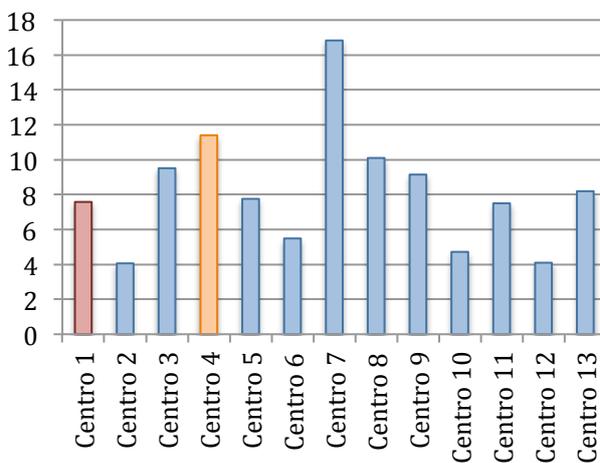
**Gráficos referentes al consumo energético**



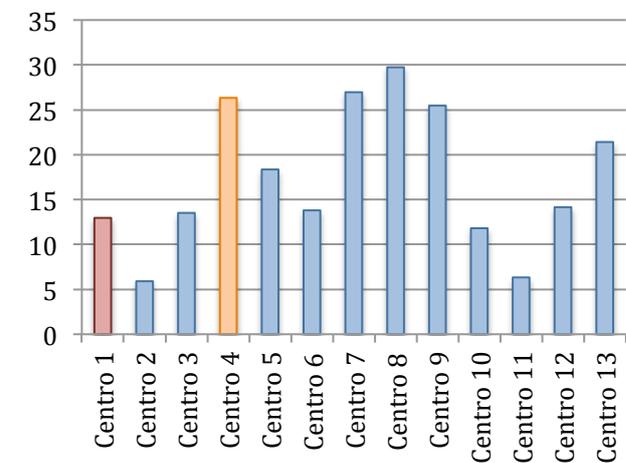
kWh medio anual por persona sin aplicar la compactad (kWh/p)



kWh medio anual por persona aplicando la compactad (kWh/p)



kWh medio anual por m3 útil sin aplicar la compactad (kWh/m3)



kWh medio anual por m3 útil aplicando la compactad (kWh/m3)

■ Datos de centro actual  
 ■ Datos de centro con misma matriz de clasificación

## **Análisis de los resultados**

En primer lugar podemos observar como la ocupación que marca la Generalitat de Cataluña sobre el centro que es de 450 alumnos en el total del centro, la ocupación que hay actualmente es de 180 alumnos, lo cual podemos ver como la densidad del centro es reducida, hay menos personas usando el centro de las que lo podrían estar usando, en verde podemos ver los sitios ocupados por aula, y en rojo los desocupados, en naranja podemos ver el porcentaje de personal docente que hay.

Por lo que hace referencia al volumen de los espacios, podemos ver que destacan ante todo los espacios de circulación y los servidores. Por lo tanto los espacios que servidores que son aquellos esencialmente básicos para el centro suponen aproximadamente la mitad del volumen del centro, de los cuales solo necesitaremos un 15% de espacios sirvientes para que estos puedan ser utilizados. Todo el demás volumen que encontramos también son espacios necesarios para conectar los servidores y los sirvientes.

Como era de esperar el mayor volumen que podemos encontrar es el de las aulas, que es el espacio principal para el que ha sido diseñado el centro, y también el del gimnasio pero es debido a la gran altura que tiene respecto a los demás espacios, ya que su volumen ha de ser mayor ya que la concentración de personas también lo es.

En cuanto a los espacios sirvientes los de mayor volumen también son los de mayor concentración de personas como serían el comedor y la cocina; por lo tanto aunque no es una conclusión necesaria después de haber realizado el estudio se puede observar como a mayor densidad de personas por metro cuadrado esta siendo usado, también contamos con un mayor volumen. Y también podemos observar como el volumen de los pasillos es mayor, pero no por su superficie sino porque al ser también un espacio de circulación la altura es mayor.

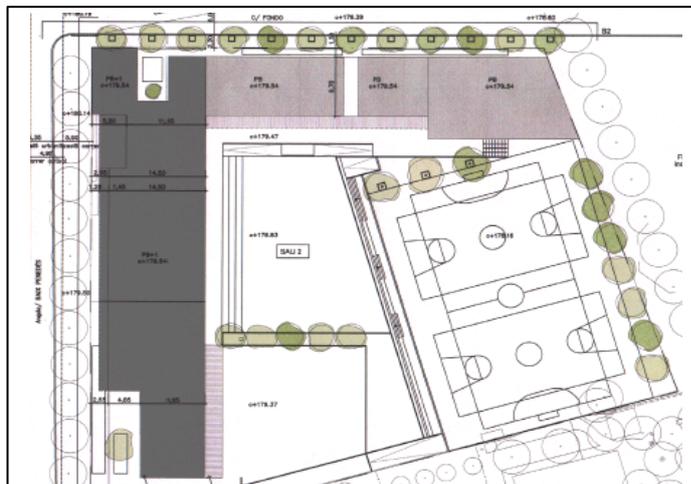
Como se puede observar en la planta baja abundan la mayoría de los servicios, en cuanto a la circulación es mayor ya que encontramos los accesos, las rampas exteriores y demás servicios para dar acceso al edificio. Los servidores son mayores en la primera planta ya que es donde encontramos las aulas, aún así al ser estos los espacios servidores en esa misma planta por lo que hace referencia a espacios sirvientes encontramos un porcentaje mínimo, ya que solo encontramos los lavabos.

El gasto energético de kWh en el centro es elevado sobretodo en los meses de mayor necesidad térmica, es decir, en invierno. Esto puede ser debido a que la proporción de huecos en el edificio es de un 19,3% (962,79 m<sup>2</sup> de huecos respecto a 4988,4 m<sup>2</sup> de fachadas), esto imposibilita la entrada de una mayor radiación directa que pueda calefactar el centro, aunque por otra parte también se favorece la conservación de la inercia térmica interior.

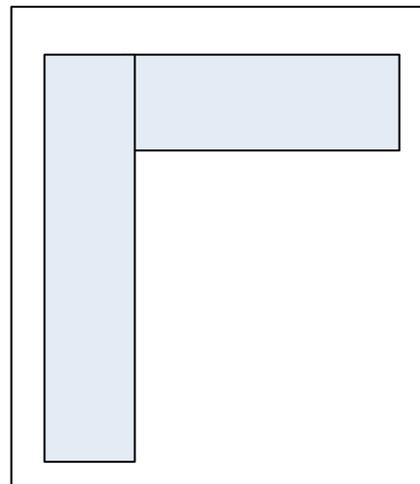
La orientación del centro queda bastante remarcada, donde la fachada delantera y la posterior están situadas al norte y al sur respectivamente. Esto es debido a que las aulas en la fachada principal quedan orientadas al norte, tal cosa facilita la entrada de iluminación natural, pero sin una incidencia de la radiación directa de manera elevada, esta entrada queda controlada en verano a través de las protecciones pasivas que encontramos en los huecos, y en invierno la aprovechamos para calefactar el espacio interior.

## 12.2-Ficha nº2 (CEIP Ull del vent)

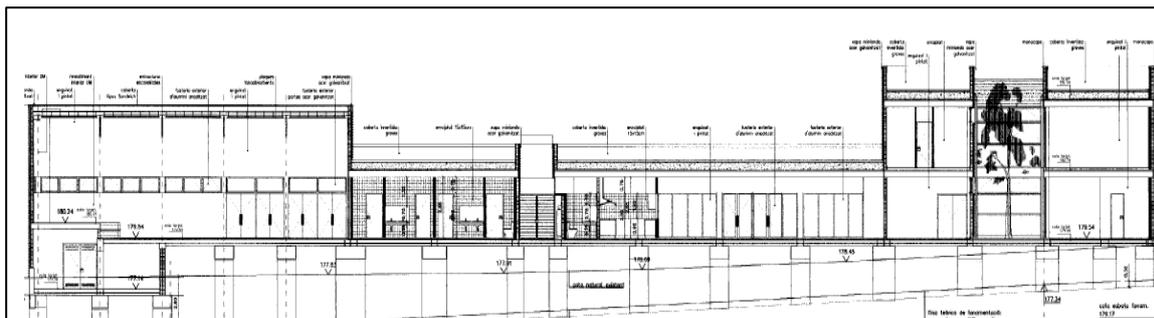
<b>Nombre del centro</b>	CEIP Bellpuig – Zer els Munts
<b>Año de licitación</b>	2004
<b>Año de finalización de las obras</b>	2006
<b>Localización</b>	Sant julià de Vilatorça
<b>Zona climática e índice de radiación</b>	D1-II
<b>Formación del centro</b>	Infantil y primaria ( 2 líneas)
<b>Orientación del edificio</b>	Norte-Este



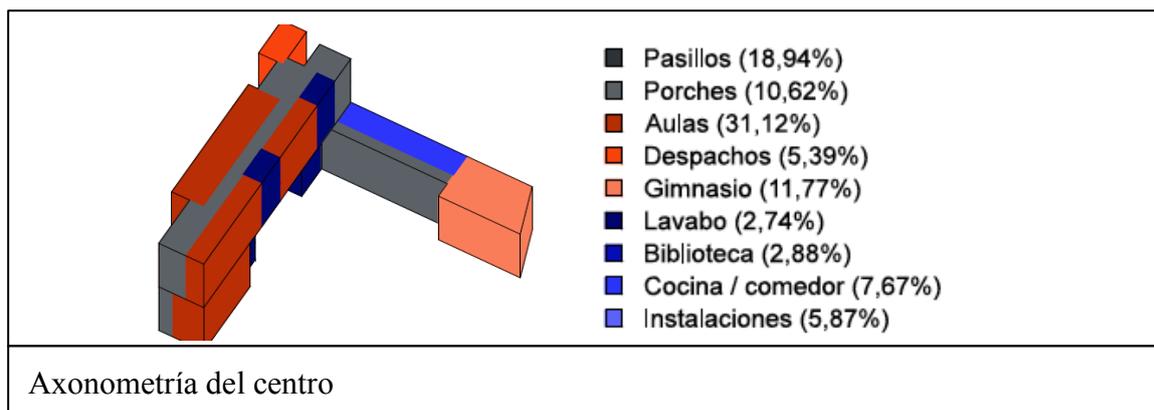
Planta general del centro



Matriz de clasificación 1503



Sección del centro



Axonometría del centro

## **Descripción funcional**

El centro se encuentra situado dentro de la trama urbana pero justo en los lindes de ésta, en la fachada principal del centro encontramos bloques de viviendas, y viviendas unifamiliares, pero por otra banda se encuentra en terrenos no edificados.

El edificio propuesto tiene forma de “L” y de forma alargada con una superficie construida de 2469,97 m<sup>2</sup>, donde se intenta ganar la mayor superficie posible a la fachada, para obtener una mayor captación, no es un edificio compacto.

El edificio, es una geometría continúa de los dos volúmenes perpendiculares, aunque donde se destaca un volumen de mayor altura, es en el punto que se unen los dos volúmenes, y también en el gimnasio, que es donde se aporta más volumen por superficie útil. Este edificio crea un envolvente a la zona común más grande del edificio que es el patio, donde se desarrolla alrededor de éste.

El acceso principal a la escuela se realiza por la avenida Baixa Penedés que es la que se encuentra más integrada en la trama urbana, aún estando en el linde de ésta, es la que da directamente a la zona de viviendas y que enfrente tiene un acceso al patio interior de la escuela, aún así, encontramos accesos secundarios para los servicios como el de cocina, que se realiza por la calle perpendicular.

Como en los demás centros encontramos la zona administrativa justo al lado de la entrada, pero a diferencia de otros centros en este la zona de recepción es bastante reducida, y no da mucho lugar a accesos fáciles, ya que evita la gran circulación de personas debido a su poca superficie.

El mayor volumen del edificio que está siendo usado lo encontramos en la planta baja, aunque sea donde encontramos la mayor parte de espacios servidores.

En los espacios exteriores del edificio sobretodo en la avenida donde no está el acceso principal, encontramos muchas zonas verdes, sobretodo edificios de hoja caduca que nos den sombra en verano y en invierno deje pasar la radiación.

En la primera planta encontramos la mayoría de aulas del centro, las cuales están orientadas al patio y es donde encontramos las aulas de primaria, en cambio en la planta baja es donde se encuentran las aulas de educación infantil, éstas están orientadas al norte-este lo cual evita los posibles problemas que pueda haber de asoleamiento.

Las pasillos del centro quedan justo en el medio de este, no a una banda como se puede ver en otros ejemplos, sino que se producen dando acceso a banda y banda a diferentes aulas. Y por lo que hace referencia a los accesos al centro, no son grandes sino todo lo contrario son acceso de no gran circulación, y la mayoría conectan tanto a la calle como al interior del patio.

En la planta baja se ubican los espacios de servicio a la docencia, como por ejemplo despachos, la biblioteca, el comedor o la cocina, de manera que estos puedan tener un acceso completamente independiente.

Igual que se veía en el ejemplo anterior que se priorizaban en mayor parte las circulaciones al centro de diferentes maneras, en este caso se puede ver como se da mucha importancia al espacio exterior, y es este el que cobra mayor importancia por delante del interior, sobretodo por su geometría abierta al exterior.

## Análisis funcional

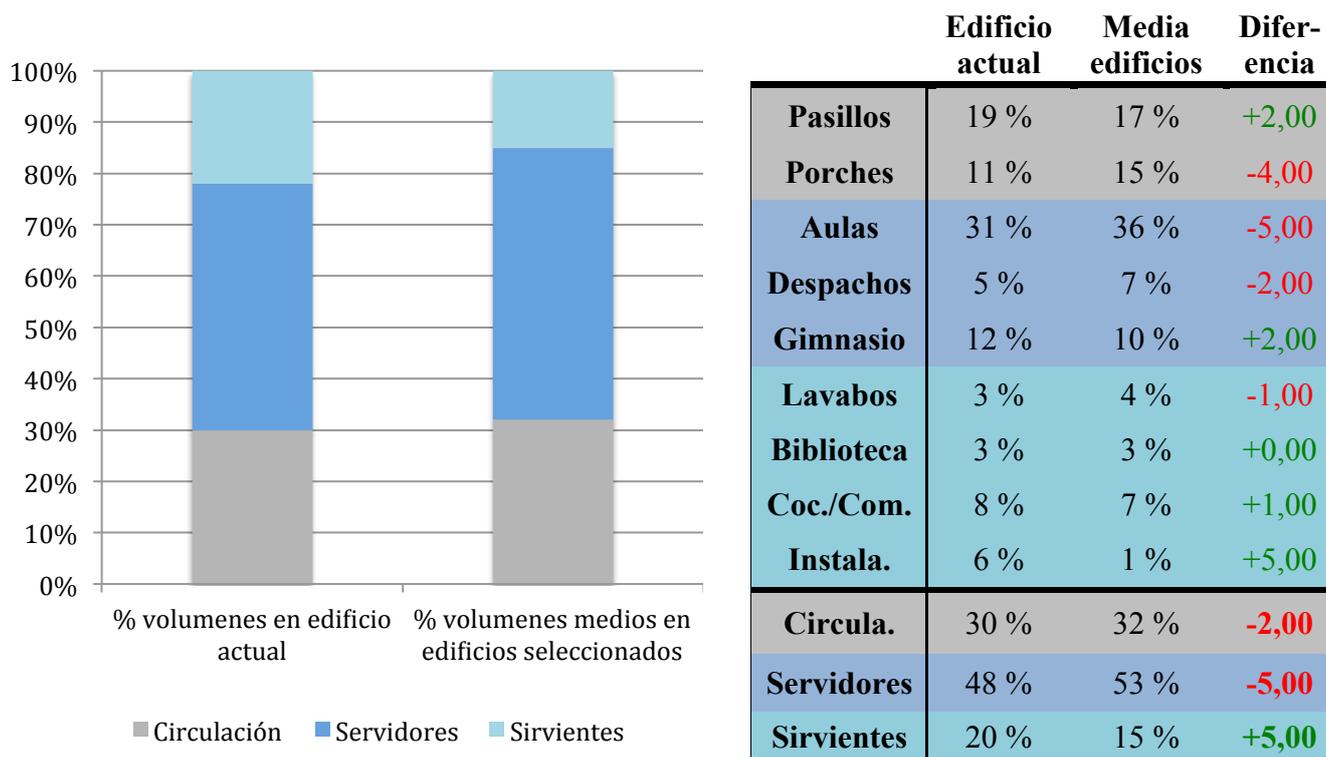
Lo primero que nos llama la atención es que todo el centro se articula alrededor del patio principal, es ahí donde se concentra en núcleo de la escuela, todos los elementos que encontramos en la planta baja tienen acceso a esta zona, sobretodo desde la entrada donde visualmente se crea un acceso directo.

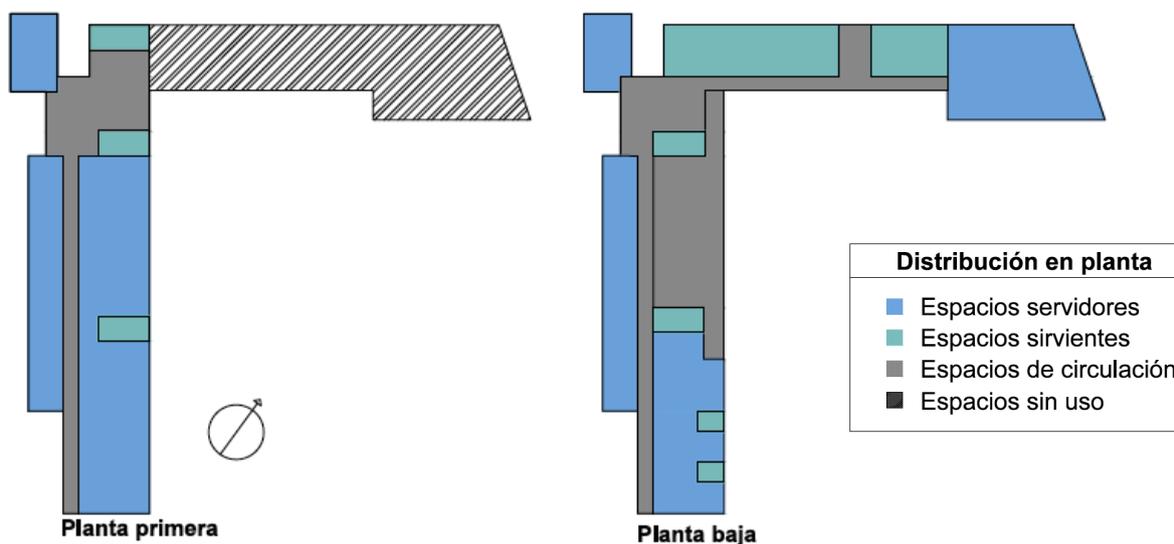
Las diferentes zonas de la escuela quedan repartidas como en otros casos de manera similar, a principio encontramos una gran zona que nos articulará los accesos a los diferentes espacios del centro, colocando en esta zona la administración que será un punto tanto de control de entradas y salidas, como de gestión de la escuela, y que es fácilmente identificable, y debe estar situado cerca de la puerta por temas externos al centro que no necesitan recorrerse la totalidad de éste.

Los servicios internos de la escuela quedan más alejados de esta zona, por una banda encontramos espacios sirvientes para el centro, como serían la cocina anexa al comedor, instalaciones, gimnasio entre otros; y de otra banda encontramos las aulas de infantil las cuales siempre quedan en planta baja para poder dar un acceso más fácil a los niños, siendo las aulas de primaria las que quedan en la planta piso.

La distribución de los diferentes porches en planta baja hacen de filtro de un espacio exterior hacia uno interior, generando de esta forma también distintos accesos al patio, y creando circuitos para las distintas horas, como por ejemplo cuando solo hay clases, o cuando únicamente van al comedor o al gimnasio, quitando así la necesidad de recorrerse de forma completa el centro, sino creando accesos directos.

## Gráficos referentes al interior del edificio





Repartición del % del volumen en las distintas plantas del centro

	Circulación	Servidores	Sirvientes
m <sup>3</sup> PB	1309 m <sup>3</sup>	1708 m <sup>3</sup>	1163 m <sup>3</sup>
% m <sup>3</sup> PB	20 %	26 %	18 %
m <sup>3</sup> P1	617 m <sup>3</sup>	1439 m <sup>3</sup>	281 m <sup>3</sup>
% m <sup>3</sup> P1	9 %	23 %	5 %

### Análisis térmico

Como en otros proyectos se puede ver que la zonificación es un tema importante, y sobretodo la agrupación de volúmenes de uso con una misma carga térmica, o que tengan una cantidad de uso similar, es decir, como se puede ver, se agrupan las aulas con las aulas, o la zona administrativa o la zona de instalaciones o de servicio.

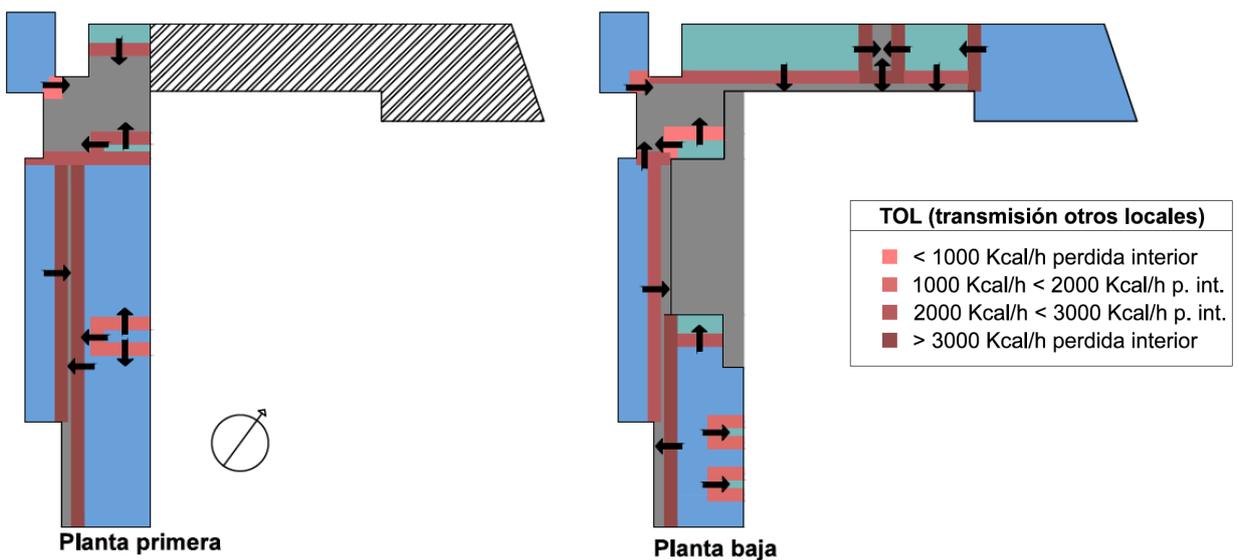
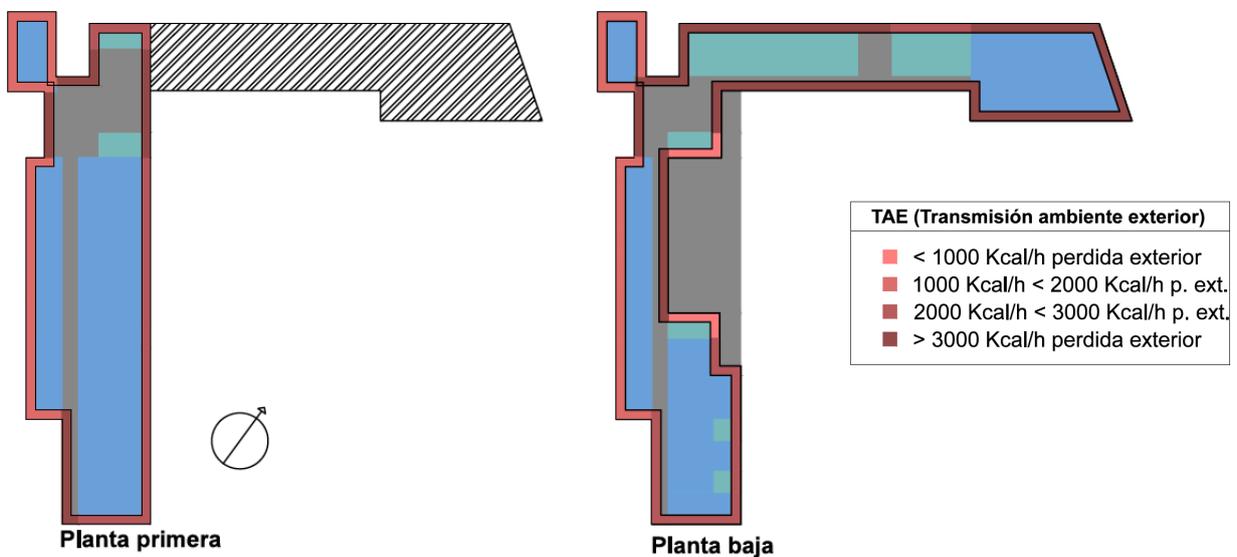
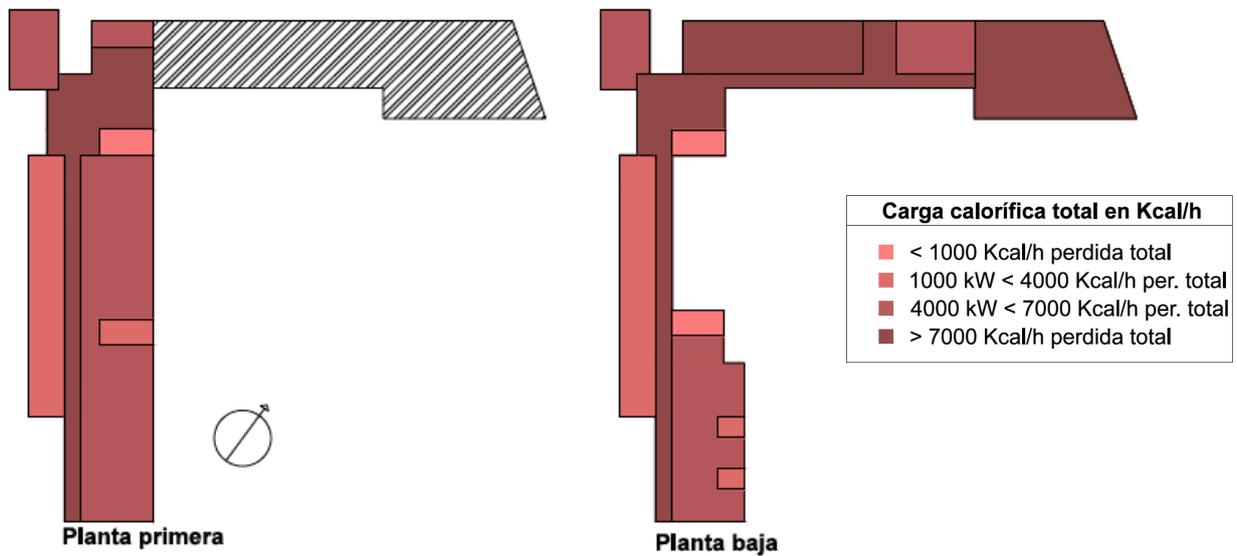
En la planta baja justo al lado de la entrada encontramos toda la zona administrativa, o por ejemplo en la primera planta se puede ver como todas las aulas están situadas en el mismo sitio, las que tienen un uso más frecuente están en una parte del pasillo.

Térmicamente podemos ver esta separación que comentábamos a partir de un pasillo, el cual nos ayuda a diferenciar dos zonas térmicas completamente opuestas, ya que como se ha comentado una se usa de forma continua durante todo el día.

Como es importante en cualquier proyecto la orientación que se le da al centro es importante, sobretodo desde el punto de vista térmico, en este caso sobretodo nos centramos en las aulas que es el espacio más usado y para el cual está destinado el centro, en este caso las aulas quedan orientadas al norte-este. La orientación es importante para poder obtener una carga térmica mayor en invierno y necesitar menos consumo energético de calefacción u otras instalaciones.

También se puede observar como en los espacios que también tenemos mayor concentración de personas por m<sup>3</sup>, como podrían ser el gimnasio, el comedor o incluso los pasillos, también encontramos un aumento del volumen, para evitar un exceso de calentamiento del espacio en verano, aun así supone un problema por lo que hace referencia al invierno, ya que serán espacios más fríos, y al no tener una circulación de forma continua, solo podremos tener un calentamiento artificial, a partir de calefacción u otros elementos.

**Gráficos de transmisión de temperatura**



## **Análisis lumínico**

En las fachadas principales, las que dan al núcleo urbano encontramos una mayor cantidad de aberturas tanto en la planta baja como en la primera planta, a parte de las aberturas de los accesos como serían las puertas, encontramos más aberturas para las ventanas.

En cambio en las fachadas que dan al patio interior encontramos que son más opacas, sobretodo en la parte donde no están las aulas, donde encontramos un menor número de ventanas, y únicamente encontramos aberturas para los diferentes accesos, y en las partes altas de los espacios sobretodo en la de las instalaciones, como por ejemplo en los lavabos y cocinas, que aseguran una iluminación del espacio, pero también una seguridad para las instalaciones.

También cabe comentar que la forma del edificio, al ser alargada esto ayudará a la reflexión interior de la luz, y a su conducción por los pasillos, aún así este efecto no se producirá de manera perfecta ya que el edificio es demasiado largo para ello; aunque para eso han sido proyectados espacios intermedios de luz, pero donde tendremos más problemas de iluminación natural es en los pasillos, aunque gracias a los cristales de las puertas, iremos consiguiendo pequeños puntos de iluminación natural.

Un punto importante de la lumínica son los elementos de control que podemos encontrar, como por ejemplo las protecciones pasivas en las aberturas de las fachadas, estas están presentes en todas las aulas; estas lamas son modulares cosa que nos ayuda a modificar la entrada de luz natural a las necesidades que haya ese día, para intentar depender lo mínimo posible de la luz artificial en el interior.

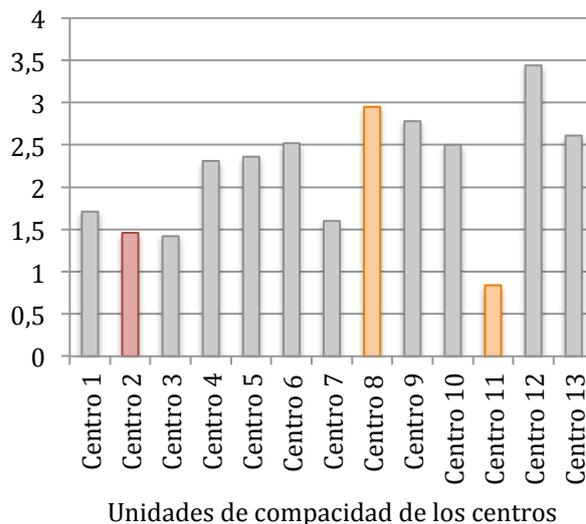
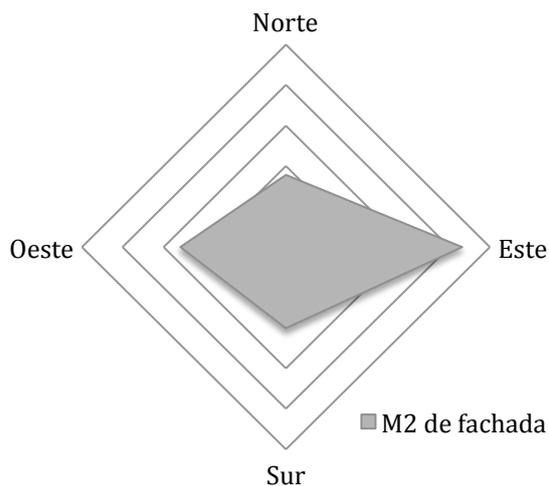
Pero sin embargo donde no las encontramos son en las aberturas superiores de los espacios sirvientes, como por ejemplo sería en los baños, cocinas, etc... En estos espacios únicamente con la luz superior que entra ya es suficiente, además no necesitamos regular térmicamente estos espacios, ya que son únicamente de paso.

Por lo que hace referencia al entorno del edificio, en las fachadas principales es donde podemos tener más sombra, a consecuencia de los edificios colindantes que nos generan ésta; es por eso por lo que las aulas que necesitan una mayor aportación de luz natural se encuentran orientadas al patio, donde no encontramos ningún edificio que nos arroje sombra, y por lo tanto no tenemos ningún obstáculo para la captación solar, y además modulando ésta con las protecciones solares en las aberturas, como con los porches que encontramos en los accesos por el patio.

A parte de la luz directa que obtenemos, la geometría del edificio también producirá reflexiones indirectas, como podemos observar en los laterales del edificio este cuenta con una forma de "L", que producirá que se produzcan reflexiones indirectas en esta parte del edificio, obteniendo así más iluminación.

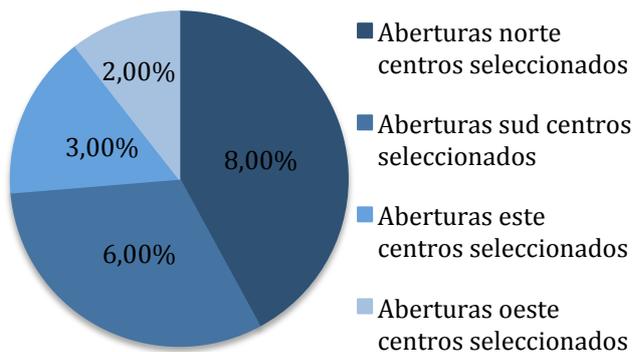
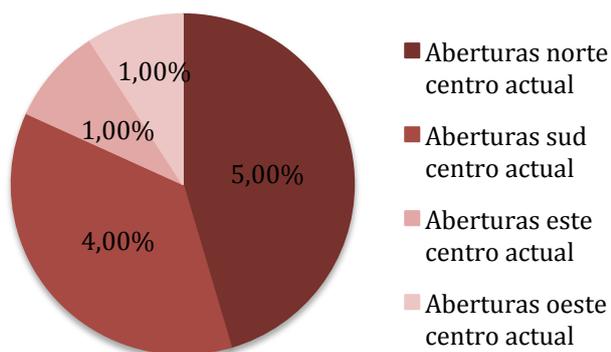
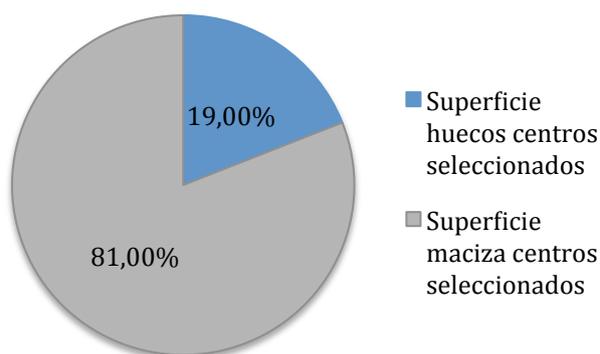
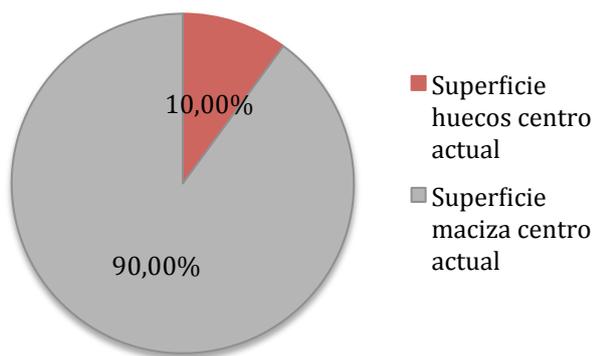
Por lo que hace referencia a la iluminación interior artificial de las aulas, estas tienen diferentes encendidas que se colocan en paralelo a las aberturas con las que cuenta la fachada, de tal manera que podamos optimizar éstas, aunque en el gráfico adjunto no se tenga en cuenta la iluminación natural, se ha de asegurar un nivel de iluminación entre 500-600 lux de tal manera, que si algún día no se pueda disfrutar de la luz natural, se pueda asegurar una iluminación óptima para el centro.

**Gráficos referentes a la piel del edificio**

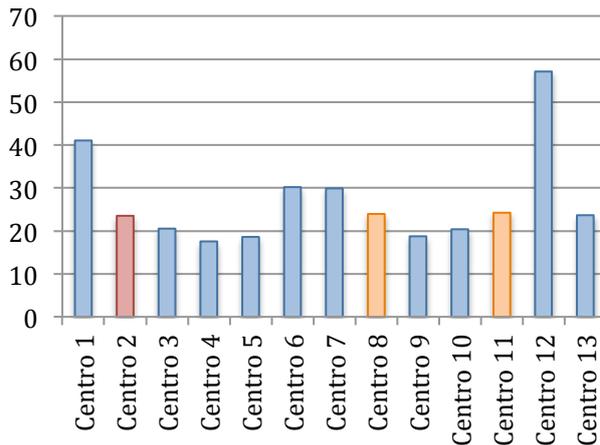


	M <sup>2</sup> por fachada
Norte	357
Sur	402
Este	864
Oeste	518

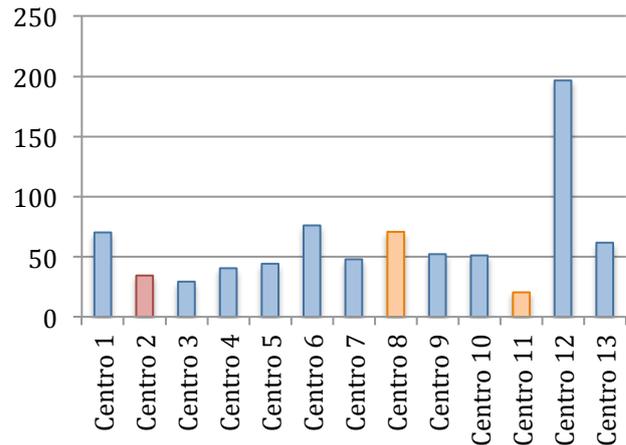
■ Datos de centro actual  
 ■ Datos de centro con misma matriz de clasificación



**Gráficos referentes a la ocupación del centro**

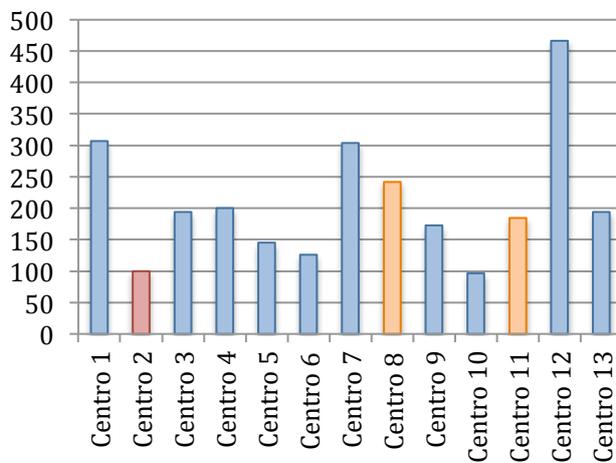


Ratio de ocupación de m3 por persona sin aplicar la compactad (m3/p)

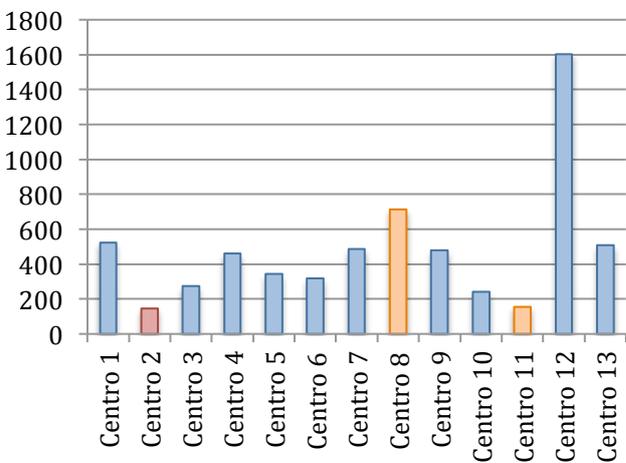


Ratio de ocupación de m3 por persona aplicando la compactad (m3/p)

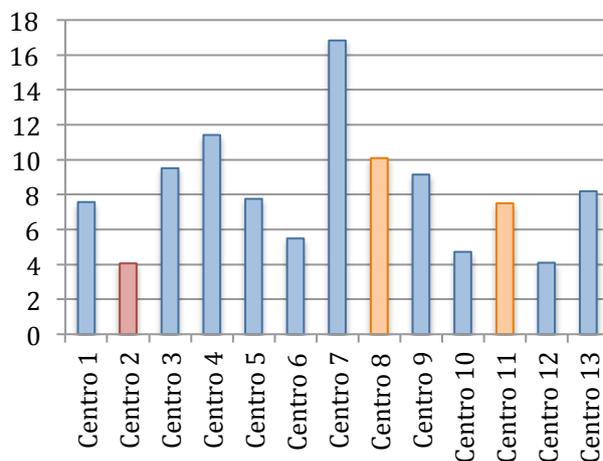
**Gráficos referentes al consumo energético**



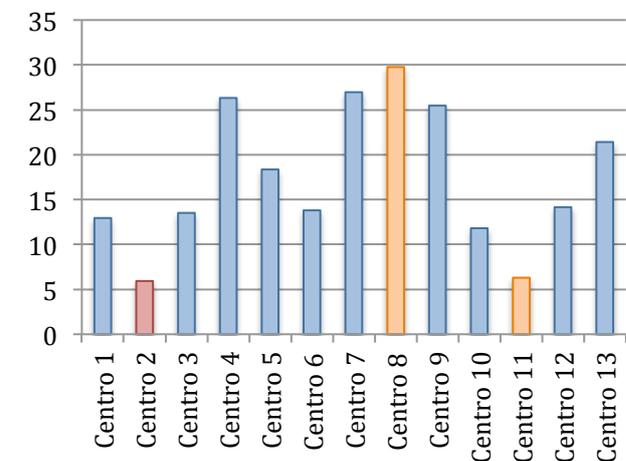
kWh medio anual por persona sin aplicar la compactad (kWh/p)



kWh medio anual por persona aplicando la compactad (kWh/p)



kWh medio anual por m3 útil sin aplicar la compactad (kWh/m3)



kWh medio anual por m3 útil aplicando la compactad (kWh/m3)

■ Datos de centro actual  
 ■ Datos de centro con misma matriz de clasificación

### **Análisis de los resultados**

En primer lugar podemos observar como la ocupación que marca la Generalitat de Cataluña sobre el centro que es de 450 alumnos en el total del centro, la ocupación que hay actualmente es de 230 alumnos, lo cual podemos ver como la densidad del centro es aproximadamente de la mitad, hay menos personas usando el centro de las que lo podrían estar usando, en verde podemos ver los sitios ocupados por aula, y en rojo los desocupados, en naranja podemos ver el porcentaje de personal docente que hay.

Después podemos ver la repartición de los diferentes volúmenes a lo largo de todo el centro que lo que más abundan son los espacios servidores. Podemos ver como dentro de estos espacios servidores se prioriza en concreto las aulas, siendo estos los más importantes en cualquier centro, en éste en concreto supone casi un cuarto del volumen total.

También se observa como abundan más los pasillos que los porches, todo lo contrario del ejemplo anterior, pero esto sorprende en este proyecto, sobretodo cuando se le da tanta importancia en el proyecto al espacio exterior.

Por lo que hace referencia a los espacios sirvientes podemos ver como se va confirmando la hipótesis de que suponen un 25% aproximadamente en todos los proyectos del volumen total del centro, aun así los espacios servidores son los que más varían de volumen respecto el total.

Y también se repite la regla de que los espacios con un mayor volumen respecto superficie, son los que tienen más densidad de personas aunque sean en momentos puntuales, como por ejemplos los espacios de circulación como los pasillos; o espacios donde se acumula la gente y hay más densidad en horas puntuales, tales como el gimnasio o como el comedor.

En circulaciones y accesos volvemos a encontrar que la mayoría se encuentran en la planta baja, esto es debido a que es donde se encuentran los accesos principales al centro, y también a la zona común interior, en la planta primera lo único que encontramos son los pasillos que dan acceso a las diferentes partes del centro.

Los espacios servidores se encuentran bastante repartidos, esto es debido a que en la planta baja encontramos el gimnasio, los despachos y también las aulas infantiles, en cambio en la primera planta únicamente están las aulas de primaria y la de profesores, que por otra banda en cuanto a m<sup>3</sup> son más abundantes.

Y por último los espacios sirvientes, que de nuevo son en gran parte localizados en la planta baja del centro, como serían cocina, comedor y demás instalaciones, lo único que encontramos en la primera planta serían los servicios.

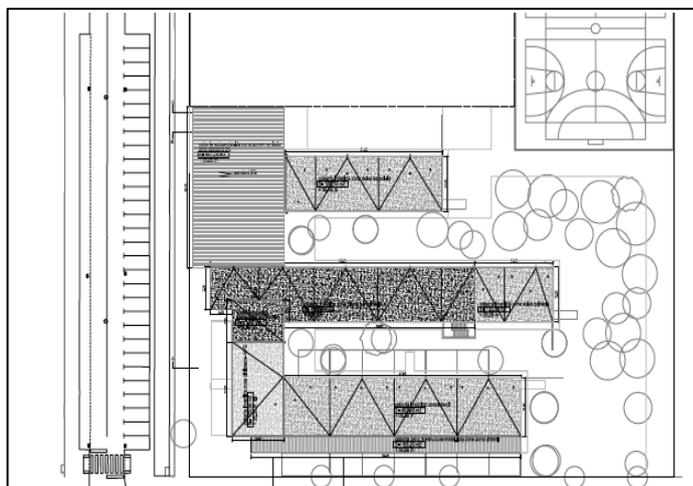
Se puede observar con claridad que la mayor parte del gasto energético se produce en los meses donde la temperatura es menor, es decir, por el gasto energético del sistema de calefacción, aunque se produce sobretodo a principios de año donde hay más días lectivos que en el resto

Esto también puede ser debido a que la proporción de huecos en el edificio es de un 10,15% (488,09 m<sup>2</sup> de huecos respecto a 4808,3 m<sup>2</sup> de fachadas) la cual es bastante inferior que el interior; y a parte esto imposibilita la entrada de una mayor radiación directa que pueda calefactar el centro, aunque por otra parte también se favorece la conservación de la inercia térmica interior.

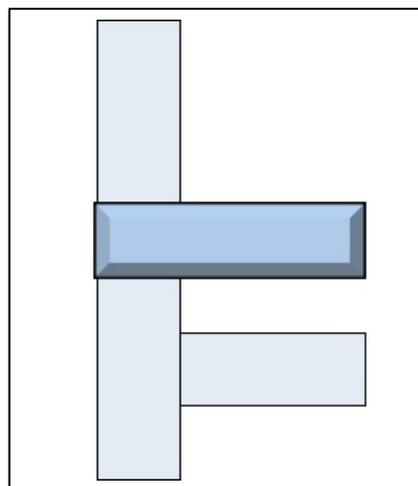
Para intentar minorar el gasto energético también es importante tener en cuenta la orientación que se le da al centro, en este caso se puede observar que predominan el este y el oeste, estas orientaciones son las que predominan en las fachadas principales del edificio, ya que éste queda orientado a norte-este. Las fachadas norte y sur quedan con menos constancia en el edificio siendo así también las fachadas más frías de un edificio, lo que mejora la estrategia conservativa.

## 12.3-Ficha nº3 (CEIP La sinia)

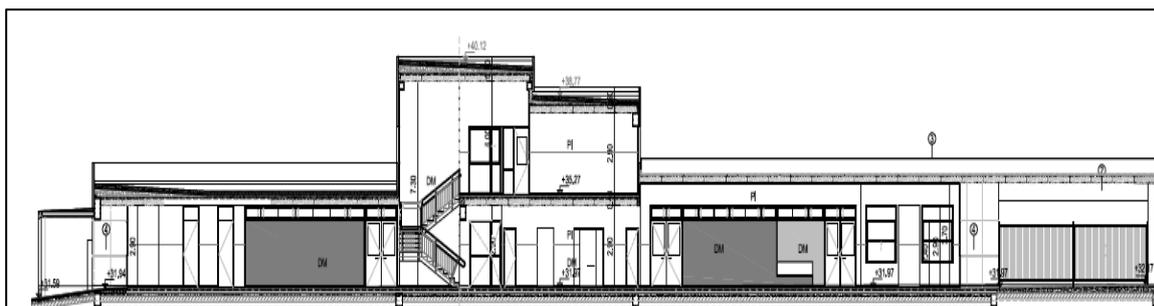
<b>Nombre del centro</b>	CEIP Bellpuig – Zer els Munts
<b>Año de licitación</b>	2004
<b>Año de finalización de las obras</b>	2006
<b>Localización</b>	Sant julià de Vilatorça
<b>Zona climática e índice de radiación</b>	D1-II
<b>Formación del centro</b>	Infantil y primaria ( 2 líneas)
<b>Orientación del edificio</b>	Norte-Este



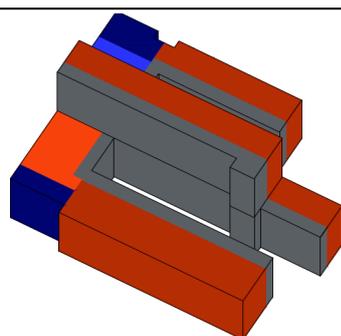
Planta general del centro



Matriz de clasificación 1202



Sección del centro



- Pasillos (23,37%)
- Porches (8,26%)
- Aulas (32,87%)
- Despachos (7,20%)
- Gimnasio (11,56%)
- Lavabo (3,95%)
- Biblioteca (2,46%)
- Cocina / comedor (7,97%)
- Instalaciones (2,36%)

Axonometría del centro

## **Descripción funcional**

En primer lugar nos fijaremos en el entorno de la escuela, donde está completamente integrada en la estructura del ensanche con edificaciones plurifamiliares en bloques lineales entre medianeras con alineación al vial.

Por una banda la isla de la escuela se encuentran en un sector de viviendas, y por la otra delimita con una zona de sector industrial. En cambio por el lado este encontramos un espacio libre con zonas verdes.

El edificio queda estructura por cuatro piezas, una longitudinal alargada que da conexión a otros tres módulos perpendiculares que están separados por diferentes patios.

La pieza principal longitudinal contiene los usos comunes de la escuela, tales y como serían los accesos principales, las administraciones, el comedor junto a la cocina, y otras dependencias vinculadas como por ejemplo la biblioteca; donde todos estos funcionan con un uso diferentes y se disponen como unidades autónomas con posibles accesos desde el exterior y comunicados con los patios interiores que otorgan una mayor privacidad.

La ubicación de las actividades comunes en este volumen se entienden para poder extender la fachada a lo largo del paseo. En el interior del centro se refleja la misma idea de calle que da la distribución a los servicios interiores.

Desde este módulo principal se produce el acceso principal y es donde se articulan las dependencias de dirección y secretaria, asegurando el control de las entradas y salidas del centro. La disposición de esta entrada crea una relación visual entre los espacios exteriores y los interiores.

El área infantil, las aulas, los servicios y las tutorías quedan ubicadas en el primer módulo, quedando así independizado del resto. Las aulas exteriores vinculadas hacen de frontera con la calle respecto de las interiores.

El área de primaria se desarrolla en el módulo central, de dos plantas y están destinados a las aulas de primaria y a las de soporte. Estableciendo así una jerarquía en cuanto a la privacidad de cada una de las unidades.

Y por último el pabellón polideportivo que se prevé junto a la línea norte, donde los vestidores se agrupan en la línea de fachada, y dando continuidad al volumen hasta las pistas exteriores.

Por lo que hace referencia a los patios interiores, estos se distribuyen entre las franjas libres que deja la distribución de los diferentes módulos, situándose así el porche de entrada donde el patio, entre los edificios que contienen las aulas de primaria.

Por lo tanto al igual que los módulos separan las diferentes tipologías educativas, también los patios quedan separados así, intercalados entre los diferentes módulos. Donde también encontraremos los diferentes patios según la época del año si es invierno o si es verano, uno más cubierto para el invierno donde la temperatura no sea tan baja, y uno más descubierto para el verano donde circula mucho más el aire; donde éste último patio tiene un pequeño bosque que favorecerá una temperatura más confortable para el verano.

## Análisis funcional

La metodología de usar una construcción dividida en diferentes módulos nos ayudará a crear accesos para cada uno de los diferentes espacios, además de conectar estos espacios de manera sencilla con el exterior.

Es en cada uno de estos volúmenes donde al encontrar diferentes usos hace que se puedan regular independientemente del centro, pudiendo realizar actividades si llegar a molestar a aulas contiguas, o servicios que se puedan producir por el centro, asegurando circulaciones únicas a esos espacios.

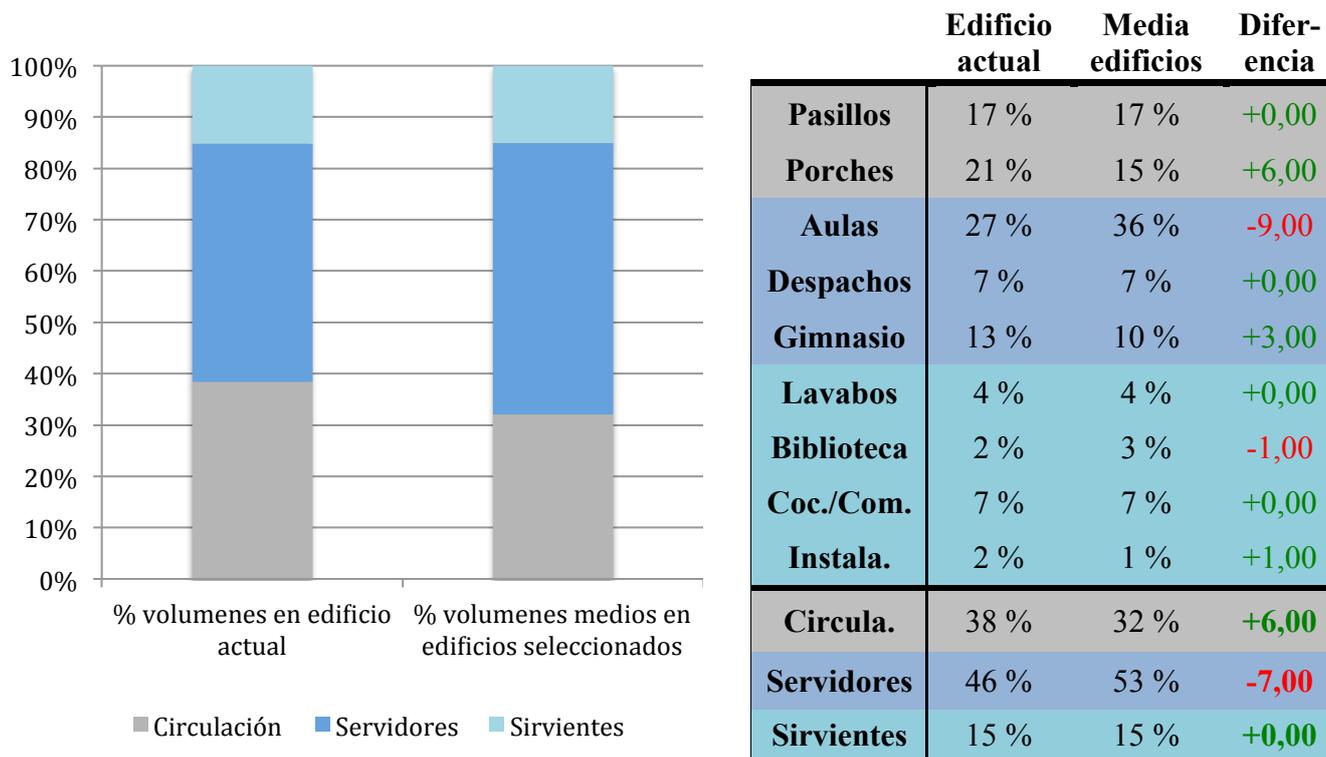
Como en otros ejemplos encontramos este espacio repartidor que sería el vestíbulo, en el cual también encontramos la zona administrativa, además en este caso un acceso directo a plantas superiores, que se puede realizar tanto por esta zona como por otras del centro, donde la más interesante es la que se puede producir por el exterior desde la zona de aulas, conectándolas así de manera inmediata.

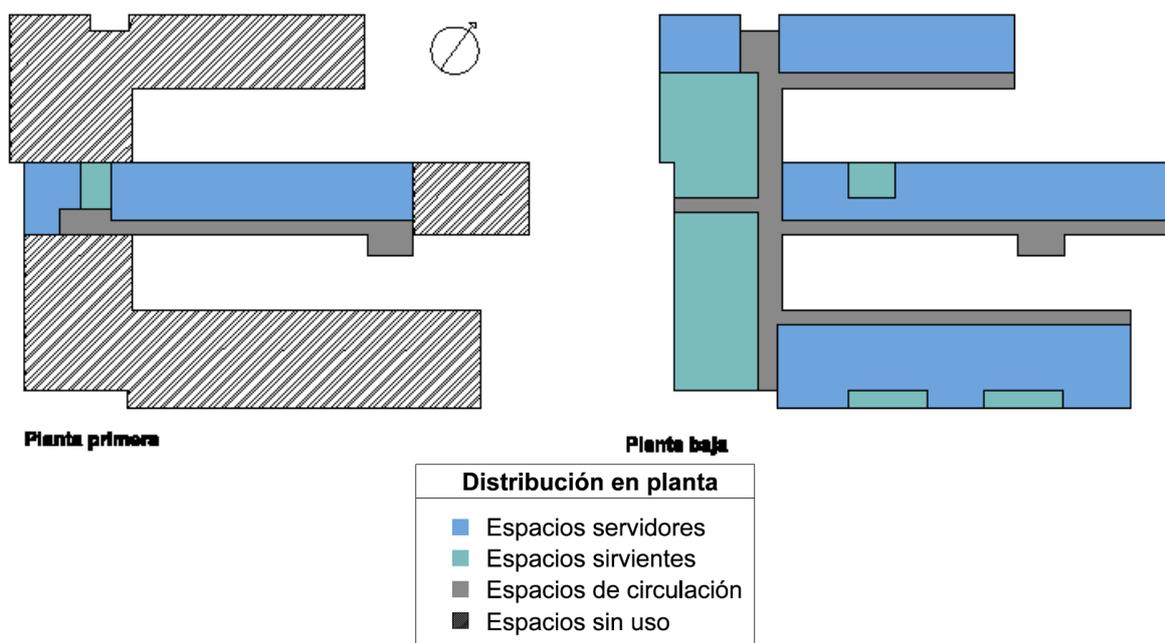
Aún así la única pega de tener los módulos por separado es la comunicación entre los mismos espacios de la planta baja, donde se crean circuitos más largos que si fuera en una misma planta sin zonas intermedias.

También es cierto que encontramos un módulo principal donde se encuentran los servicios básicos del centro, dando lugar así a los otros espacios que puedan funcionar de manera relativamente independiente a la globalidad del centro, y que estos servicios comunes sean únicamente utilizados en momentos puntuales a lo largo del día.

Lo malo de estos espacios es que no tienen una doble función por lo tanto su utilidad es ínfima comparado con espacios que tienen una gran intensidad de uso a lo largo de todo el día.

## Gráficos referentes al interior del edificio





Repartición del % del volumen en las distintas plantas del centro

	Circulación	Servidores	Sirvientes
m <sup>3</sup> PB	2143 m <sup>3</sup>	2242 m <sup>3</sup>	1042 m <sup>3</sup>
% m <sup>3</sup> PB	30 %	32 %	15 %
m <sup>3</sup> P1	104 m <sup>3</sup>	1426 m <sup>3</sup>	148 m <sup>3</sup>
% m <sup>3</sup> P1	1 %	20 %	2 %

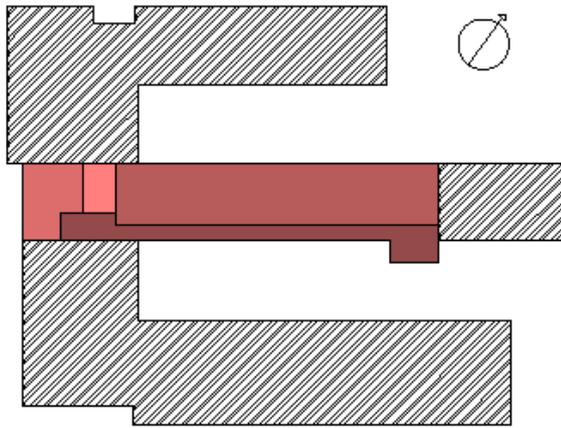
### Análisis térmico

A diferencia de otros proyectos la agrupación térmica de los espacios se realiza de una manera diferentes, en este proyecto se agrupan más los espacios por su uso y funcionalidad que por sus cargas térmica. Por ejemplo, en vez de agrupar todas las aulas en un mismo módulo, se han distinguido, en un primer módulo la educación primaria, en otra la infantil y en otro el pabellón, y por último en el módulo principal todos los servicios.

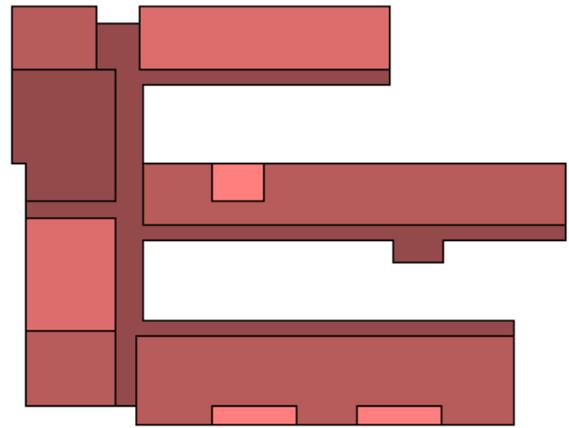
Mirándolo desde el punto de vista térmico tampoco es tan malo, ya que todos los espacios agrupados en los diferentes módulos tienen el mismo uso, y por lo tanto una carga térmica muy similar, por lo que aseguramos una mayor conservación de la carga térmica en el interior de estos módulos, evitando su transmisión o los posibles puentes térmicos entre espacios diferentemente calefactados. Otro de los aspectos interesantes de este proyecto, son los patios intercalados que aparecen entre los diferentes módulos, térmicamente esto ayudará a generar una mayor ventilación dentro de las aulas, sobretodo en verano que nos ayudará a refrescar estos espacios interiores.

Al tener estos espacios intercalados, nos ayuda a generar más fachadas secundarias a parte de la principal, esto generará un mayor aporte de radiación en invierno, la cual podremos captar, y al tener más volúmenes pero más compactos nos facilitará la calefacción de estos espacios sin la necesidad de utilizar mayores medios artificiales; y ya que en verano se podría producir el efecto contrario, utilizamos medios de protección pasiva y además juega a favor el efecto de ventilación cruzada, que se producirá sobretodo al ser distancias y espacios cortos.

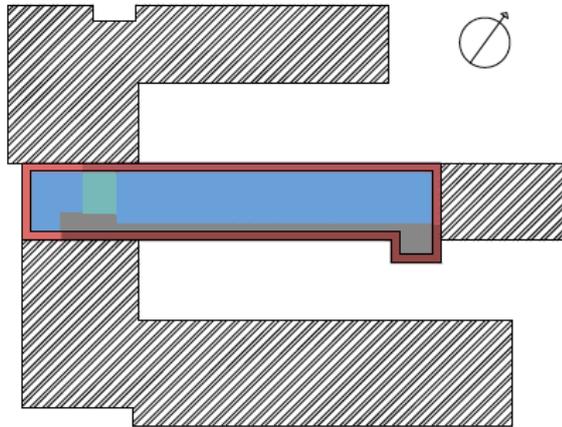
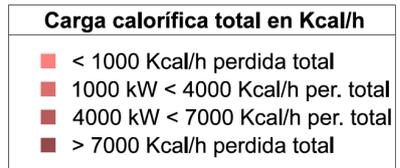
**Gráficos de transmisión de temperatura**



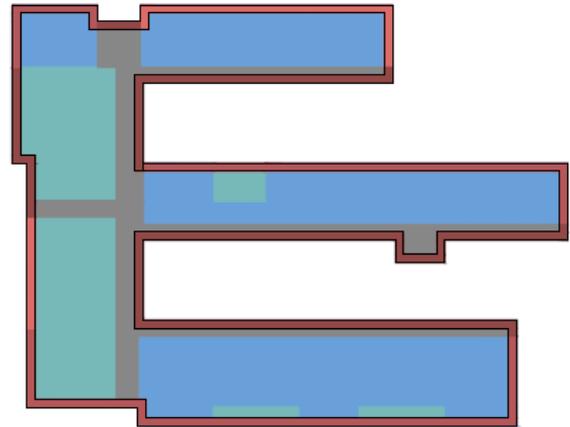
Planta primera



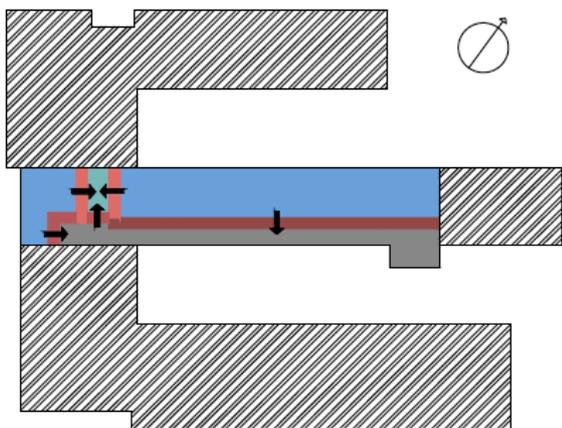
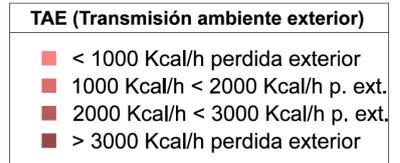
Planta baja



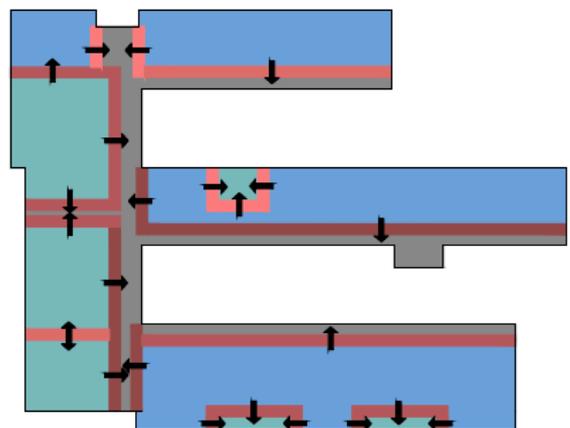
Planta primera



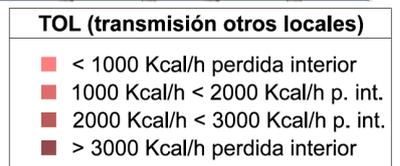
Planta baja



Planta primera



Planta baja



### **Análisis lumínico**

Un punto a favor muy importante desde el punto de vista lumínico, es que tenemos un gran número de fachadas, al ser diferentes volúmenes compactos, repartidos según su uso, cada uno tienen una fachada, tanto sea interior como exterior, es una estrategia mucho más permeable en cuanto a geometría, que otros proyectos que optan por una más conservativa.

Sobretudo en el volumen central longitudinal, es donde encontramos más aberturas, respecto a las fachadas interiores que dan al patio, esto es debido principalmente que es donde se encuentran la mayoría de servicios comunes del centro, y por la banda interior al patio, es donde encontramos espacios sobretodos de circulación que comunican los diferentes volúmenes, y hay menos proporción de fachada respecto a la principal.

En estas fachadas interiores únicamente encontramos aberturas para los diferentes accesos, y en las partes altas de los espacios sobretudo en la de las instalaciones, como por ejemplo en los lavabos y cocinas, que aseguran una iluminación del espacio, pero también una seguridad para las instalaciones.

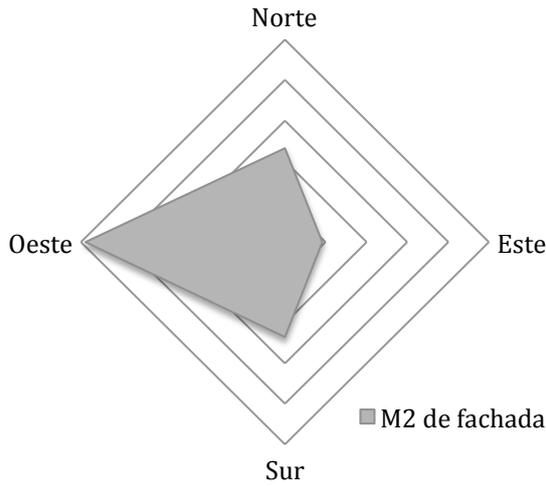
Otro efecto que podemos observar en el edificio según la geometría que éste tiene, es que al ser alargado podemos obtener una mayor reflexión de la luz por el interior, sobretudo en los módulos anexos al principal, que es ahí donde encontramos un espacio menor o un recorrido menor de la luz, para que esto se pueda producir. Aún así como en otro proyectos en los pasillos del modulo central es donde encontramos espacios intermedios de luz, en los sitios que se dejan entre los módulos, que ayuda a minorar la necesidad de luz artificial.

Las aulas tal y como se ha comentado con anterioridad, están orientadas hacia el norte, esto ayuda a evitar reflexiones del sol en el interior, siendo así un punto a favor para poder conseguir los niveles de luz natural necesarios que queramos en el interior, pero también evitando una radiación directa del sol.

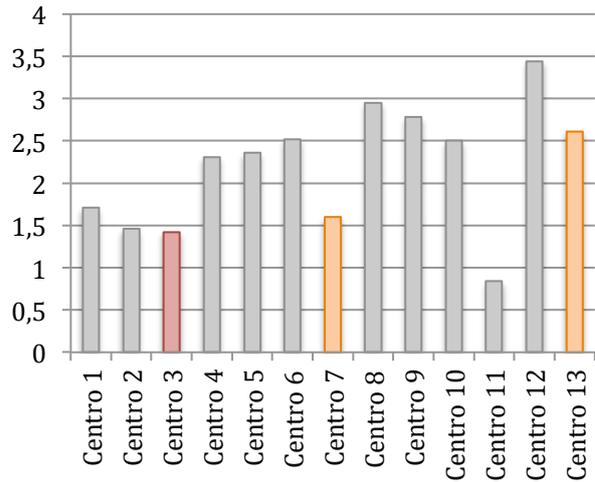
También cabe destacar otro punto importante como en la mayoría de proyectos, contamos con elementos de control de la luz solar; en este en concreto se diferencia de los demás, en vez de contar con elementos de control directo como por ejemplo serían elementos regulables en las ventanas, en este proyectos vemos estos elementos en menor medida; en general se protege de la radiación solar directo a través de los porches, al tener estos patios intermedios entre los módulos, se generan espacios más cubiertos, los cuales nos ayudan a poder tener estos porches que arrojaran sombra en el interior del edificio, evitando el contacto directo con la radiación, pero consiguiendo niveles de iluminación óptimos.

En último lugar cabe analizar el entorno, que también es importante para ver si podemos obtener lumínicamente algún obstáculo; por lo que hace referencia a este proyecto, donde obtendremos más dificultades de paso de la luz es en la fachada principal, donde encontramos el módulo más alargado, es ahí donde se arrojará más sombra al centro, ya que se encuentra integrado en el ensanche de éste; pero por lo que respecta a las demás fachadas no habrá ningún problema de sombras ya que no tienen ningún obstáculo.

**Gráficos referentes a la piel del edificio**

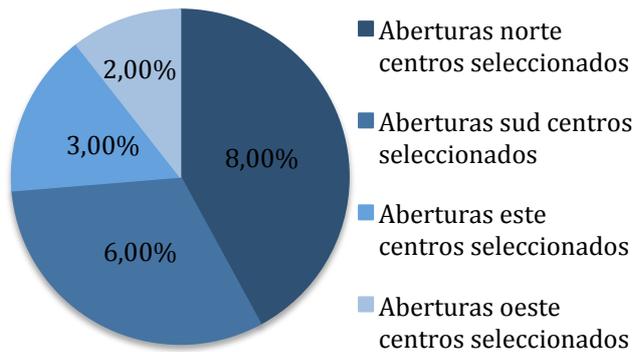
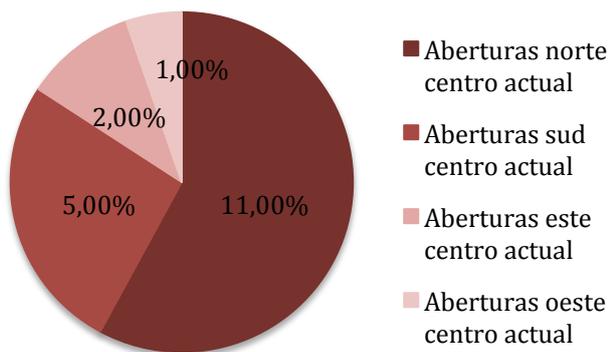
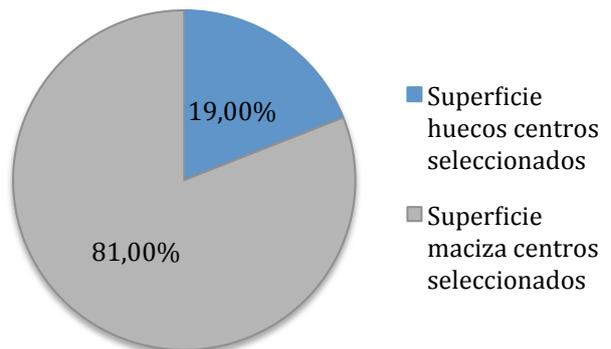
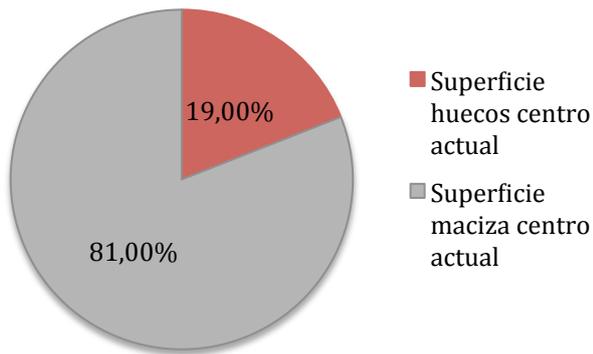


	<b>M<sup>2</sup> por fachada</b>
<b>Norte</b>	1160
<b>Sur</b>	1174
<b>Este</b>	461
<b>Oeste</b>	2448

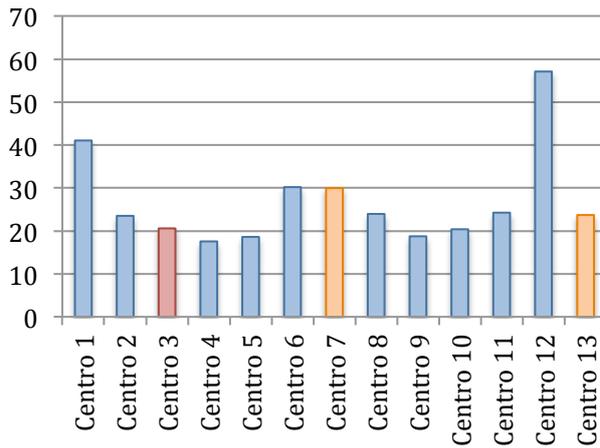


Unidades de capacidad de los centros

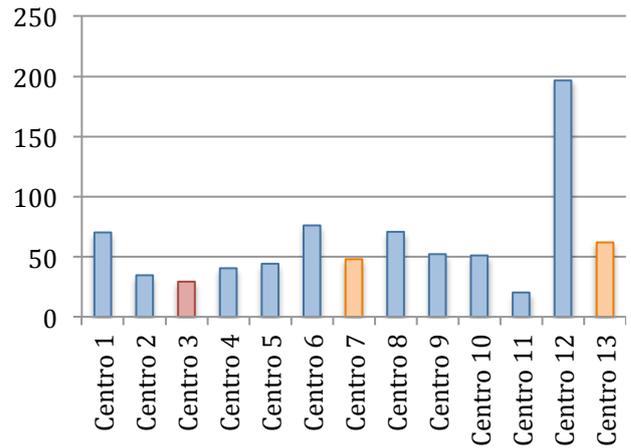
- Datos de centro actual
- Datos de centro con misma matriz de clasificación



**Gráficos referentes a la ocupación del centro**

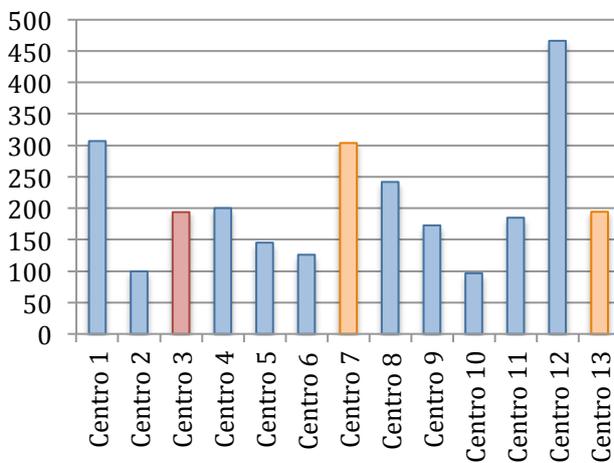


Ratio de ocupación de m3 por persona sin aplicar la compactad (m3/p)

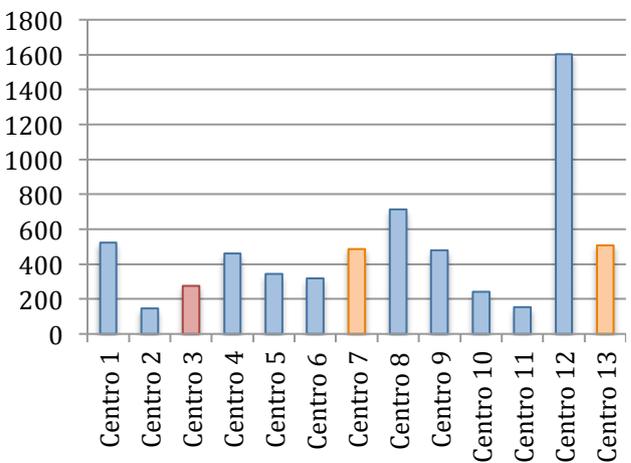


Ratio de ocupación de m3 por persona aplicando la compactad (m3/p)

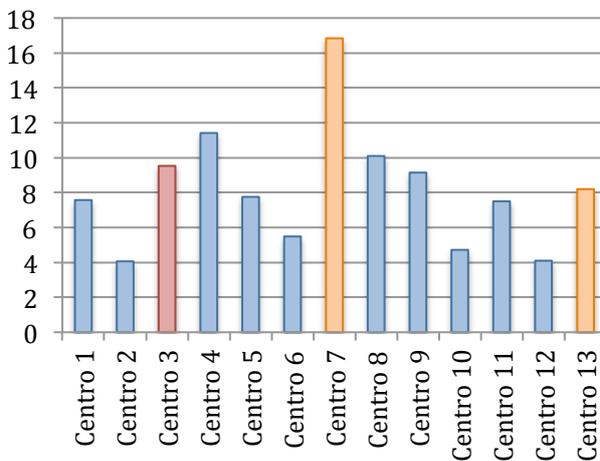
**Gráficos referentes al consumo energético**



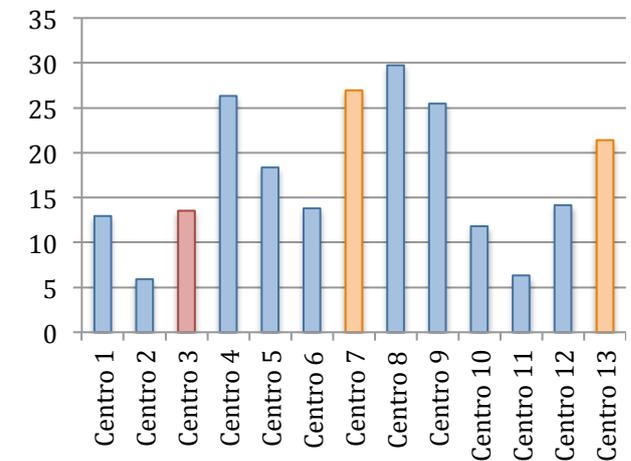
kWh medio anual por persona sin aplicar la compactad (kWh/p)



kWh medio anual por persona aplicando la compactad (kWh/p)



kWh medio anual por m3 útil sin aplicar la compactad (kWh/m3)



kWh medio anual por m3 útil aplicando la compactad (kWh/m3)

■ Datos de centro actual  
 ■ Datos de centro con misma matriz de clasificación

### **Análisis de los resultados**

En primer lugar podemos observar como la ocupación que marca la Generalitat de Cataluña sobre el centro que es de 450 alumnos en el total del centro, la ocupación que hay actualmente es de 310 alumnos; este por lo tanto es uno de los centros que más se aproxima a la ocupación que nos da la Generalitat para los centros de esta categoría, siendo así uno de los más densos, por lo que a ocupación de alumnado se refiere, marcando así una línea más eficiente, ya que se está aprovechando mayormente el espacio proyectado.

Por lo que hace referencia a la repartición de los volúmenes podemos observar una clara predominancia de los pasillos ante los porches, cosa que estaba bastante igualada en otros, en este caso se puede producir a causa de que es un proyecto más permeable, donde los espacios son más desconexos entre ellos y es necesario crear espacios de circulación entre ellos, por ese motivo son mucho más abundantes.

Otro patrón que podemos ver repetido es la clara abundancia del volumen de aulas, una vez más éste es el espacio con mayor volumen respecto a la totalidad del edificio, lo que también hace que los espacios servidores supongan más de la mitad de la totalidad del volumen, complementados por el gimnasio y por los despachos de administración, que adquieren la mayor parte del módulo central.

Aún así en este caso los espacios sirvientes no suponen un 25% del volumen total de la edificación, esto es debido a que el proyecto se ha centrado más en los espacios que se van hacer servir continuamente y los que son realmente necesarios para la esencia a la cual está dedicada el proyecto, que es la enseñanza en los espacios, en este caso las aulas. Por lo tanto encontramos menos abundancia de espacios como los lavabos o el comedor, que aunque su gran capacidad del centro, tienen un volumen menor que en otros proyectos de la misma envergadura.

En este caso no es comparable los servicios que tenemos en planta baja con los que tenemos en la planta superior, ya que el uso de esta planta superior únicamente está destinada a servicios, y también para el posible mantenimiento de las máquinas que encontramos en la parte superior del edificio, pero es cuestionable su repercusión de coste de construcción por el uso que finalmente le vamos a dar, igual hubiese sido posible otra alternativa que nos ahorrara construir esta planta adicional.

Posteriormente cabe destacar que la proporción de espacios servidores respecto a los sirvientes en una misma planta es mucho mayor que en la de otros proyectos, igual que las circulaciones y acceso en ésta, por eso nos hace deducir que es posible que a mayor espacios servidores aumente de manera significativa el volumen que tenemos que destinar a elementos de circulación, o si únicamente dependerá de la distribución que le estemos dando al centro, y contra menos conservativa sea, mayores serán los espacios de circulación.

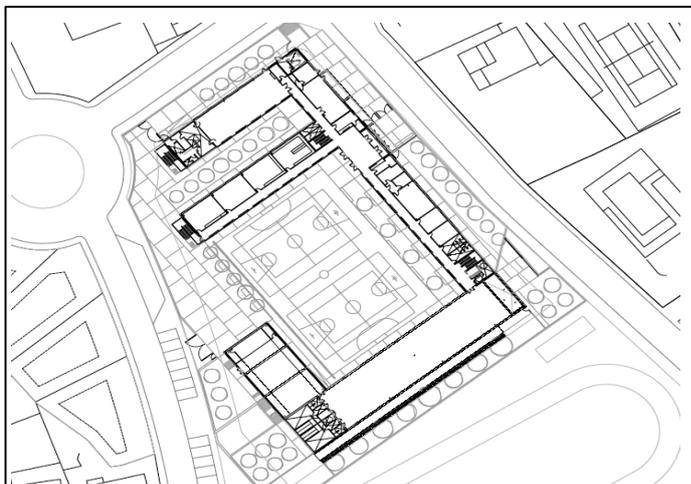
Justamente en este centro que encontramos una mayor densidad de alumnos por m<sup>3</sup> es donde el gasto energético es mucho mayor que en otros centros, aunque esto aún no sea una afirmación que se pueda realizar claramente, si que podemos decir que en este centro el gasto es mucho mayor que en otros con volúmenes parecidos, aunque la morfología de éste es completamente distinta.

Esto también puede ser debido a que la proporción de huecos en el edificio es de un 17,34% (989,03 m<sup>2</sup> de huecos respecto a 5703,79 m<sup>2</sup> de fachadas) donde en este caso se adecua bastante a la media de otros ejemplos que hemos observado con anterioridad, así que no será este el factor que dispare el consumo. Aún así también se puede observar que el consumo en el centro es bastante irregular, cosa que en otros se mantenía bastante estable, destacando aquí sobretodo los primeros meses del año.

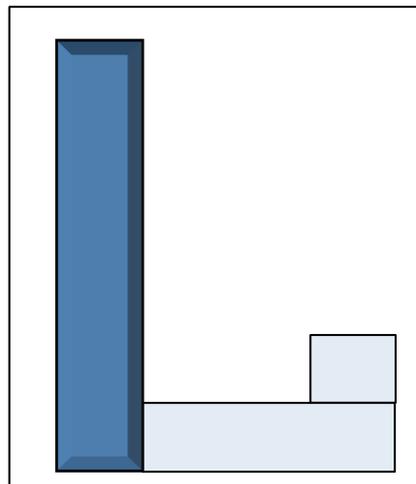
La orientación también es un factor importante por lo que a gasto energético hace referencia, en este caso se puede observar como la orientación oeste es en la que encontramos mayor proporción de fachada, ésta es la que hace referencia a la fachada principal donde encontramos todos los servicios de administración.

## 12.4-Ficha nº4 (CEIP Francesc Macià)

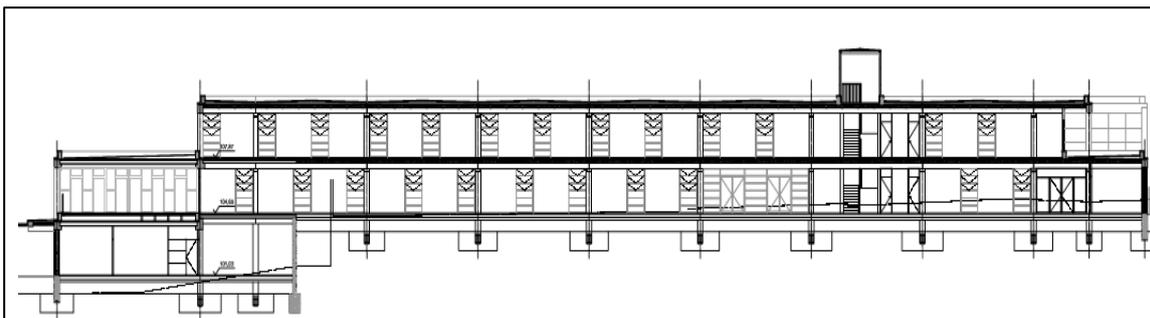
<b>Nombre del centro</b>	CEIP Bellpuig – Zer els Munts
<b>Año de licitación</b>	2004
<b>Año de finalización de las obras</b>	2006
<b>Localización</b>	Sant Julià de Vilatorrada
<b>Zona climática e índice de radiación</b>	D1-II
<b>Formación del centro</b>	Infantil y primaria ( 2 líneas)
<b>Orientación del edificio</b>	Norte-Este



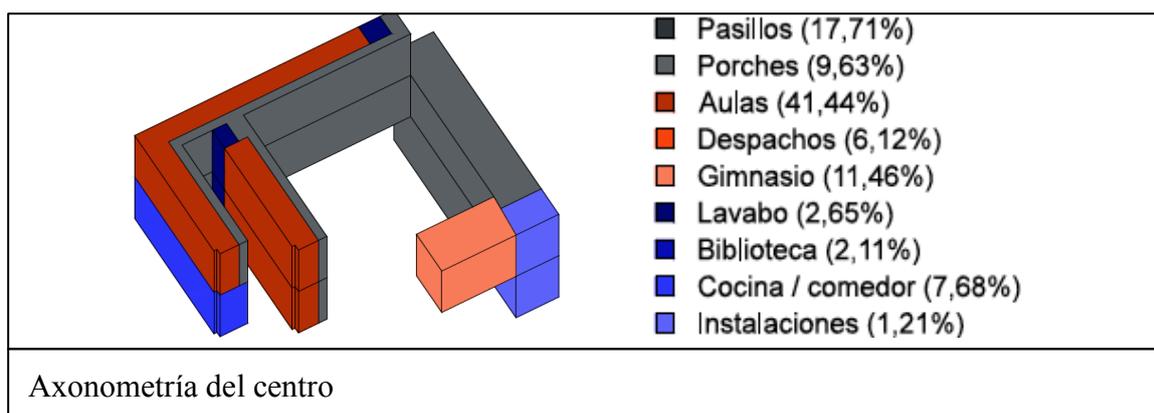
Planta general del centro



Matriz de clasificación 1601



Sección del centro



Axonometría del centro

## **Descripción funcional**

El entorno del solar queda íntegramente dentro de la trama urbana de la ciudad, entre viviendas plurifamiliares que más adelante analizaremos si estos arrojan sombra o pueden provocar problemas de asoleamiento en el edificio.

El solar está situado en Vilassar de Dalt en el Maresme, y sus límites están definidos por las alineaciones de las calles y al lado una partición que separa la zona deportiva municipal según la alineación del proyecto.

El edificio se configura en un esquema de barreras provocadas por las alineaciones de las calles, situando a la escuela de primaria en el que era un antiguo campo de fútbol, donde la zona de primaria se encuentra en éste y la de infantil en la plataforma inferior donde era la zona de deportes, con dos accesos completamente diferenciados pero con conexión interna al edificio.

La diferencia entre las dos plataformas era de 4 metros y se tubo que reducir hasta obtener una diferencia de 3,1 metros, a partir de terraplenados que quedan reflejados en el estudio geotécnico del proyecto, y en la posterior memoria constructiva.

El vial de la calle Santa Maria, supone la posibilidad de acceder a la zona del patio, gimnasio y vestidores directamente sin tener que ingresar al interior del centro, facilitando de esta manera también el acceso de vehículos al interior del patio en el caso que fuera necesario, o para el mantenimiento de instalaciones o suministro de comida a la cocina.

El patio de juegos queda limitado por el sud por un porche de grandes dimensiones que conduce al gimnasio y a los vestidores. A la zona de primaria se accede por la calle Pius XII con una entrada que genera un eje des de la calle. Des de la entrada se accede a la biblioteca y al comedor principal.

El módulo principal tiene dos núcleos de escaleras y servicios, y en planta baja se ubica la zona de administración, las instalaciones y otras aulas de soporte.

En la planta primera encontramos 12 aulas de primaria y tres aulas de tutorías; por lo que hace referencia a la zona infantil tiene el acceso por la calle Pius XII y casi en el límite del solar con un nivel inferior. Este acceso se produce por el módulo principal y permite el acceso al pasillo que conecta con las aulas de infantil.

Las aulas de infantil se posicionan orientadas al sud, directamente hacia el patio de juegos. Las demás aulas de soporte, tutorías y demás se sitúan justo al lado del acceso, donde en la fachada encontramos un porche para protegerse del sol y de la lluvia.

En este caso sobretodo en mucho mayor nivel que en otros, encontramos como el edificio se desarrolla alrededor del patio, creando los lindes de éste, esto facilita el acceso a este des de cualquier nivel de la planta baja del edificio, facilitando así el acceso a las aulas de infantil, y para un mayor control de toda la superficie, des del interior del edificio.

Y también cabe destacar la creación de patios interiores en el edificio aprovechando el espacio entre los dos módulos más cercanos a la trama urbana, que posteriormente veremos los beneficios tanto térmicos como lumínicos que nos aporta esta zona, justo donde están situadas las aulas.

## Análisis funcional

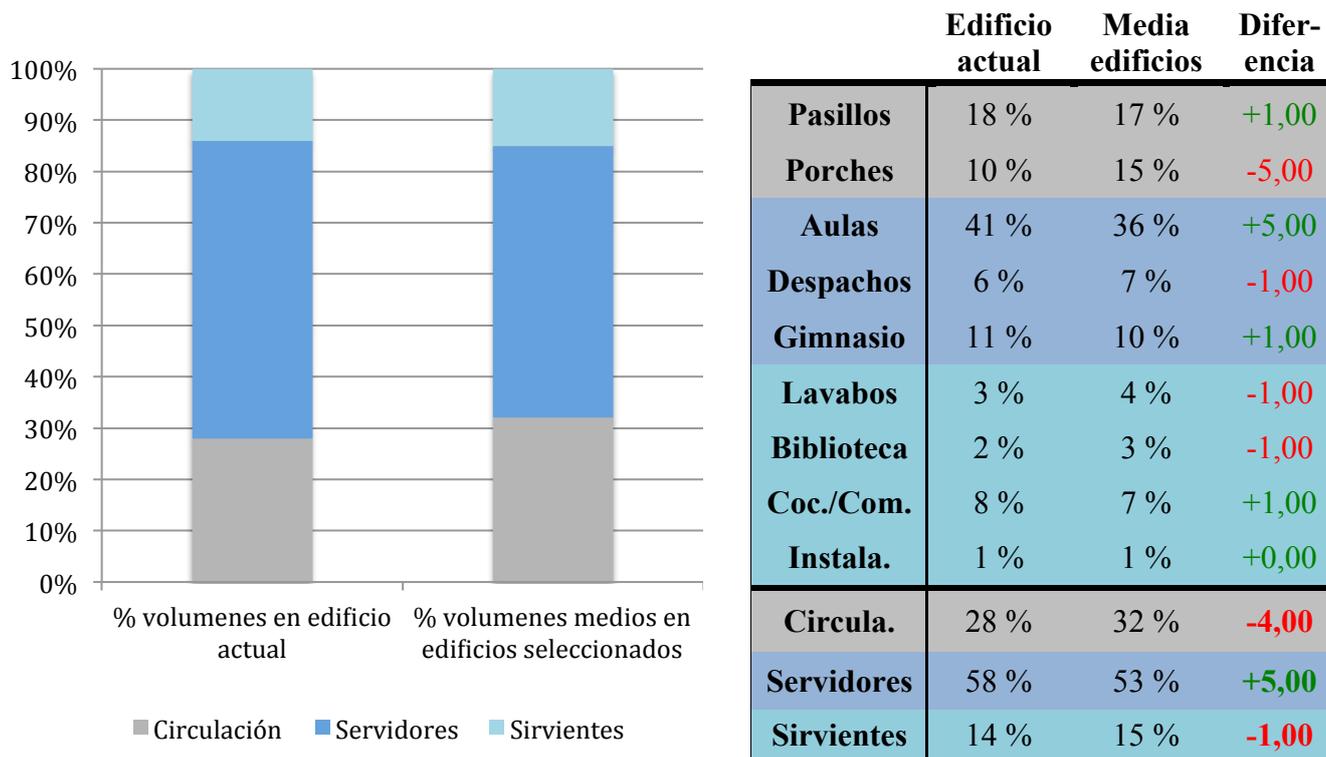
La máxima separación que se encuentra en este proyecto es que encontramos dos zonas muy diferenciadas, la planta baja donde en gran mayoría encontramos servicios básicos del centro, y en contrapunto en la planta piso todo lo que encontramos son espacios servidores en su mayoría aulas.

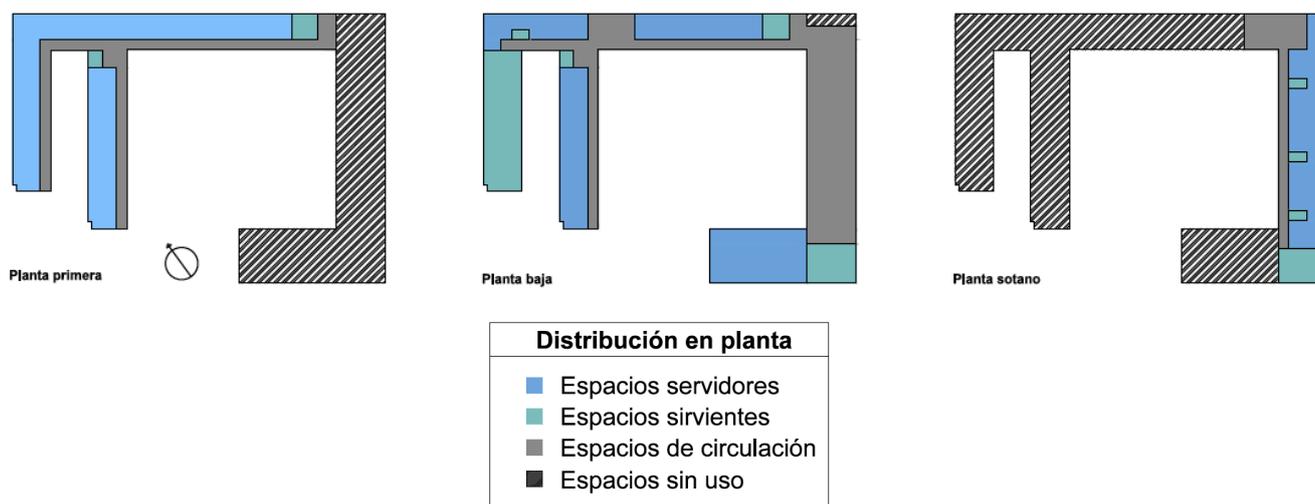
Además en este caso se ve perfectamente el acceso principal que comunicará los tres diferentes módulos, donde cada uno de ellos tendrá un uso completamente distinto, algo muy común en estas tipologías constructivas, además la actividad principal se desarrollará en este volumen principal que da circulación y acceso a todos los volúmenes del centro.

Pero pese a sus beneficios también encontramos un inconveniente, que es el del gimnasio, realmente es un volumen muy grande para el uso que se le da a este espacio, es un espacio unifuncional que está dedicado a actividades lúdicas y en casos puntuales se usa de espacio polivalente, pero la repercusión constructiva que tiene por el uso que se le da es muy diferente, creemos que se le podría dar algún uso que fuera más duradero en el uso de los espacios.

La aparición de esta planta sótano la cual nos puede aportar distintos beneficios térmicos y de ventilación, también nos ayuda a colocar las aulas de infantil, que normalmente han solido estar en planta baja para mejorar el acceso a estas estancias, aún así esta decisión se ha tomado desde el punto de vista constructivo, ya que desde el funcional dificulta más las circulaciones al tener que acceder a un nivel inferior, sobretodo a la hora de salir al recreo, o de tener que ir a comer.

## Gráficos referentes al interior del edificio





Repartición del % del volumen en las distintas plantas del centro

	Circulación	Servidores	Sirvientes
m <sup>3</sup> PS	337 m <sup>3</sup>	926 m <sup>3</sup>	168 m <sup>3</sup>
% m <sup>3</sup> PS	4 %	11 %	2 %
m <sup>3</sup> PB	1599 m <sup>3</sup>	1515 m <sup>3</sup>	842 m <sup>3</sup>
% m <sup>3</sup> PB	19 %	18 %	10 %
m <sup>3</sup> P1	757 m <sup>3</sup>	1852 m <sup>3</sup>	421 m <sup>3</sup>
% m <sup>3</sup> P1	9 %	22 %	5 %

### Análisis térmico

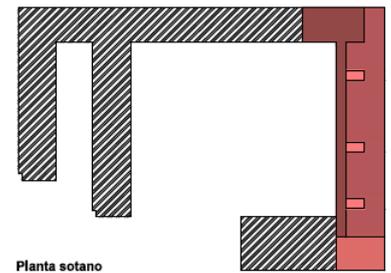
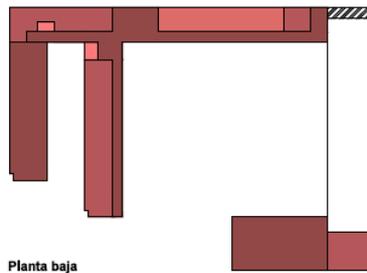
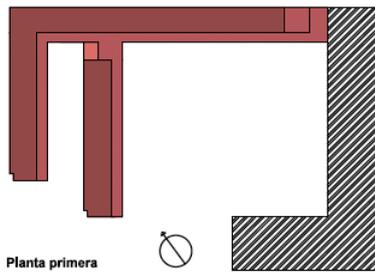
Una vez más encontramos que la agrupación de los espacios es fundamental para el análisis térmico, como se puede observar en la planta sótano (es la que encontramos en el desnivel) se agrupa toda las clases de educación infantil, en la planta baja a parte de algunas aulas de primaria en los módulos anexos, en el módulo principal podemos encontrar toda la zona administrativa..

Este proyecto, de la misma manera que el anterior también sigue una estrategia más permeable y no tan conservativa, es un proyecto donde se tienen en cuenta los espacios intermedios, como por ejemplo el patio que supone el núcleo de toda la escuela o el patio que encontramos entre dos módulos. Es este espacio intermedio o patio interior, el que genera efectos de ventilación cruzada, que sobre todo en verano nos ayudará a disminuir la temperatura del interior de las aulas, y además ayudará a disminuir la humedad relativa interior del edificio.

También al tener estos espacios intercalados, nos ayuda a generar más fachadas secundarias a parte de la principal, esto generará un mayor aporte de radiación en invierno. Esto nos ayudará a captar radiación directa pero a parte también radiación reflejada, por lo tanto también generando un microclima con la vegetación mucho más adecuado.

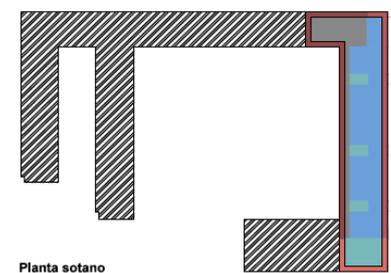
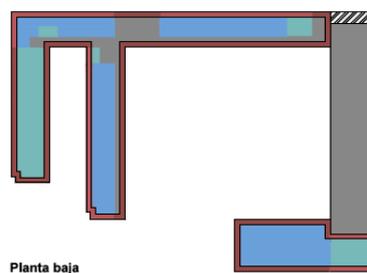
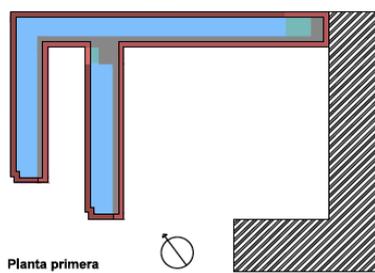
La mayoría de aulas que se encuentran en el núcleo central están orientadas al norte, al igual que en otros proyectos para evitar el tema de asoleamiento. Los espacios que no están en la fachada principal y que por lo tanto no pueden ser orientados al norte, siempre quedan orientados hacia espacios interiores, es decir, en el caso de los módulos laterales hacia el patio interior, para favorecer el efecto que hemos comentado anteriormente.

**Gráficos de transmisión de temperatura**



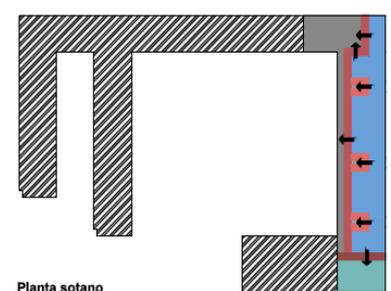
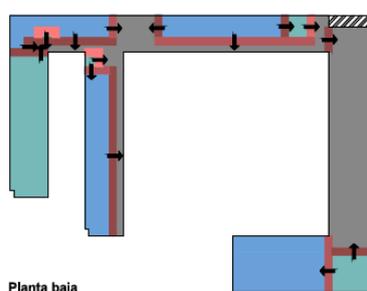
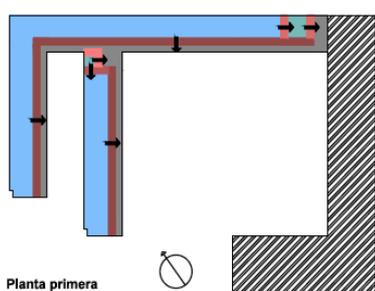
**Carga calorífica total en Kcal/h**

- < 1000 Kcal/h pérdida total
- 1000 kW < 4000 Kcal/h per. total
- 4000 kW < 7000 Kcal/h per. total
- > 7000 Kcal/h pérdida total



**TAE (Transmisión ambiente exterior)**

- < 1000 Kcal/h pérdida exterior
- 1000 Kcal/h < 2000 Kcal/h p. ext.
- 2000 Kcal/h < 3000 Kcal/h p. ext.
- > 3000 Kcal/h pérdida exterior



**TOL (transmisión otros locales)**

- < 1000 Kcal/h pérdida interior
- 1000 Kcal/h < 2000 Kcal/h p. int.
- 2000 Kcal/h < 3000 Kcal/h p. int.
- > 3000 Kcal/h pérdida interior

### **Análisis lumínico**

Al seguir una estrategia permeable tenemos puntos a favor des del punto de vista lumínico; al seguir este tipo de estrategia se crea una mayor cantidad de fachadas secundarias, que la mayoría dan directamente a aulas educativas, o a espacios que se usan para un fin parecido.

Esto también genera más oberturas que deberemos proteger de la entrada de radiación, que sobretodo en verano nos puede perjudicar sino está acondicionado, en cambio en invierno puede provocar también problemas térmicos por posibles pérdidas o puentes térmicos que se puedan producir a lo largo de toda la fachada.

Otro factor que podemos observar es condicionado a la geometría del centro, a parte de tener una geometría que puede favorecer las reflexiones de luz por todo el edificio; el efecto que observamos también es el que se puede ver en la imagen de la página anterior, donde a través de este patio interior también se puede producir dobles reflexiones, aportando así una cantidad de luz mayor, ya que captamos la luz directa que nos entra por el patio, además de la luz reflejada.

A parte de estas aberturas, como en muchos de otros proyectos, encontramos aberturas superiores en los locales acondicionados para instalaciones o que son de un uso secundario, donde estas aberturas no tendrán ningún aspecto lumínico sino únicamente de ventilación para la seguridad de estos espacios.

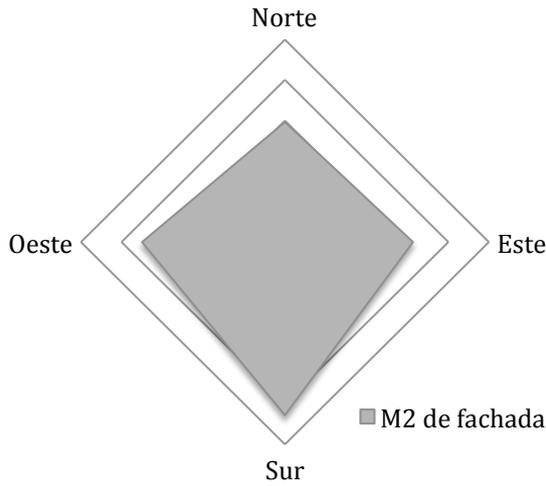
La orientación de las aulas también esta diseñada para captar la mayor cantidad de luz natural posible, suponiendo esto un menor gasto energético; las aulas de la fachada principal como hemos comentado anteriormente están orientadas al norte lo que facilitan problemas de asoleamiento o de reflexión de la luz, esto nos facilita captar la luz solar pero evitar de otra manera una captación directa de la radiación.

Las otras aulas si nos fijamos con atención ninguna es interior, todas captan la luz solar a través ya sea del patio interior que hay entre los dos módulos izquierdos, o ya sea a través del patio que funciona como núcleo central; también mezclando no solo motivos lumínicos sino también térmicos y funcionales.

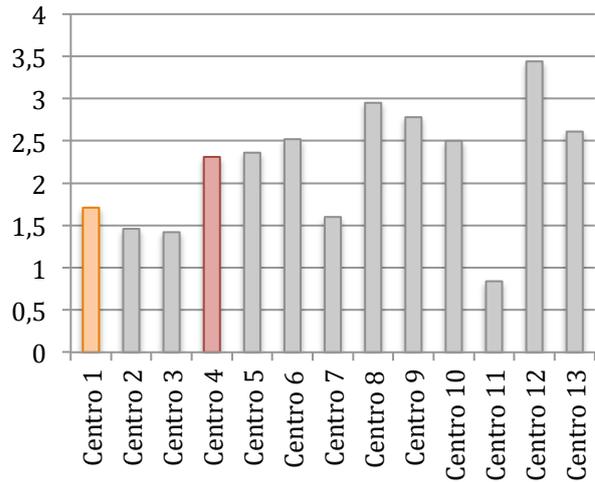
En último lugar cabe analizar el entorno, que también es importante para ver si podemos obtener lumínicamente algún obstáculo; por lo que hace referencia a este proyecto, tenemos edificios de viviendas plurifamiliares, esto dificultará el paso de la luz a ciertas horas del día, pero únicamente en los edificios de gran altura y a horas donde el sol circule más bajo, ya que aún este edificio esta integrado completamente en la trama urbana de la ciudad, hay bastante distancia entre los viales, des del linde de los edificios, hasta el límite del centro que estamos analizando.

Cuando más problemas nos puede generar es en invierno, que el ángulo de incidencia solar es menor, pero en cambio a altas horas del día o en verano no hay ningún tipo de problema por las posibles sombras que se puedan llegar a producir.

**Gráficos referentes a la piel del edificio**

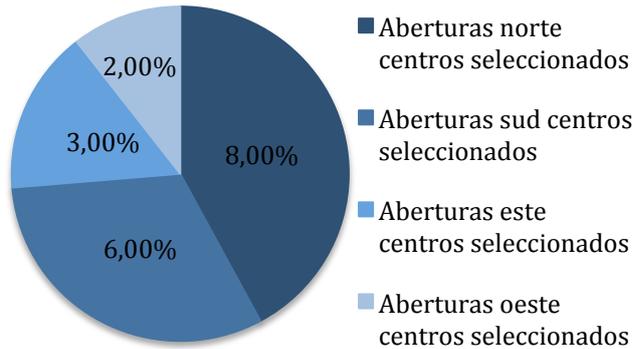
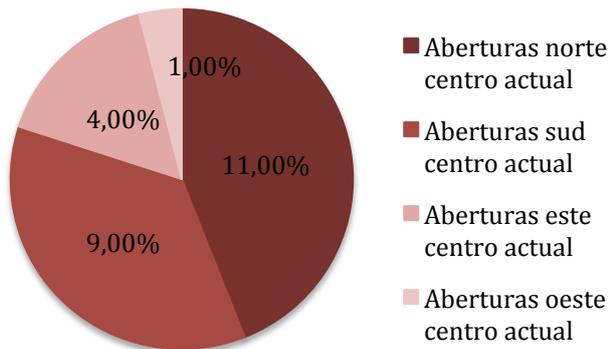
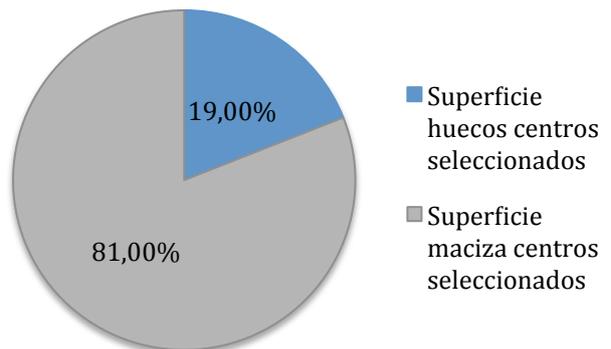
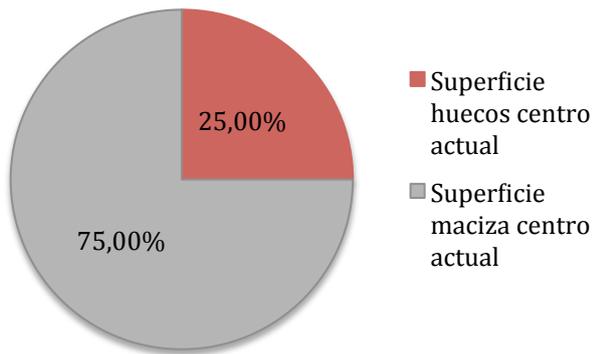


	<b>M<sup>2</sup> por fachada</b>
<b>Norte</b>	296
<b>Sur</b>	428
<b>Este</b>	314
<b>Oeste</b>	350

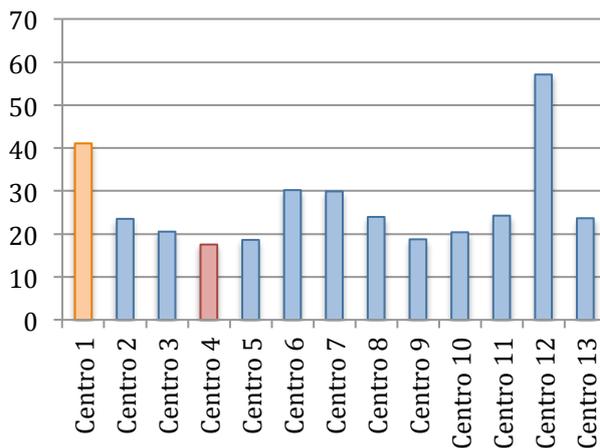


Unidades de capacidad de los centros

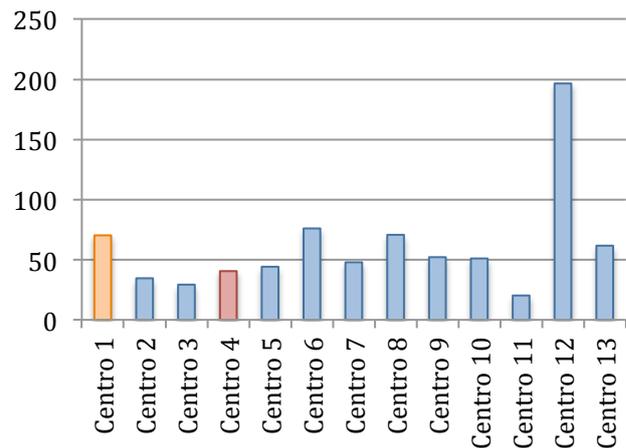
- Datos de centro actual
- Datos de centro con misma matriz de clasificación



**Gráficos referentes a la ocupación del centro**

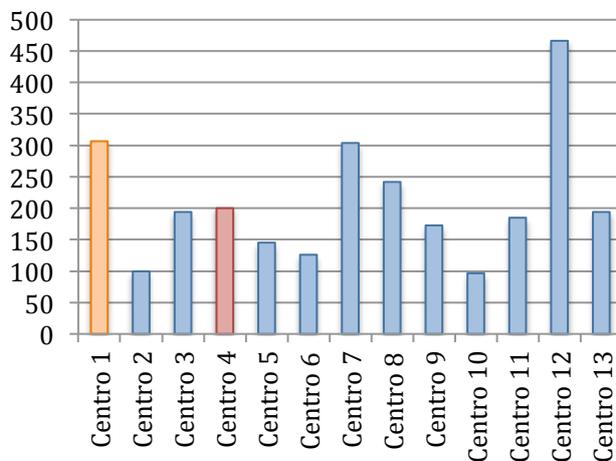


Ratio de ocupación de m3 por persona sin aplicar la compactad (m3/p)

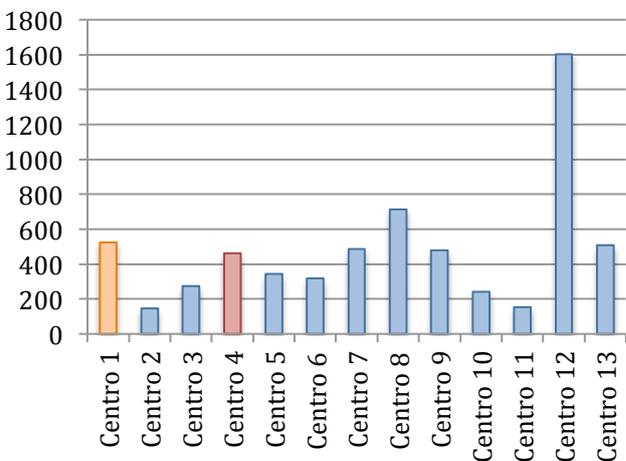


Ratio de ocupación de m3 por persona aplicando la compactad (m3/p)

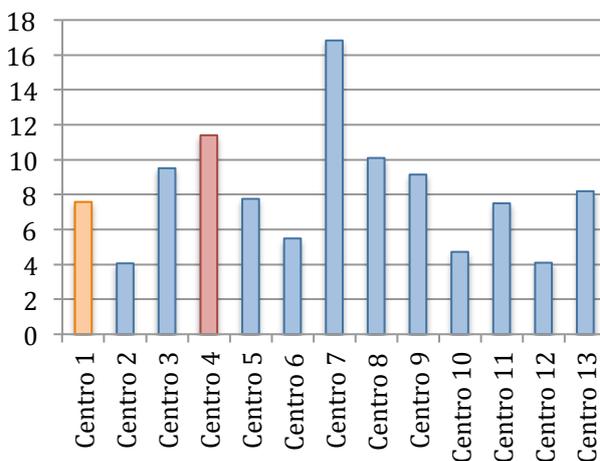
**Gráficos referentes al consumo energético**



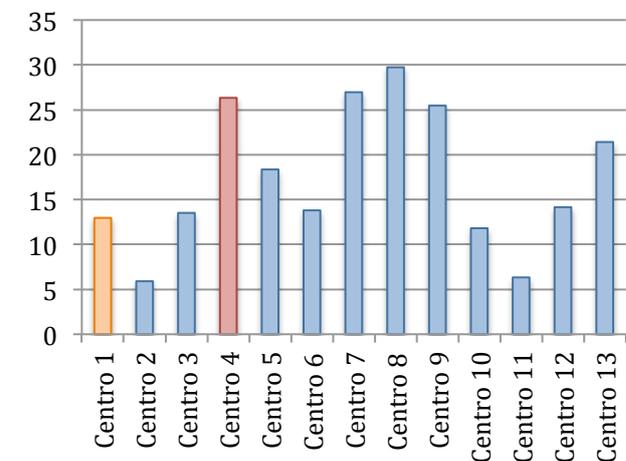
kWh medio anual por persona sin aplicar la compactad (kWh/p)



kWh medio anual por persona aplicando la compactad (kWh/p)



kWh medio anual por m3 útil sin aplicar la compactad (kWh/m3)



kWh medio anual por m3 útil aplicando la compactad (kWh/m3)

■ Datos de centro actual  
 ■ Datos de centro con misma matriz de clasificación

### **Análisis de los resultados**

En primer lugar podemos observar como la ocupación que marca la Generalitat de Cataluña sobre el centro que es de 675 alumnos en el total del centro, la ocupación que hay actualmente es de 480 alumnos; se puede observar como también en este caso la densidad del centro también es bastante elevada respecto a la media general, también se puede observar como en este caso no tenemos datos del personal, aunque tampoco influye en exceso debido a la elevada cantidad de alumnos.

Sin tener otros datos contra mayor sea la densidad del centro, podremos decir que es más eficiente, ya que se están usando las instalaciones de manera más exhaustiva, porque estas están dimensionadas para la capacidad real del centro.

En la distribución de los diferentes volúmenes se puede observar como el índice de porcentaje de circulación ha disminuido respecto de otros proyectos, cosa que extraña ya que el edificio queda repartido en diferentes módulos, y era posible que pudiera aumentar al tener partes más disconexas.

Aun así el volumen de las aulas es bastante elevado, ya que es básicamente el volumen que se prioriza en este edificio, se puede observar como en la mayoría de los volúmenes encontramos aulas, ya sean educativas o de refuerzo; este volumen aumenta de forma clara en la primera planta del centro donde encontramos que prácticamente son todo aulas. También despuntan los despachos y el gimnasio que están situados en la planta baja, pero esto será analizado cuando veamos la zonificación.

En cambio aun haber un gran volumen de espacios servidores respecto a otros proyectos donde es mucho menor, los espacios sirvientes son escasos, por lo tanto puede ser que no exista una relación entre los espacios servidores y los sirvientes, al menos en este caso se comprueba que no hay una relación en que cuando aumente el volumen de espacios servidores, lo hagan los espacios sirviente; y tampoco al menos en este proyecto también que contra más disconexo sea el centro, o siga una estrategia más permeable, aumente el numero de espacios de circulación, o al menos el numero de pasillos del centro.

En primer lugar podemos observar como en la planta sótano los servicios son mínimos, es un volumen que se centra principalmente en los espacios servidores, en este caso en as aulas de infantil, es un espacio únicamente dedicado a esto, como podemos ver tenemos un bajo porcentaje de espacios sirvientes y de circulación y acceso, que son los necesarios a dar servicio a los volúmenes y acceso a las aulas.

Tanto en la planta baja como en la primera también destacan los espacios servidores, a causa del gimnasio, los despachos que se encuentran en la planta baja, y las aulas que fundamentalmente están concentradas en la primera planta que es donde tenemos las de educación primaria.

Una relación clara que podemos ver es que cuando en una planta tenemos mayoritariamente espacios servidores, en este caso las aulas, escasean los espacios sirvientes, aunque parezca una contradicción, pero normalmente estos espacios sirvientes se sitúan en planta baja, como serian el comedor, la cocina o la centralización de las instalaciones; esto es debido que todo y que son espacios que su función es dar servicio o apoyo a los espacios servidores no necesariamente deben estar en la misma planta, y se agrupan por cuestiones funcionales y térmicas.

Justamente en este centro que encontramos una mayor densidad de alumnos por  $m^3$  es donde el gasto energético es mucho mayor que en otros centros, aunque esto aun no sea una afirmación que se pueda realizar claramente, si que podemos decir que en este centro el gasto es mucho mayor que en otros con volúmenes parecidos, aunque la morfología de este es completamente distinta.

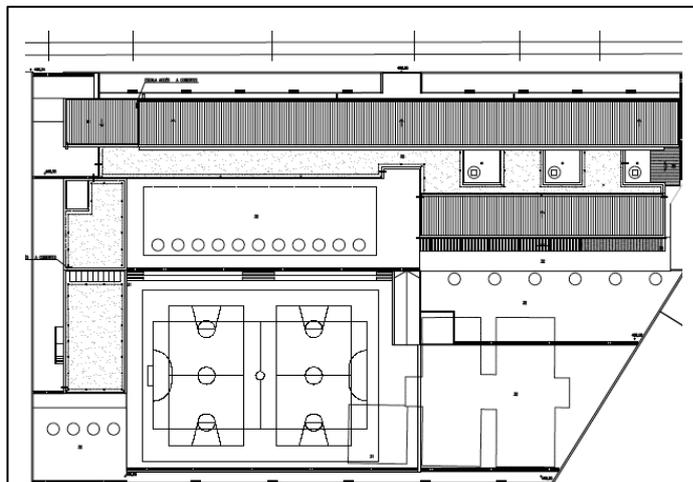
Esto también puede ser debido a que la proporción de huecos en el edificio es de un 25,35% (923,58  $m^2$  de huecos respecto a 3643,0  $m^2$  de fachadas) viendo así como la mayor proporción de huecos o de la porosidad de los edificios, se produce cuando siguen una estrategia más permeable, esto es debido a que aumentan en el número de fachadas secundarias cuando hay un mayor número de volúmenes, es decir, cuando las estrategias que se siguen son mucho menos conservativas, dando lugar a más ventanas y a más accesos.

Se puede observar como a parte que los consumos se disparan en las estrategias menos conservativas, también los gráficos de consumo anual son más dispares y no siguen un consumo lineal como en otros centros; además en este caso se puede observar como aumenta considerablemente los ratios, pese a tener más densidad de alumnos el consumo medio anual también es mayor.

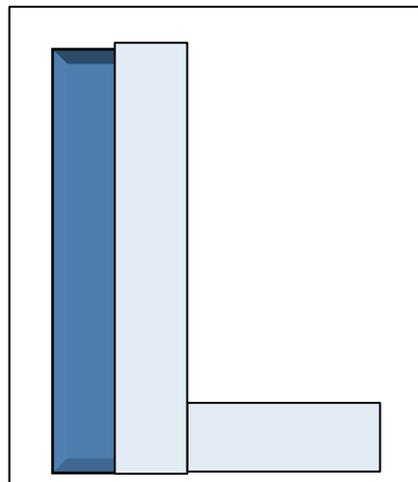
La orientación en este caso pese a tener diferentes módulos y seguir una estrategia menos conservativa, podemos ver como se encuentra bastante repartida la superficie de todas las fachadas, no como en otros proyectos que destacaban algunas orientaciones sobre otras, pese a que hay una cierta tendencia hacia el oeste, por lo que a superficie respecta.

## 12.5-Ficha nº5 (CEIP Quatre vents)

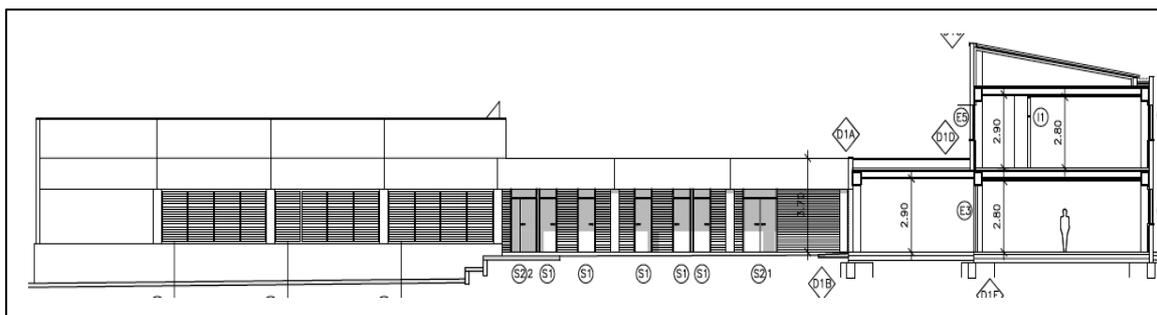
<b>Nombre del centro</b>	CEIP Bellpuig – Zer els Munts
<b>Año de licitación</b>	2004
<b>Año de finalización de las obras</b>	2006
<b>Localización</b>	Sant julià de Vilatorça
<b>Zona climática e índice de radiación</b>	D1-II
<b>Formación del centro</b>	Infantil y primaria ( 2 líneas)
<b>Orientación del edificio</b>	Norte-Este



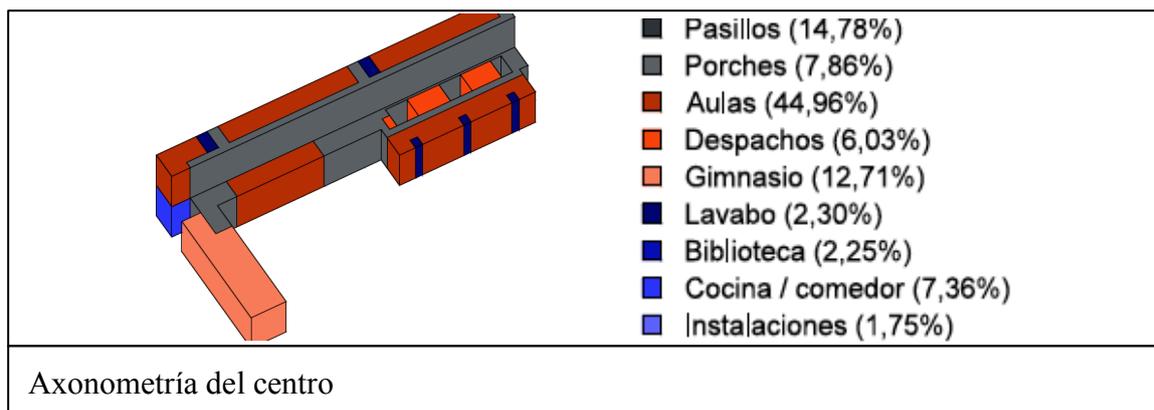
Planta general del centro



Matriz de clasificación 1501



Sección del centro



Axonometría del centro

## **Descripción funcional**

En primer lugar analizaremos el entorno del edificio; por la forma la orientación y la situación el solar, y la relación con la calle de acceso al edificio se plantea como un cuerpo longitudinal situado paralelamente en el lado norte de la parcela. Esta situación facilita el acceso permitiendo una buena orientación de las diferentes partes del edificio, y deja un espacio libre para el espacio de juego en el lado sud del edificio, que esta soleado, cosa importante en un clima con nieblas frecuentes.

De otra banda, la situación perpendicular del gimnasio, establece una cierta protección entre a pista de juegos i el paisaje abierto existente en el lado oeste de la parcela; esto también facilita una barrera visual de generar un espacio interior como es el patio, separándolo del espacio exterior o de la calle.

En su conjunto la situación respectiva de las diferentes partes del programa, proporciona un carácter diferenciado de las partes de la parcela, cosa que se ve favorecida por la forma lineal del modulo principal del edificio.

El edificio consta de una planta baja donde se sitúa el área infantil, y todos los elementos comunes, y una planta superior que se añade a la parte de primaria, en el lado más cercano a la calle de acceso. El conjunto de vestidores y sala grande, constituyen otro volumen perpendicular con el principal, pero a la vez relacionado con este a través de un porche.

El acceso principal se produce necesariamente des de la calle, situado en el lado norte del solar, y es des de este punto donde el vestíbulo se distribuye hacia todas las circulaciones que acceden a las diferentes partes del edificio. En dirección oeste se accede a la secretaria, la biblioteca (que también cuenta con acceso directo des del exterior), las tutorías y las aulas de grupos reducidos, llegando finalmente al comedor y al porche.

Des del vestíbulo y en dirección oeste se puede acceder directamente a la planta superior, donde esta la ampa y las aulas de primaria. Siguiendo recto hacia el sud des de a entrada se puede salir directamente al patio o bien se puede ir a la zona de infantil; en esta zona las salas comunes dan al patio, con un uso exclusivo para la zona de infantil. Por lo que hace referencia a los espacios exteriores, la pista se encuentra situada entre la zona infantil y el gimnasio, quedando encarada con este ultimo; y las aulas infantiles se orientan en dirección del asoleamiento quedando delante un espacio libre de juego.

En el espacio posterior al gimnasio encontramos un pequeño huerto y el porche que además de cumplir su función de espacio cubierto, adquiere la función de un espacio articulador entre la salida del comedor, la escalera que se comunica con la parte superior, y la entrada de servicio que sirve como abastecimiento de la cocina para acceder al gimnasio fuera del horario escolar.

La ubicación del gimnasio y de todo el conjunto se ha establecido de manera que sea posible la construcción total del edificio sin necesidad de retirar los módulos provisionales que existían en la actualidad en la zona donde se propone la pista; de esta manera es posible coordinar el traslado del material y el mobiliario existente hacia el nuevo edificio.

## Análisis funcional

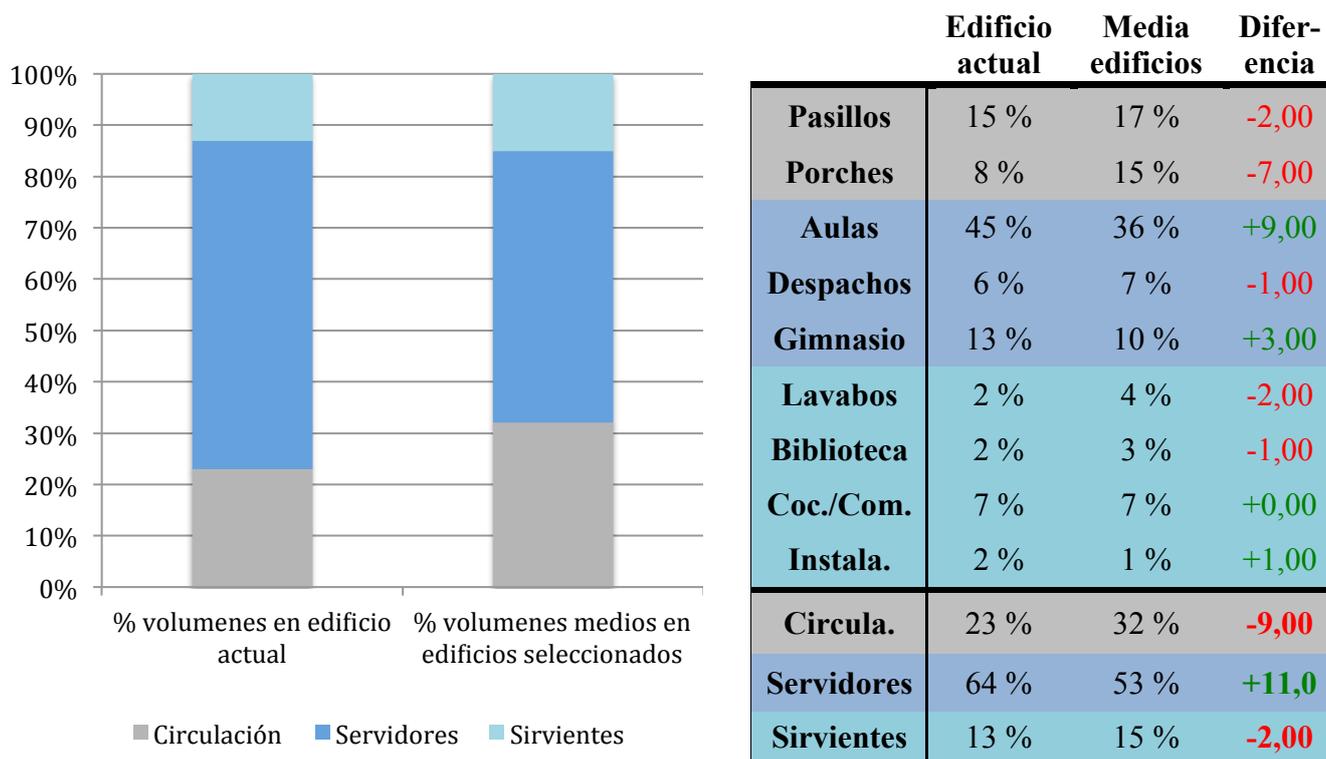
El centro analizado se basa sobretudo en el volumen de aulas, donde la mitad de la planta baja y la totalidad de la planta primera esta ocupadas por ellas, podemos ver un claro eje divisor des de la zona de entrada, a la izquierda encontramos todos esos servicios comunes de la escuela o espacios sirvientes.

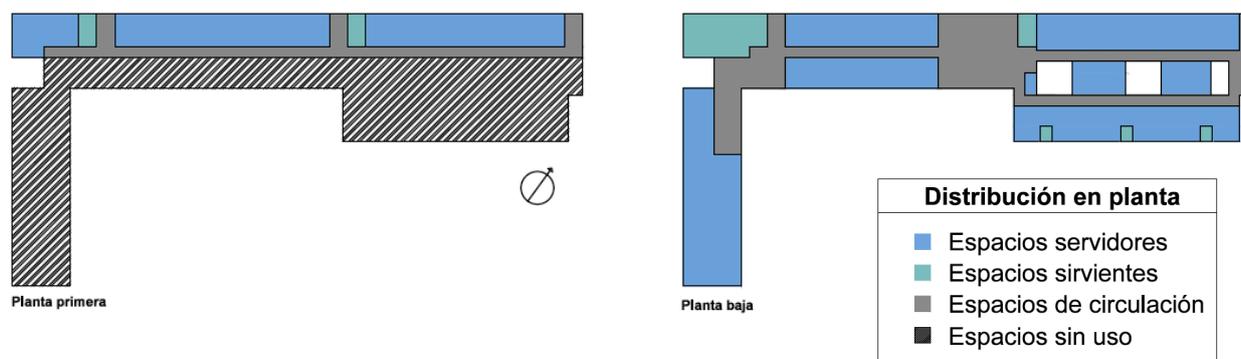
A parte de la zona administrativa que se encuentra justo en la entrada; en la zona derecha a este eje encontramos toda la zona de las aulas de infantil como un acceso a la planta piso donde están las aulas de primaria, facilitando así el acceso de manera rápida; aun así también encontramos otro acceso a la planta piso des de la zona de servicios comunes.

De nuevo el volumen del gimnasio queda de alguna manera excluido de la totalidad del centro, siendo a menudo como una parte independiente, a la cual se le puede dar un uso, todo y que no significa que se haga, fuera del horario escolar, mejorando así el rendimiento y la eficiencia de este espacio. Este aislamiento del volumen se produce también debido a que se coloca un porche en medio des de la zona de espacios comunes.

Todo y que los patios intermedios tienen beneficios térmicos para nuestro edificio, funcionalmente no son tan positivos, ya que impiden la agrupación de los diferentes espacios, y también esto incurre en que se han de crear mayores circulaciones para dar accesos a todo estos espacios, donde en medio encontramos también espacios que tienen un menor uso de forma continua, sino que son salas supletorias.

## Gráficos referentes al interior del edificio





Repartición del % del volumen en las distintas plantas del centro

	Circulación	Servidores	Sirvientes
m <sup>3</sup> PB	1303 m <sup>3</sup>	3338 m <sup>3</sup>	1058 m <sup>3</sup>
% m <sup>3</sup> PB	16 %	41 %	13 %
m <sup>3</sup> P1	488 m <sup>3</sup>	1792 m <sup>3</sup>	82 m <sup>3</sup>
% m <sup>3</sup> P1	7 %	22 %	1 %

### Análisis térmico

Como es importante en todos los proyectos que hemos estado observando, la agrupación de los espacios con un uso parecido o una carga térmica parecida, es lo más importante para tener una inercia térmica, y una eficiencia de los espacios mejorada. En primer lugar como en la mayoría de proyectos también se sitúan las clases de primaria en la planta baja, facilitando los accesos a los niños tanto al patio como desde el exterior, y en la planta primera las aulas de infantil.

Como se puede observar quedan todas agrupadas una al lado de a otra, pero de vez en cuando podemos encontrar algún espacio intermedio que no se asemeja a la misma carga térmica, como por ejemplo los lavabos, pero esto es debido más a aspectos funcionales del centro que térmicos, donde a veces priorizan los aspectos funcionales para mejorar los accesos al centro o la comodidad, que los aspectos térmicos.

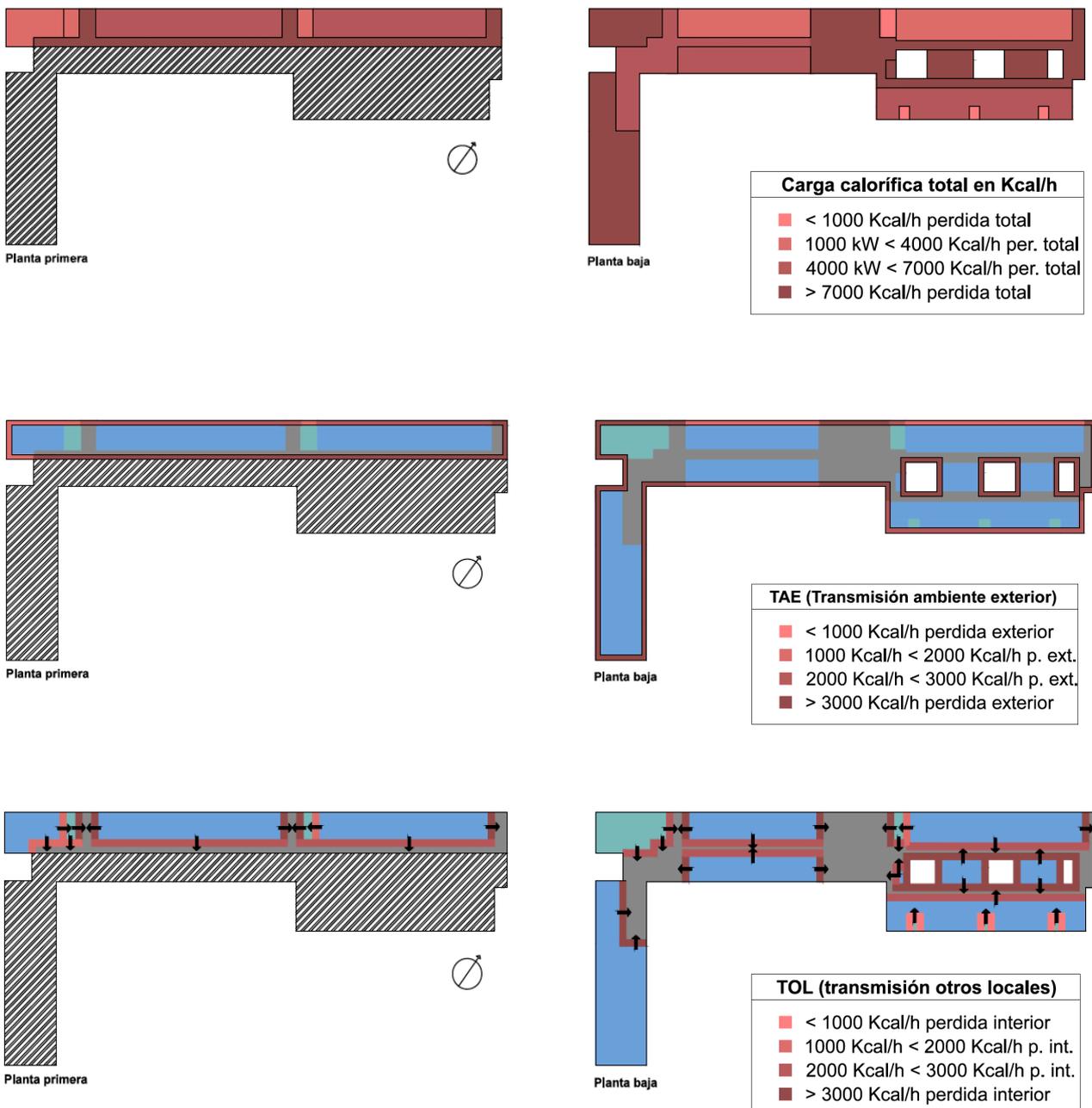
Este centro es un claro ejemplo de estrategia más conservativa, a diferencia de otros centros que hemos observado, donde tenían diferentes módulos anexos a uno principal, en este caso partimos de un módulo principal donde se encuentran la mayoría de servicios del centro, y un único módulo anexo, que sería el del gimnasio, el cual térmicamente no es un espacio que tenga tanta importancia como los demás, debido a que este tiene menos densidad de circulación que otros espacios, como por ejemplo serían las aulas, que tienen un uso de manera continua.

Aun así todo y seguir una estrategia conservativa según su geometría, se puede observar en planta baja que encontramos tres patios interiores; los cuales no se cree que tengan una función lumínica ya que de ser así se encontrarían anexos a las aulas para enriquecer el nivel lumínico interior de estas, por eso creemos que tiene a parte de funciones para las instalaciones, además funciones térmicas, ya que estos patios ayudan a crear una ventilación cruzada mayor por toda la planta baja, lo que facilitaría que en verano podamos crear mayores corrientes, disminuyendo así tanto la temperatura interior como la humedad relativa.

También al tener estos espacios interiores que están intercalados entre otros, nos ayuda a generar más fachadas secundarias a parte de la principal, esto generara un mayor aporte de radiación en invierno. Esto nos ayudara a captar radiación directa pero a parte también radiación reflejada, por lo tanto también generando un microclima con la vegetación mucho más adecuado.

También es importante destacar la orientación de los espacios ya que esta será importante para los temas de captación de la radiación; y es en este caso donde otra vez podemos observar como la mayoría de aulas se encuentran orientadas al norte, es aquí donde podemos captar la mayor cantidad de asoleamiento, y además radiación que no es de forma directa, pero de la cual nos podemos proteger de estas a partir de protecciones pasivas en verano.

### Gráficos de transmisión de temperatura



### **Análisis lumínico**

El edificio queda en el linde de la trama urbana, esto hace que la fachada principal que da al núcleo urbano encontremos una mayor cantidad de aperturas, tanto en la planta baja como en la primera planta, a parte de también las aperturas de los accesos como serían las puertas, encontramos más aperturas para las ventanas.

De otra banda en las fachadas secundarias que dan al patio de juegos, en este caso encontramos que las fachadas son más opacas o menos permeables, sobretodo en la parte donde no hay aulas, habiendo así un menor numero de ventanas, y únicamente encontraremos aperturas para los diferentes accesos al patio, o al interior del centro.

Y también en las partes altas de los espacios, sobretodos los destinados a instalaciones o espacios sirvientes, como serían los lavabos o las cocinas, que aseguran una iluminación suficiente del espacio, pero al necesitar tanta cantidad de iluminación sobretodo en las zonas de trabajo, no se puede aprovechar mucho la luz natural, ya que seguro hay necesidad de luz artificial.

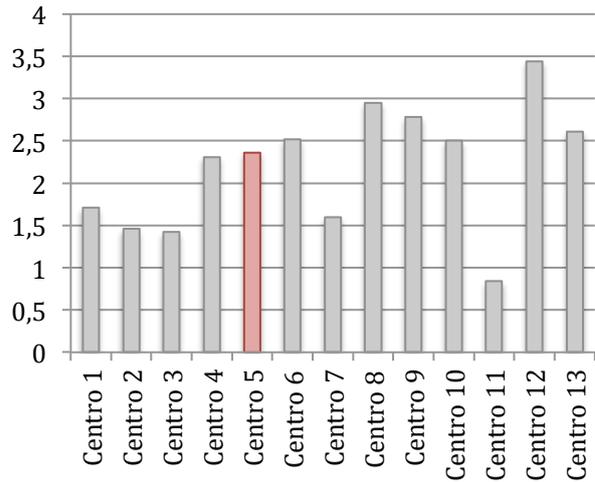
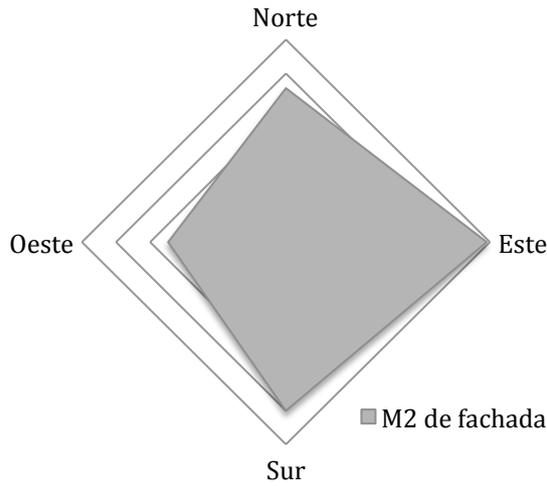
La forma que tiene el edificio también es importante para los efectos lumínicos que se produzcan en el interior, al ser alargada esto ayudara a la reflexión de la luz interior, y a su posible conducción por los elementos conductores como serían los pasillos; aun así este efecto no se produce en grandes espacios, por eso también contamos con espacios intermedios de luz en los pasillos, a través de los pequeños patios interiores que encontramos, o por ejemplo grandes ventanales en los extremos de los pasillos, para captar el mayor numero de luz.

Uno de los elementos más destacados en los proyectos por lo que al análisis lumínico se refiere, son los elementos de control que hay por el edificio. En primer lugar podemos encontrar las protecciones pasivas en las aperturas de las fachadas, que están presentes sobretodo en las zonas donde necesitamos un control lumínico, como por ejemplo serían las aulas, donde a parte de tener esta función que hemos comentado, también pueden servir de anti robo; estas lamas son modulares y nos ayudan a controlar la entrada de luz natural según las necesidades que haya en el momento, para intentar evitar una dependencia de la luz artificial.

También encontramos otro elemento bastante repetido a la largo de diferentes proyectos, como sería el del porche; el cual en este proyecto se encuentra bastante presente, sobretodo en las zonas de acceso directo al edificio, y en algunas partes del patio interior; este elemento nos ayudara a protegernos de la entrada de radiación directa al edificio sobretodo en verano donde el sol circula con mayor altura, en cambio en invierno cuando el sol circula con menor altura, podremos captar alguna radiación solar, pero en ambos casos podremos captar luz natural hacia el interior del edificio.

Si nos fijamos en el entorno del edificio, es en la fachada principal donde podemos tener algún efecto de sombra por parte de los edificios colindantes que son viviendas plurifamiliares; es por eso que las aulas necesitan una mayor aportación de luz natural, y se sitúan hacia el norte para captar un mayor nivel de asoleamiento.

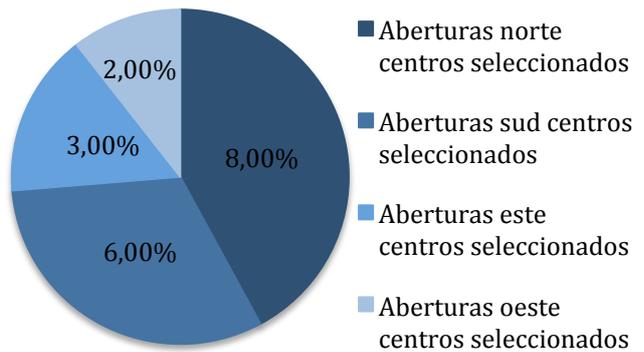
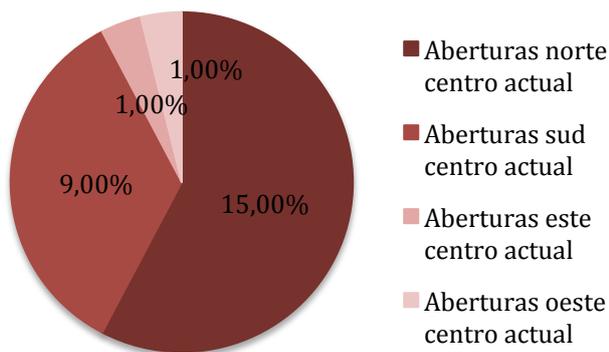
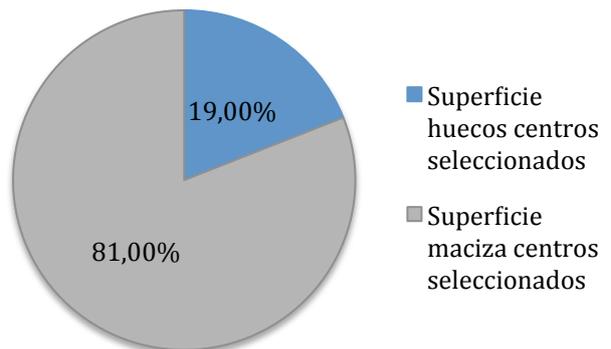
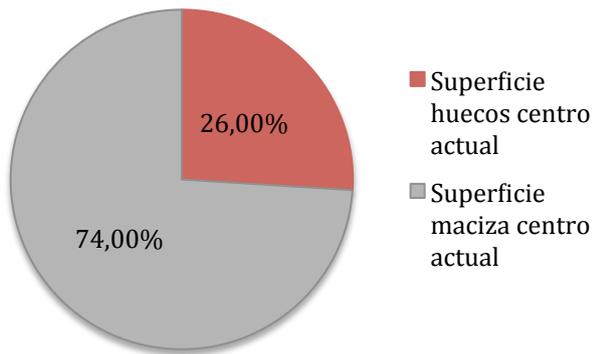
**Gráficos referentes a la piel del edificio**



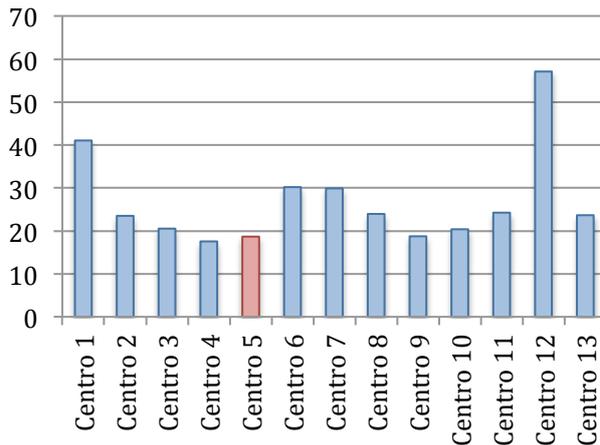
Unidades de capacidad de los centros

	M <sup>2</sup> por fachada
Norte	456
Sur	501
Este	591
Oeste	346

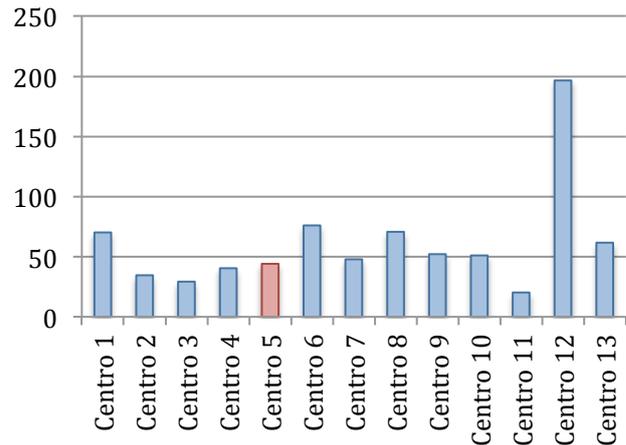
- Datos de centro actual
- Datos de centro con misma matriz de clasificación



**Gráficos referentes a la ocupación del centro**

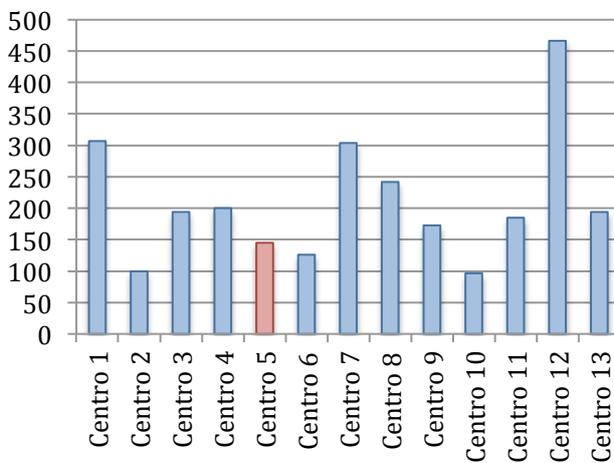


Ratio de ocupación de m3 por persona sin aplicar la compacidad (m3/p)

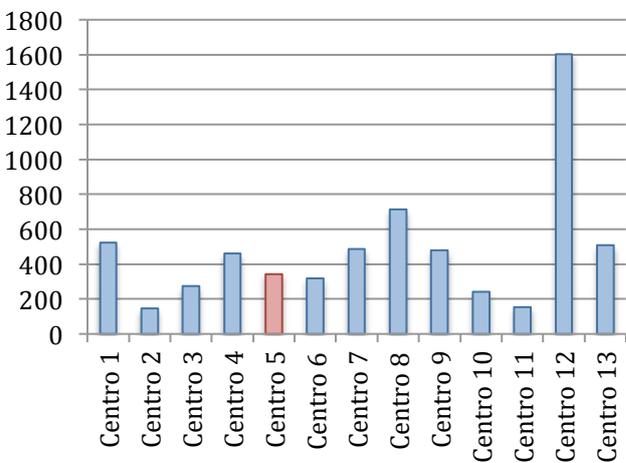


Ratio de ocupación de m3 por persona aplicando la compacidad (m3/p)

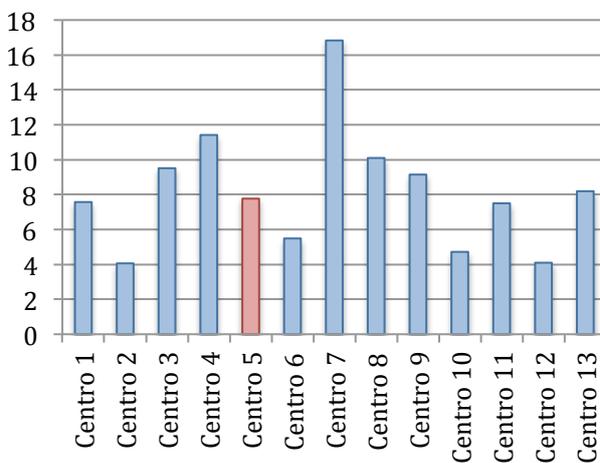
**Gráficos referentes al consumo energético**



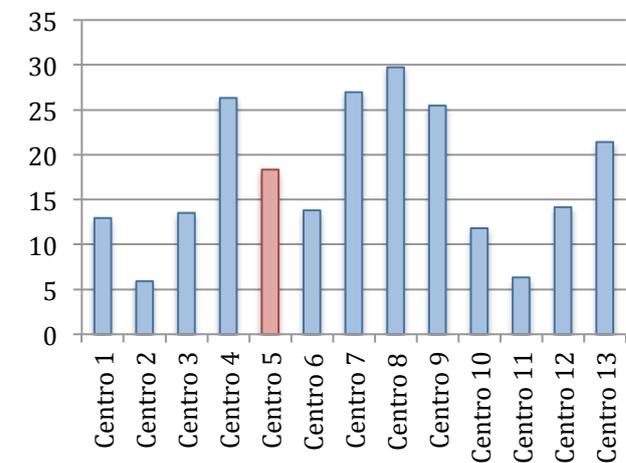
kWh medio anual por persona sin aplicar la compacidad (kWh/p)



kWh medio anual por persona aplicando la compacidad (kWh/p)



kWh medio anual por m3 útil sin aplicar la compacidad (kWh/m3)



kWh medio anual por m3 útil aplicando la compacidad (kWh/m3)

■ Datos de centro actual  
 ■ Datos de centro con misma matriz de clasificación

### **Análisis de los resultados**

En primer lugar podemos observar como la ocupación que marca la Generalitat de Cataluña sobre el centro que es de 450 alumnos en el total del centro, la ocupación que hay actualmente es de 415 alumnos y una cantidad de 21 empleados; se puede observar que de todos los centros que hemos analizado hasta ahora es e que tiene la densidad más elevada, prácticamente cumple con creces la ocupación que marca la Generalitat para los centros de estas condiciones.

Esto hace que la eficiencia sea mucho mayor, ya que la utilización por m<sup>2</sup> aumenta, y esto hace que todos los servicios que se han proyectado para el centro, y las instalaciones dimensionadas para la ocupación total, tengan mucho más uso que si lo usaran un numero menor de alumnos que el que hay en la actualidad.

Por lo que hace referencia al segundo grafico donde observamos la distribución de los diferentes volúmenes a lo largo de todo el centro, se puede observar como los espacios de circulación son mucho menores que en otros casos, esto es debido a que también estamos siguiendo una estrategia de forma mucho más conservativa que no de otras estrategias más permeables, por eso necesitamos menos espacios de conexión ya que no tenemos espacios disconexos, o diferentes módulos que debemos unir a través de estos elementos de circulación.

Por lo que a los espacios servidores respecta, podemos ver como el volumen de las aulas es mucho más grande que en otros proyectos, siendo estas en cada uno de los proyectos la columna vertebral de todos los volúmenes, en este destaca por encima de muchos otros. Son estas aulas las que suponen prácticamente la mitad del volumen de toda la escuela, y junto al gimnasio y la zona administrativa supone alrededor del 75% de todo el volumen del centro.

Todo y tener este gran aumento de los espacios servidores, una vez más como en el proyecto anterior, encontramos como los espacios sirvientes, no suponen a penas un 15% de todo el volumen del centro, esto es debido, a que se centra básicamente en los espacios servidos, y es debido al volumen de la cocina y el comedor, que se compone este porcentaje de volumen, pero todo lo demás son servicios básicos como lavabos, o espacios de instalaciones, los cuales son imprescindibles en cualquier proyecto, aunque este ultimo no supondrán casi nunca más de un 2% del volumen total.

Como se puede ver la mayoría de servicios se encuentran en la plata baja, pero no solo por el volumen de las plantas, donde la planta baja tiene un volumen mayor claramente, que la primera planta, sino debido a que la mayoría de servicios se encuentran en la planta baja por temas de funcionalidad, ya que es donde es más fácil acceder, como por ejemplo para los niños de infantil, o para el control de entradas y salidas por parte de la zona administrativa del colegio.

Por lo tanto en la primera planta, únicamente encontramos aulas de primaria y es para prácticamente lo único que ha sido dedicado este espacio, como se puede observar a penas encontramos ningún espacio más, a parte de las circulaciones que dan acceso a estos otros espacios y los servicios mínimos como serian los lavabos.

Al contrario que en el caso anterior, donde encontrábamos que al tener mayor densidad de alumnos por  $m^3$  aumentaba el consumo de las instalaciones, en este caso no se cumple la regla. Ya que como se puede la densidad o la ocupación del centro es prácticamente del 90% pero aun así no tenemos un consumo que se desmarque mucho de la media en relación con los centros estudiados.

Además podemos ver como al haber una estrategia más compacta del centro el consumo también es bastante lineal como en otros edificio con la misma estrategia, pese a que en verano hay una disminución de este consumo, se puede observar que como a lo largo del año se mantiene bastante estable, a diferencia del proyecto anterior donde este consumo era mucho más irregular.

El consumo también puede estar relacionado con la proporción de huecos en el edificio es de un 26,40% (911,35  $m^2$  de huecos respecto a 3452,05  $m^2$  de fachadas) viendo así como la mayor proporción de huecos o de la porosidad de los edificios, se produce cuando siguen una estrategia más permeable, esto es debido a que aumentan en el numero de fachadas secundarias cuando hay un mayor numero de volúmenes, es decir, cuando las estrategias que se siguen son mucho más conservativas, se da lugar a menos ventanas y a más accesos.

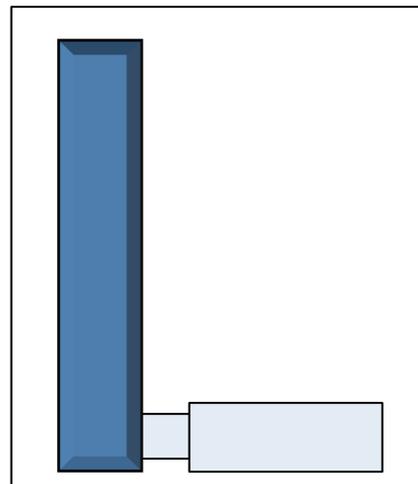
La orientación es también un factor importante a tener en cuenta por lo que a consumo energético se refiere, en este caso, al igual que el anterior la orientación de todas las fachadas se encuentra bastante equilibrada, aunque con una cierta tendencia hacia el este; en este caso es más normal que en el anterior, debido a que se sigue una estrategia más conservativa, por lo tanto suelen tener una forma más compacta, lo que facilita este equilibrio entre todas las partes del edificio.

## 12.6-Ficha nº6 (CEIP La serreta)

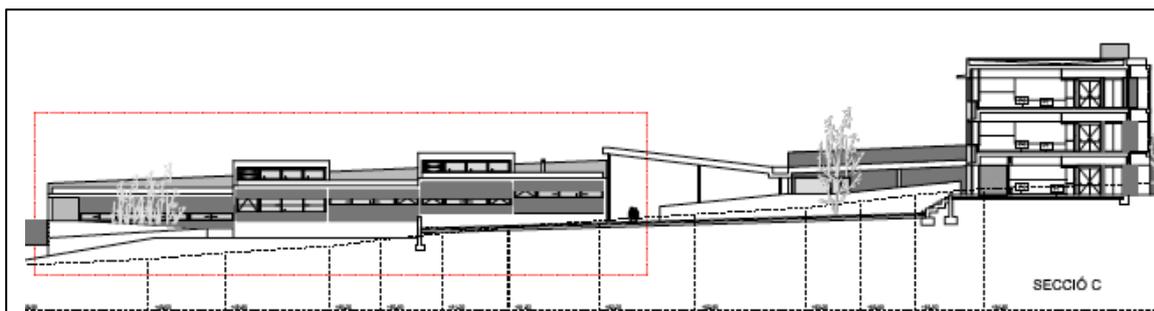
<b>Nombre del centro</b>	CEIP Bellpuig – Zer els Munts
<b>Año de licitación</b>	2004
<b>Año de finalización de las obras</b>	2006
<b>Localización</b>	Sant julià de Vilatorta
<b>Zona climática e índice de radiación</b>	D1-II
<b>Formación del centro</b>	Infantil y primaria ( 2 líneas)
<b>Orientación del edificio</b>	Norte-Este



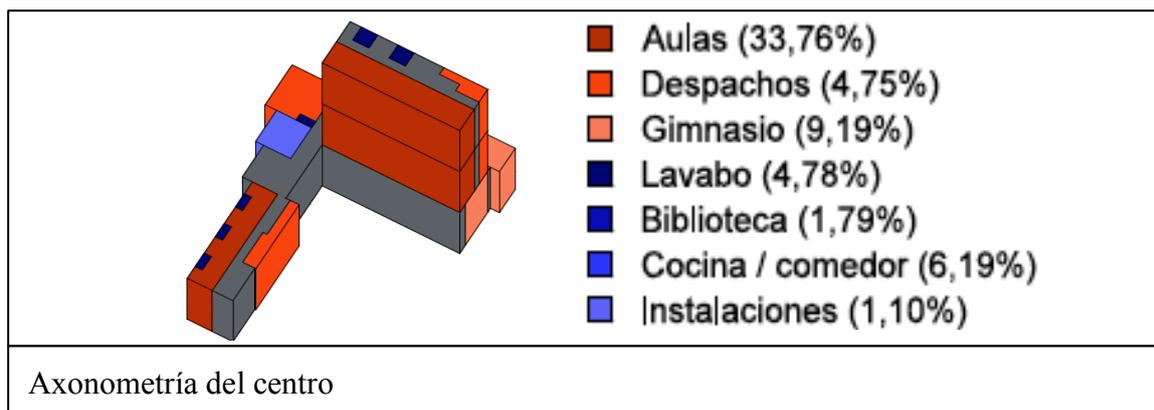
Planta general del centro



Matriz de clasificación 1502



Sección del centro



Axonometría del centro

## **Descripción funcional**

El solar en el cual se inscribe el proyecto, tiene una forma irregular y está situado en una zona por donde se está expandiendo el municipio de Alella; el cual se encuentra delimitado por una banda por dos calles por el norte y el sur, y por otra banda hace medianera con una escuela.

Uno de los aspectos que más se destaca en este proyecto es la pendiente que adquiere el solar, la cual es aproximadamente de un 10%, y es en esta pendiente la cual se desarrolla el proyecto y entorno a esta; por eso el centro queda construido en diferentes pabellones que quedan unidos a través de diferentes porches, de manera que la adaptación sea lo más fácil posible, y la comunicación entre los diferentes volúmenes.

El acceso principal al centro se produce por la calle Núria que está encarado a la rotonda, en un punto intermedio del solar, y este se realiza a través de un gran porche que permite dejar a una banda la parte de la escuela destinada a la zona infantil, y la otra zona destinada a la parte de primaria.

El volumen más importante del centro, tiene tres plantas de altura, y está formado por las aulas de primaria, que está colocado en la parte superior del solar, paralelo a la pendiente y próximo al linde de la escuela que hay adjunta al centro analizado.

Su orientación es este-oeste, de manera que deja las aulas orientadas hacia levante, y los espacios de servicios, como las escaleras, las aulas auxiliares y otros, orientadas hacia poniente.

La parte del centro destinada a la zona infantil se coloca en el lado del acceso principal y paralelo a la calle Núria, para que estas queden orientadas hacia el norte; este es un pabellón de una única planta de altura que se escalona para poder adaptarse a la pendiente actual en la que está incorporada el centro.

Siguiendo la alineación del aula infantil y al otro lado el acceso, hay un pabellón o un módulo, destinado al comedor y la cocina, que se encuentra a un nivel ligeramente más elevado, el cual aloja dependencias relativas a la administración del centro y el profesorado, que tienen acceso desde el vestíbulo principal del centro.

El módulo del gimnasio se coloca de forma paralela a la zona de aulas de primaria, por detrás del mismo, aprovechando la amplitud que produce el retranqueo del linde posterior, que divide con el centro escolar anexo. Y es esta distribución perimetral de la edificación, que permite liberar un gran espacio central donde se colocan las pistas deportivas, también paralelas a la pendiente del terreno, delante de las aulas de primaria y enfrentadas al acceso principal del centro.

Por debajo de las pistas, encontramos el espacio exterior de los juegos de primaria que siguen aproximadamente la pendiente natural que sigue el terreno.

Para salvar estos desniveles del terreno, y que las pistas deportivas generen, de una banda se salva con la construcción de unas gradas, que enlazan con el porche de delante de las aulas de primaria, y de otra banda una rampa que baja hasta la resta del espacio libre que se deja como terreno natural.

También hay prevista una segunda entrada por la calle de la Vinya, para la utilización esporádica en días que el centro no este abierto, y es este acceso el que permite llegar al porche situado por debajo del edificio de primaria, y por donde se puede acceder al gimnasio y a los vestuarios.

### **Análisis funcional**

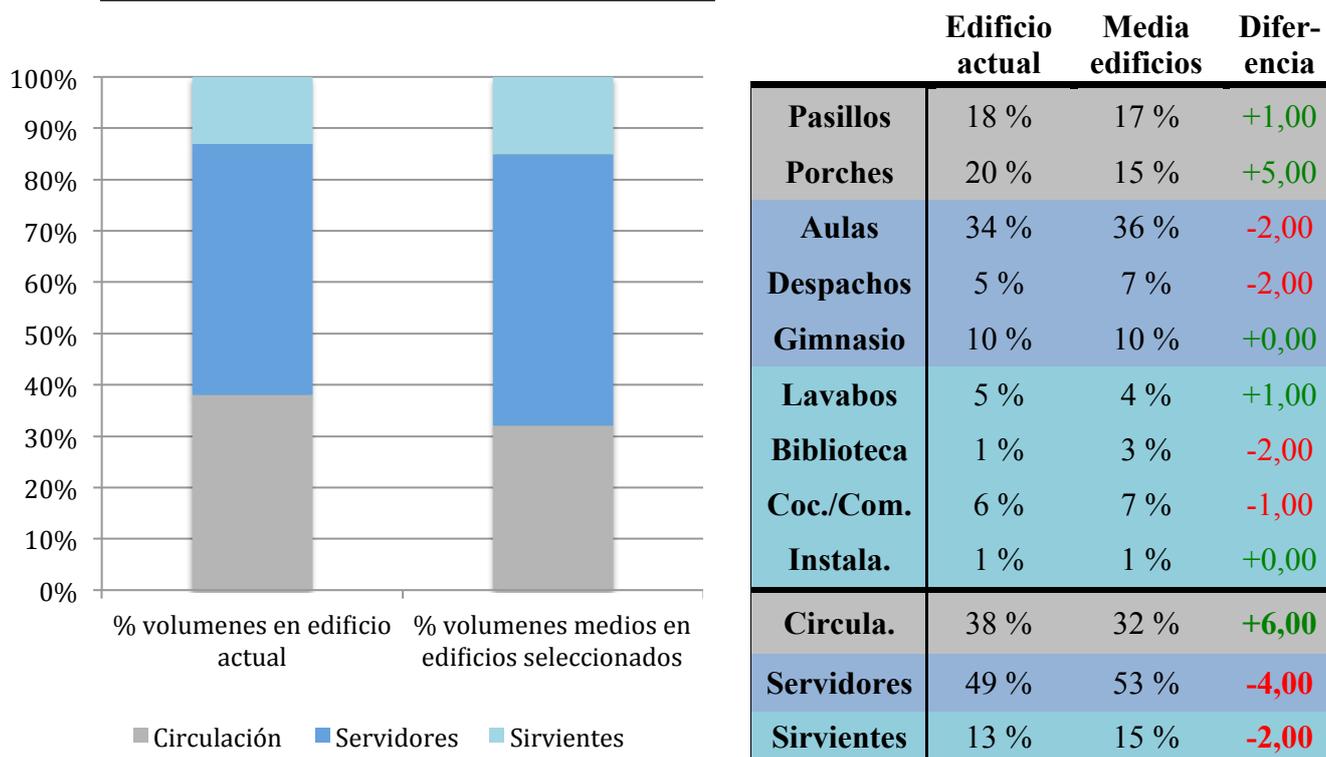
En este proyecto sucede al contrario que sucedía en muchos otros, anteriormente veíamos que los servicios comunes eran los que quedaban relativamente aislados del común del centro, como sucedía con el gimnasio.

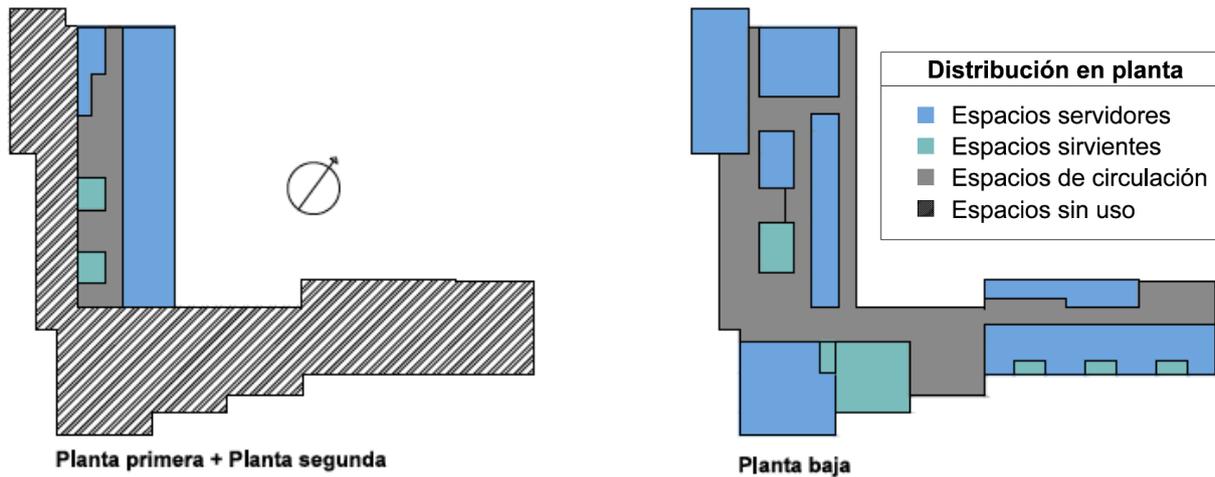
En este caso en planta baja las que quedan más al margen de todo el centro son las aulas de infantil, pero por temas puramente funcionales, ya que se quiere asegurar un acceso directo al patio de infantil, y por lo tanto se debe situar el centro en esa zona, también por como lo permite la topografía propia del terreno en el que esta la escuela.

Tampoco en este caso, encontramos un espacio principal que articule un único volumen hacia los demás, si que es verdad que encontramos una entrada principal, pero también de otros secundarios que son utilizados para el acceso a cada uno de los servicios, aun así es importante que si lo permite haya un espacio común que puede servir como punto de comunicación con todo el volumen del centro.

Aun así el planta piso encontramos un esquema que se repite en muchos centros que tienen más de una planta baja, que las aulas de primaria quedan situadas en este piso, relativamente desaprovechando el volumen constructivo que tenemos, ya que este espacio podría ser trasladado en planta baja en casa que lo permitiera el terreno, teniendo así menos volumen construido, lo que hará al centro más eficiente.

### **Gráficos referentes al interior del edificio**





Repartición del % del volumen en las distintas plantas del centro

	Circulación	Servidores	Sirvientes
m <sup>3</sup> PB	3304 m <sup>3</sup>	2848 m <sup>3</sup>	1367 m <sup>3</sup>
% m <sup>3</sup> PB	29 %	25 %	12 %
m <sup>3</sup> P1	570 m <sup>3</sup>	1253 m <sup>3</sup>	114 m <sup>3</sup>
% m <sup>3</sup> P1	5 %	11 %	1 %
m <sup>3</sup> P2	570 m <sup>3</sup>	1253 m <sup>2</sup>	114 m <sup>3</sup>
% m <sup>3</sup> P2	5 %	11 %	1 %

### Análisis térmico

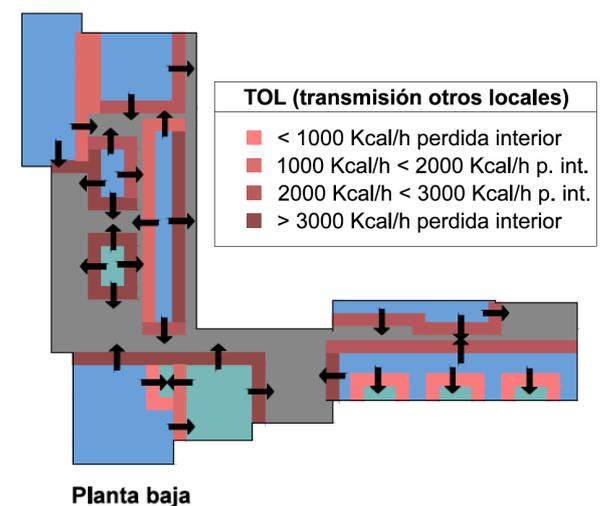
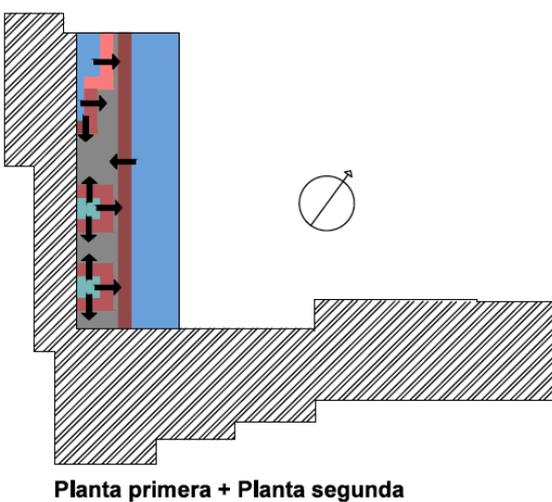
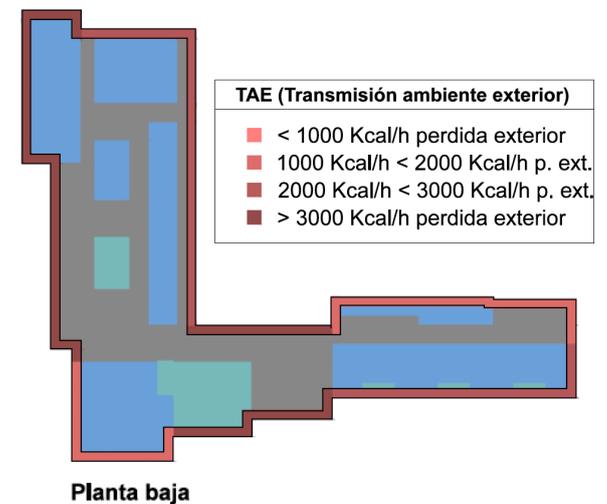
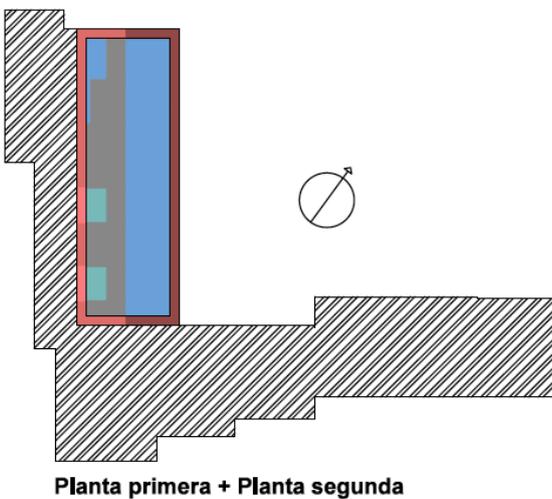
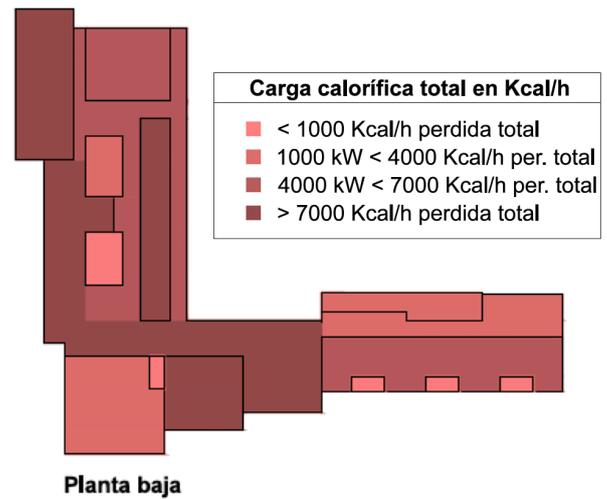
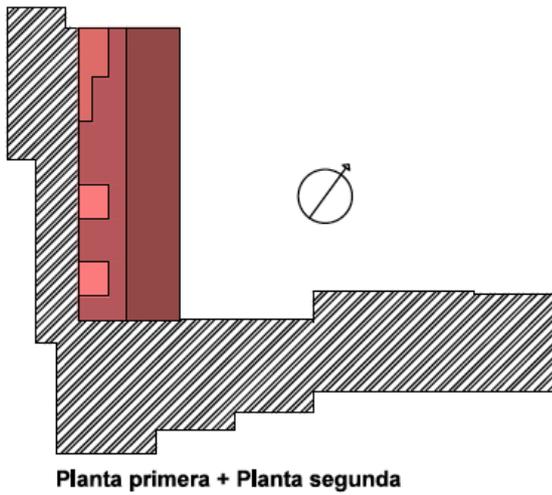
Una vez más se repite el mismo esquema de agrupación tal y como hemos podido observar en proyectos anteriores, además en este caso al tener más de una planta en este centro, encontramos un esquema que se repite en todas las plantas, es decir, que se sigue la misma estrategia a lo largo de todo el centro, tanto longitudinalmente como en altura. Esto mejorará la transmisión térmica entre los espacios de la misma condición, pero ya no solo en este caso con espacios anexos a los laterales de los espacios, sino que también encontraremos la misma transmisión verticalmente, ya que las aulas se encuentran justamente una encima de la otra, o por ejemplo también los espacios de circulación.

Como se comenta las aulas de primaria quedan distribuidas en la primera y en la segunda planta, y en cambio las aulas de infantil en la planta baja del centro, facilitando el acceso al patio, y también garantizando unas condiciones óptimas.

A diferencia del caso anterior que la distribución no permitía agrupar todos los espacios de forma longitudinal, en este caso es diferente, todas las aulas quedan situadas una al lado de la otra facilitando que podamos acumular la misma carga térmica en una zona del centro.

Después se sitúa un espacio intermedio como sería el pasillo, y después zonas de servicios como serían los lavabos o zonas de instalación, por lo tanto generando así una degradación térmica de derecha a izquierda, de espacios que son de más uso se encuentran en la fachada más irradiada del centro, y por lo contrario los espacios menos usados se encuentran en la fachada más fría o que tiene una menor captación de la radiación solar directa.

**Gráficos de transmisión de temperatura**



## **Análisis lumínico**

El edificio se encuentra dentro de la trama urbana, pero en una zona que se encuentra en expansión constante; la fachada principal que es la que se encuentra más cercana a la trama urbana, y por donde encontramos el acceso principal, es por donde encontramos menor número de aberturas; siendo esta fachada, la más fría o la que tiene menos radiación, y es donde están los espacios con menos uso, por eso tenemos menos necesidad de captación de la radiación o de necesidad de iluminación del espacio interior.

En esta fachada es donde encontramos ventanas sobretodo en las partes altas, debido a que son espacios dedicados a instalaciones o espacios sirvientes, como por ejemplo serían lavabos o cocinas, donde debemos asegurar un buen nivel de ventilación por motivos de seguridad, pero no tenemos una necesidad de captación de la luz natural, ya que debido a la gran intensidad lumínica que necesitaremos, la luz natural no será suficiente en los espacios que implican un trabajo intenso.

Por otra banda las fachadas secundarias que son las que dan al interior del patio, son las más permeables al exterior, ya que es por donde encontramos todas las aulas, es aquí donde tenemos más necesidad de captación de luz solar, o de radiación para calentar los espacios. A diferencia de la fachada principal, en esta secundaria que da al patio de juegos, tenemos una necesidad de captación de luz natural ya que las aulas tienen esta necesidad, para disminuir el consumo de luz artificial en el interior, y hacer el edificio más eficiente, minorando este consumo.

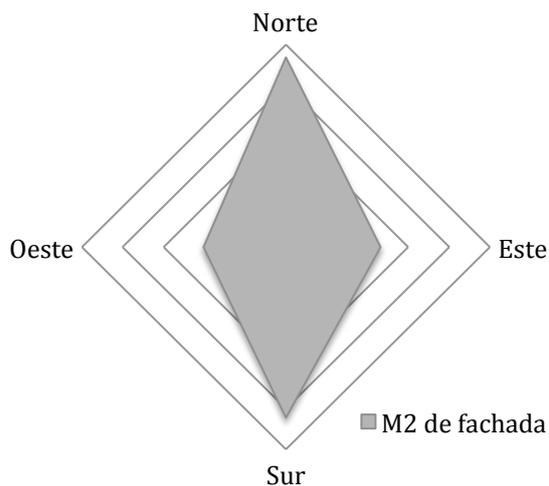
También es en estas fachadas donde habrá un mayor número de accesos que comunican el interior del edificio con el patio exterior, y sobretodo donde hay más aulas que están comunicadas al patio, que son las aulas de infantil, por eso la necesidad de tener un mayor número de accesos, que por ejemplo en la fachada principal.

La geometría que tiene el edificio, también es importante para ayudar a conducir la luz por el interior del edificio, como otros edificios este tiene una forma alargada, lo cual ayuda a la reflexión interior de la luz, por los espacios de circulación como serían los pasillos. Cuando estos pasillos no se encuentran en el interior del edificio, sino que tienen conexión con el exterior, contamos con espacios intermedios de luz, a partir de ventanales que la gran mayoría de veces suelen ser verticales, lo cual ayuda a captar un mayor ángulo de luz solar, durante más horas del día.

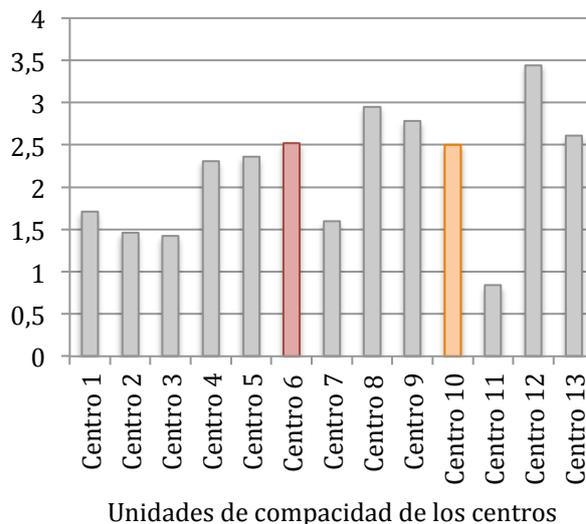
También cabe destacar el análisis de las aberturas, donde en estas encontramos elementos de control pasivo, para el control de la entrada de luz solar o de la radiación de este, donde están presentes sobretodo en las fachadas que dan al patio, siendo en estas donde encontramos el mayor número de aberturas.

Pero no son los únicos elementos que tenemos para el control de la radiación, sino que al seguir una estrategia más permeable, con diferentes módulos que quedan conectados entre ellos, es cuando surgen los porches, ya no solo como elementos de conexión funcional para los diferentes módulos, sino como elemento que nos ayuda a controlar la entrada de radiación, y además creando espacios intermedios tanto de luz como térmicos.

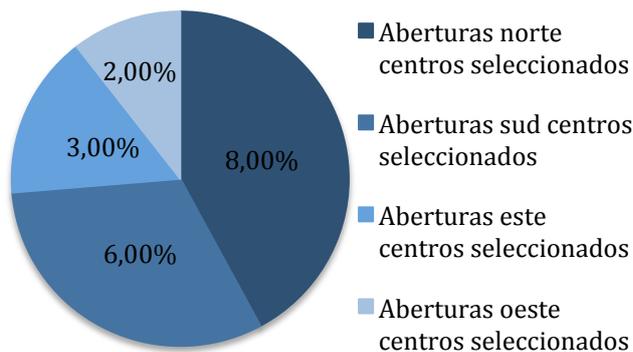
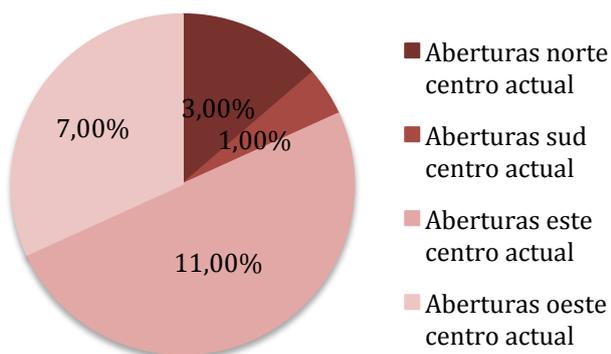
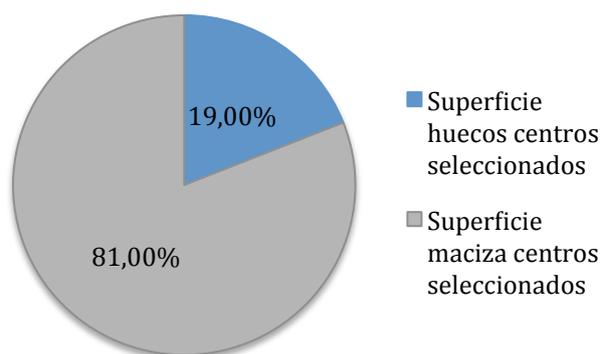
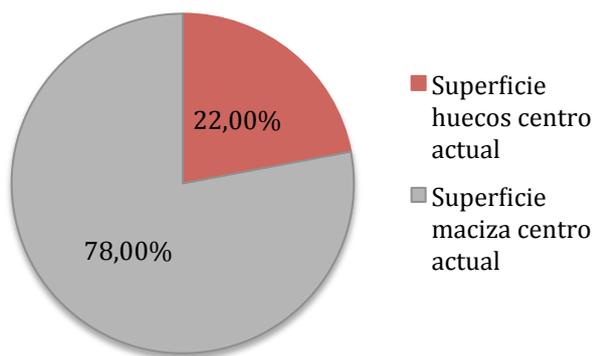
**Gráficos referentes a la piel del edificio**



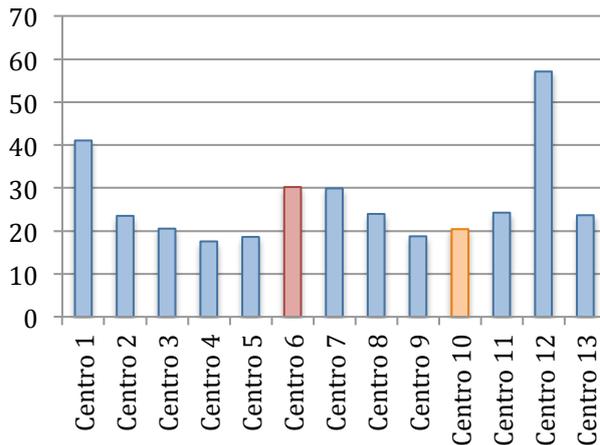
	<b>M<sup>2</sup> por fachada</b>
<b>Norte</b>	468
<b>Sur</b>	422
<b>Este</b>	2312
<b>Oeste</b>	202



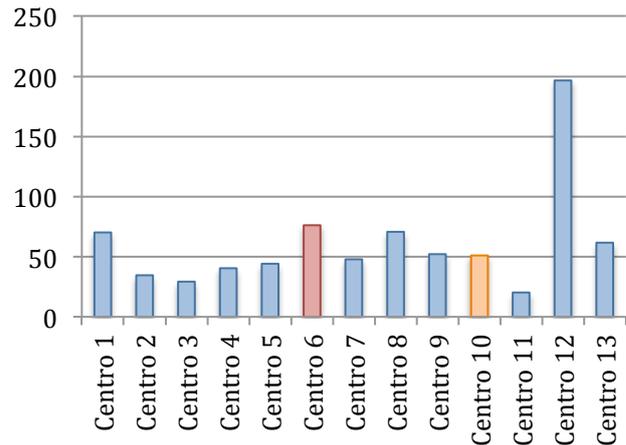
■ Datos de centro actual  
 ■ Datos de centro con misma matriz de clasificación



**Gráficos referentes a la ocupación del centro**

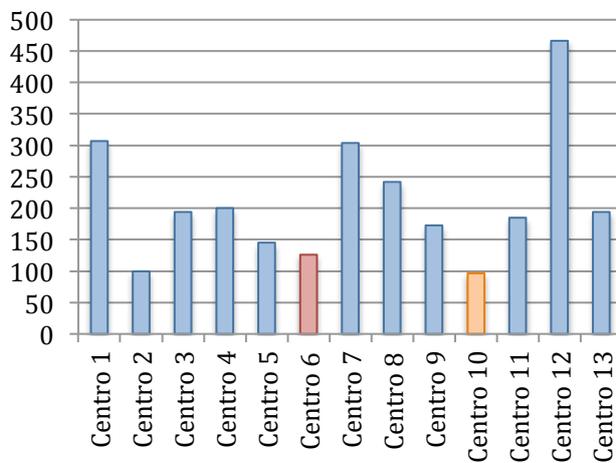


Ratio de ocupación de m3 por persona sin aplicar la compacidad (m3/p)

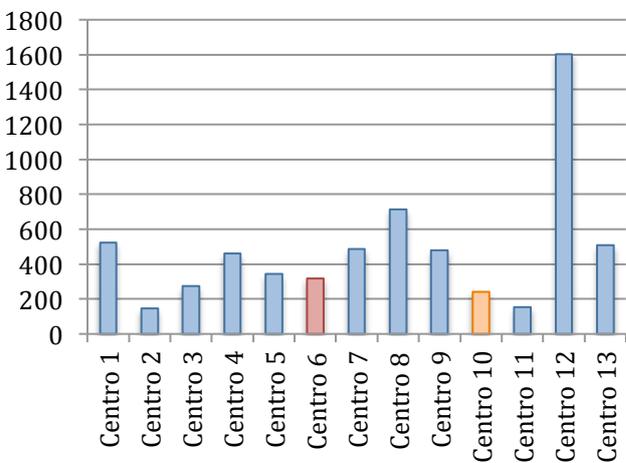


Ratio de ocupación de m3 por persona aplicando la compacidad (m3/p)

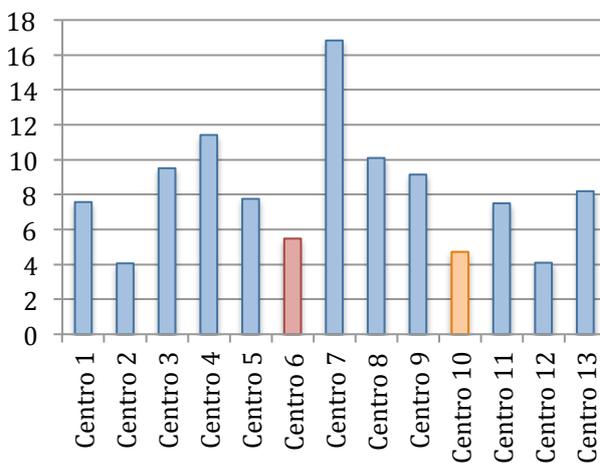
**Gráficos referentes al consumo energético**



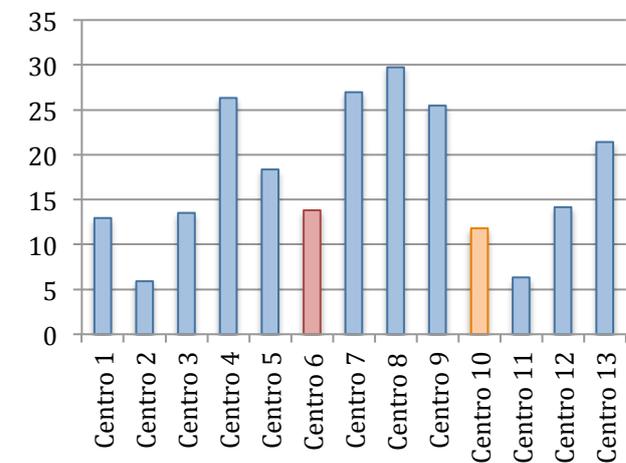
kWh medio anual por persona sin aplicar la compacidad (kWh/p)



kWh medio anual por persona aplicando la compacidad (kWh/p)



kWh medio anual por m3 útil sin aplicar la compacidad (kWh/m3)



kWh medio anual por m3 útil aplicando la compacidad (kWh/m3)

■ Datos de centro actual  
 ■ Datos de centro con misma matriz de clasificación

### **Análisis de los resultados**

En primer lugar podemos observar como la ocupación que marca la Generalitat de Cataluña sobre el centro que es de 450 alumnos en el total del centro, la ocupación que hay actualmente es de 331 alumnos y una cantidad de 46 empleados; en este caso la densidad del centro se encuentra dentro de la media de otros centros, y además en este caso la capacidad que marca la Generalitat del centro, es menor que la capacidad real que tiene el centro, por lo tanto podemos ver como en cierta manera esta en desuso.

Esta falta de alumnos hace el centro menos eficiente, ya que el consumo por persona aumenta por falta de alumnos, por lo tanto la repercusión energética es mayor cuando la densidad del centro disminuye, donde esta densidad se compara con la que establece el organismo en función.

En cuanto a la distribución de volúmenes, se puede observar de forma clara como aumentan los espacios de circulación, ya no solo los pasillos porque este edificio tiene más plantas y necesitaremos más espacios que los conecten, sino también porque la estrategia que se sigue en el centro, es mucho más permeable, lo que le hace a este la necesidad de la creación de espacios que conecten los diferentes módulos que se han generado.

En este caso estos espacios que se han generado para la conexión de los volúmenes son los porches, que además ayudan a crear un ambiente continuo, generando sombra tanto dentro del edificio como por si mismos, es por este motivo por el cual encontramos un volumen de porches mucho mayor que en otros proyectos, ya que se ha seguido dicha estrategia.

Por lo que respecta a los espacios servidores, una vez más el mayor volumen que se genera es el de las aulas, aunque en este centro a diferencia de otros no es la columna vertebral del centro, es decir, por mucho que sea el mayor volumen no es el que más se destaca. Esto es debido al aumento de los espacios que hemos comentado con anterioridad, aun así junto con el gimnasio y la zona administrativa o despachos, suponen prácticamente la mitad del volumen total del centro.

Y por último encontramos los espacios sirvientes, estos una vez más suponen menos de un 15% total del centro, por lo tanto podemos ver que todo y ser imprescindibles, por mucho que crezca el volumen de espacios servidores o aumente el volumen total del centro, no necesitaremos un gran porcentaje de estos para abastecer a todo el volumen general. Son también la cocina y el comedor los volúmenes que vuelven a destacar debido a que son los que más capacidad de gente necesitan debido a su función la cual esta predestinada.

Como se puede ver la mayoría de servicios se encuentran en la planta baja, pero no solo por el volumen de las plantas, donde la planta baja tiene un volumen mayor claramente, que la primera planta, sino debido a que la mayoría de servicios se encuentran en la planta baja por temas de funcionalidad, ya que es donde es más fácil acceder, como por ejemplo para los niños de infantil, o para el control de entradas y salidas por parte de la zona administrativa del colegio.

También cabe destacar que tanto la primera planta como la segunda, tienen el mismo porcentaje de volumen construido, ya que son dos plantas iguales que cuentan con los mismos servicios, aun así tienen un volumen claramente inferior a los demás.

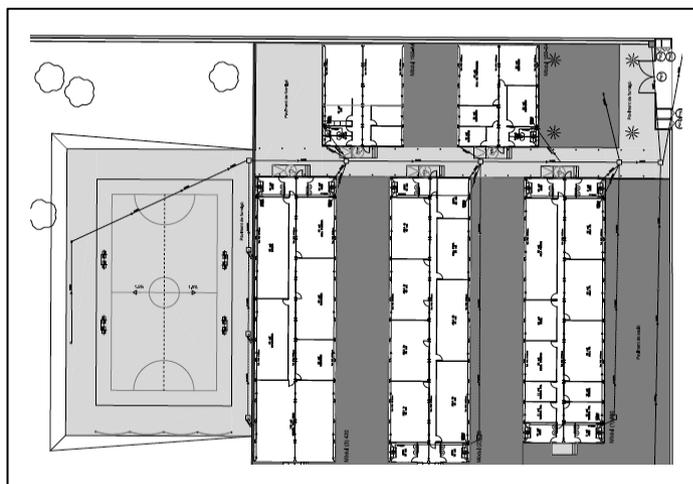
Como en el caso anterior, se puede que la densidad o la ocupación del centro es elevada, pero aun así no tenemos un consumo que se desmarque mucho de la media en relación con los centros estudiados. Y se puede observar como al seguir una estrategia más permeable del centro el consumo también sufre más desvíos, y no es tan constante como encontramos en estrategias que son mucho más conservativas, en cuanto a la geometría edificada.

El consumo también puede estar relacionado con la proporción de huecos en el edificio es de un 22,26% (1006,35 m<sup>2</sup> de huecos respecto a 4521,56 m<sup>2</sup> de fachadas) viendo así como la mayor proporción de huecos o de la porosidad de los edificios, se produce cuando siguen una estrategia más permeable, esto es debido a que aumentan en el número de fachadas secundarias cuando hay un mayor número de volúmenes, es decir, cuando las estrategias que se siguen son mucho más conservativas, se da lugar a menos ventanas y a más accesos.

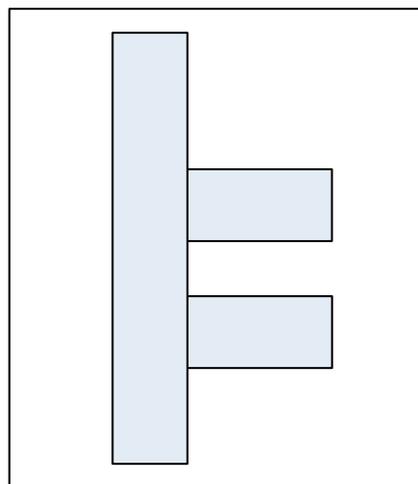
La orientación es también un factor importante a tener en cuenta por lo que a consumo energético se refiere, en este caso, la igualdad entre las diferentes fachadas no se produce de la misma manera que en otros proyectos, en este caso destacan por encima de otras fachadas el norte y el sur.

## 12.7-Ficha nº7 (CEIP Antoni Gaudí)

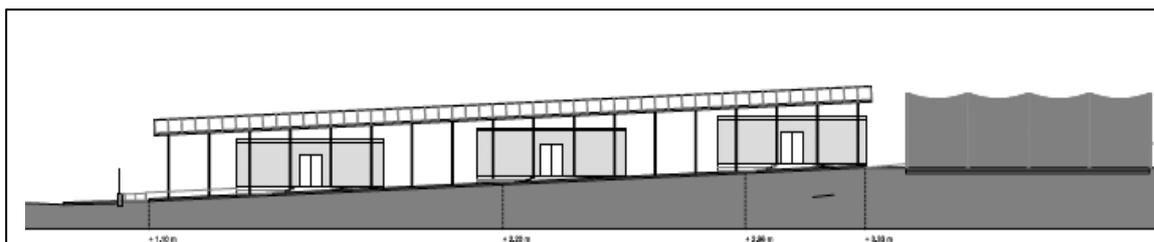
<b>Nombre del centro</b>	CEIP Bellpuig – Zer els Munts
<b>Año de licitación</b>	2004
<b>Año de finalización de las obras</b>	2006
<b>Localización</b>	Sant julià de Vilatorça
<b>Zona climática e índice de radiación</b>	D1-II
<b>Formación del centro</b>	Infantil y primaria ( 2 líneas)
<b>Orientación del edificio</b>	Norte-Este



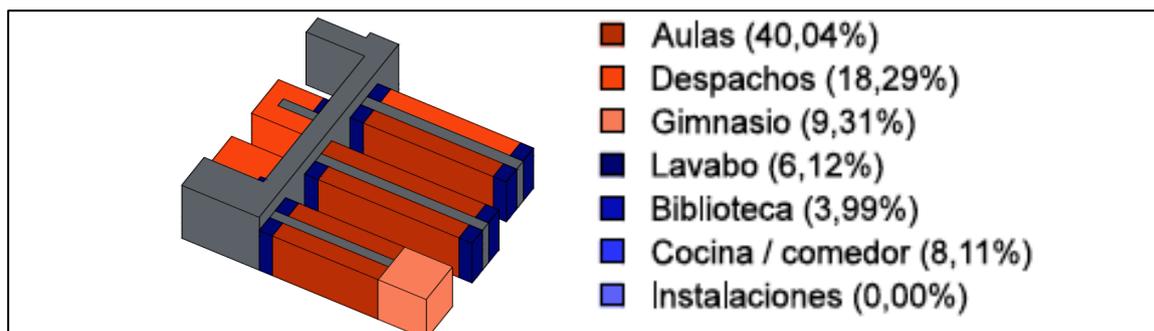
Planta general del centro



Matriz de clasificación 1202



Sección del centro



Axonometría del centro

## **Descripción funcional**

El edificio se compone de cinco módulos prefabricados de las siguientes superficies, dos módulos de 150 m<sup>2</sup>, un módulo de 390 m<sup>2</sup> y dos más de 420 m<sup>2</sup>. Estos contienen espacios para poder impartir con normalidad las clases, un espacio dedicado a la administración, y uno de estos módulos dedicado al comedor escolar.

Estos se distribuyen a lo largo del solar de forma que tenemos la administración como primer elemento que se encuentra desde el acceso principal de la calle; en frente de esta encontramos el módulo de las aulas de infantil y primaria. Posteriormente encontramos el módulo del comedor que se encuentra detrás de la administración, y finalmente la pista deportiva en la parte más alta del solar.

La forma de relacionar los diferentes módulos entre ellos es a partir de un porche formado por pilares metálicos y una cubierta de chapa grecada, que protegerá el paso entre los diferentes volúmenes de las inclemencias meteorológicas.

Como criterios funcionales encontramos que las aulas se han dispuesto con orientación norte-sud, y estos módulos irán alternados para evitar tener accesos encarados. El acceso al conjunto se realizara por la calle Jordi Rubió i Balaguer.

Estos módulos como hemos comentado antes son prefabricados, lo que facilita su construcción in-situ y sobretodo la velocidad de montaje; donde esta edificación intenta adaptarse al máximo posible al terreno, para dar a todo el conjunto una imagen uniforme.

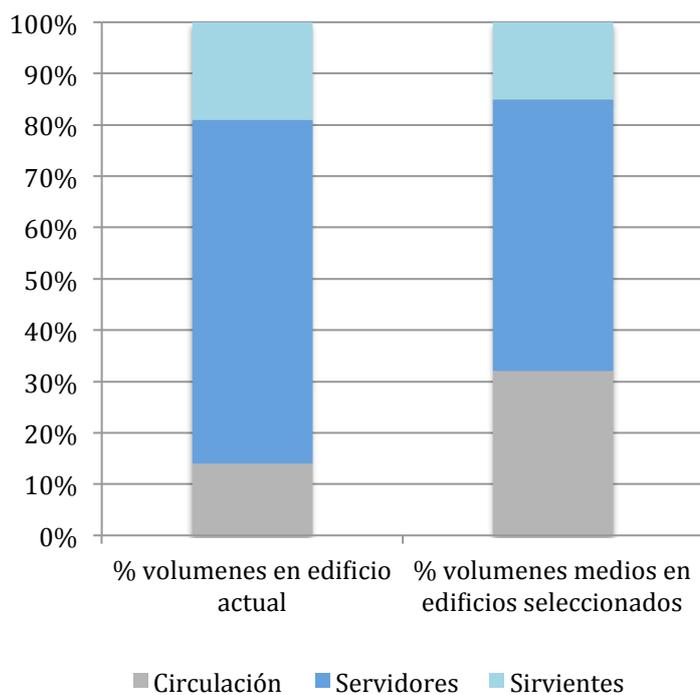
Es esta separación entre los diferentes módulos la que facilita las circulaciones interiores por el centro, donde cada uno tiene un uso diferentes, y quedan articulados por este porche central, por ejemplo a la hora de la entrada los de infantil y primaria se dirigirán hacia lugares distintos lo que asegurara una mejor circulación.

## **Análisis funcional**

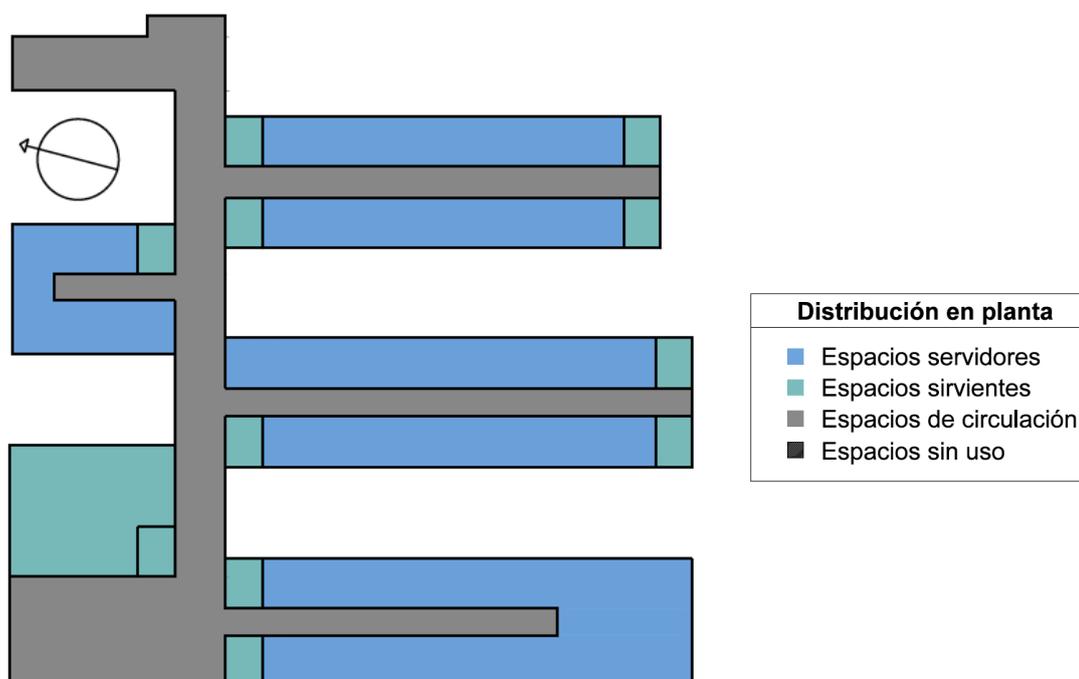
Este centro rompe los esquemas por los que análisis funcional se refiere de todo lo que habíamos visto hasta ahora, como se puede ver es una zona central la que articula a todos los espacios anexos, siendo esta la más importante del centro, en apariencia puede ser algo similar a lo que nombrábamos en otros proyectos sobre un espacio central de entrada el cual daba circulación al resto de espacios, siendo este un concepto similar y se puede asemejar.

El volumen de los diferentes módulos esta íntimamente ligado al uso que se le da a estos, por ejemplo, los módulos más pequeños están destinados a servicios que tienen un corto periodo de uso a lo largo de todo el día. En cambio, los volúmenes más grandes están destinados a usos prolongados a lo largo de todo el día, como por ejemplo serian las aulas tanto de primaria como de infantil, y también la zona de administración la cual como en otros proyectos la encontramos justo en la entrada.

El espacio de ocio y donde también se realizan las actividades de gimnasio, quedan integradas en el centro, al contrario de otros proyectos en los cuales el módulo se encontraba de cierta manera aislado, en este caso esta comunicado con la zona de circulación que vertebra todo el centro.

**Gráficos referentes al interior del edificio**

	Edificio actual	Media edificios	Diferencia
<b>Pasillos</b>	0 %	17 %	-17,00
<b>Porches</b>	14 %	15 %	-1,00
<b>Aulas</b>	40 %	36 %	+4,00
<b>Despachos</b>	18 %	7 %	+11,0
<b>Gimnasio</b>	9 %	10 %	-1,00
<b>Lavabos</b>	6 %	4 %	+2,00
<b>Biblioteca</b>	4 %	3 %	+1,00
<b>Coc./Com.</b>	9 %	7 %	+2,00
<b>Instala.</b>	0 %	1 %	-1,00
<b>Circula.</b>	14 %	32 %	-18,00
<b>Servidores</b>	67 %	53 %	+14,0
<b>Sirvientes</b>	19 %	15 %	+4,00



## Repartición del % del volumen en las distintas plantas del centro

	Circulación	Servidores	Sirvientes
m <sup>3</sup> PB	621 m <sup>3</sup>	2972 m <sup>3</sup>	843 m <sup>3</sup>
% m <sup>3</sup> PB	14 %	67 %	19 %

### Análisis térmico

La agrupación térmica de los espacios se realiza de una forma diferente a la que hemos observado en otros programas, en este caso tenemos los espacios agrupados por diferentes módulos, en cada uno de estos volúmenes encontramos un uso diferente, por ejemplo en uno encontramos las aulas de primaria, en otro las de infantil, en otro la administración y así sucesivamente, por lo tanto se agrupa cada uno de los usos que hemos encontrado en otras escuelas en cada uno de los volúmenes.

Esto también facilitaría que constructivamente se puedan adaptar cada uno de los volúmenes a las necesidades propias de ellos, por ejemplo, no necesitaríamos el mismo nivel de aislamiento en el módulo del gimnasio que es un espacio de uso puntual y con mucha frecuencia, que por ejemplo el módulo en los que estén situadas las aulas, que es un espacio que tiene un uso mucho más continuo y necesitaríamos mantener una temperatura de confort tanto en verano como en invierno, pero que además esta temperatura se mantenga de forma constante a lo largo de todo el tiempo en que este siendo usado este espacio.

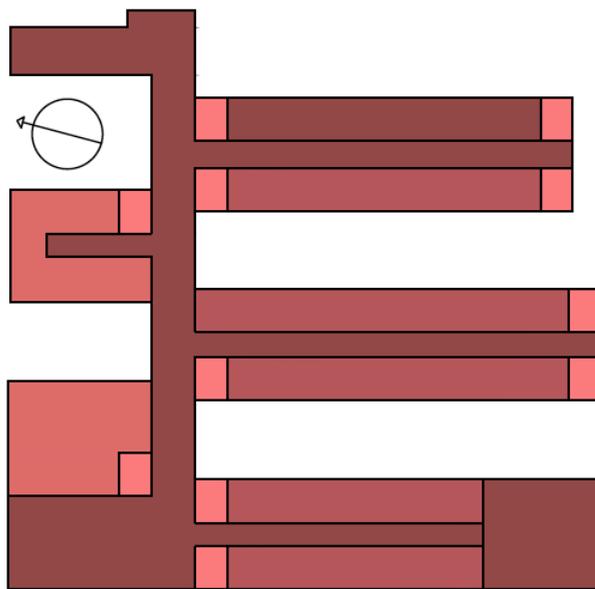
Como se puede observar en este caso, observamos una de las estrategias más permeables que hemos observado hasta ahora, donde cada uso se encuentra en un volumen por separado, y articulado todo esto por un porche, que ayudaría a facilitar la ventilación de cada uno de los espacios y la regulación térmica de estos. Este porche es el que también articularía a todo el centro, sirviendo así como espacio de circulación que conecta a todos los espacios entre ellos.



El efecto producido de ventilación cruzada es algo parecido al que podemos ver en el gráfico, aunque esta ventilación o control de la temperatura podría mejorar, si tal y como se observa en la imagen en el interior de esta zona de comunicación de espacios, se colocara vegetación o alguna zona de agua, tal cosa ayudaría a refrescar el aire caliente en verano y entrarlo al interior con menos temperatura.

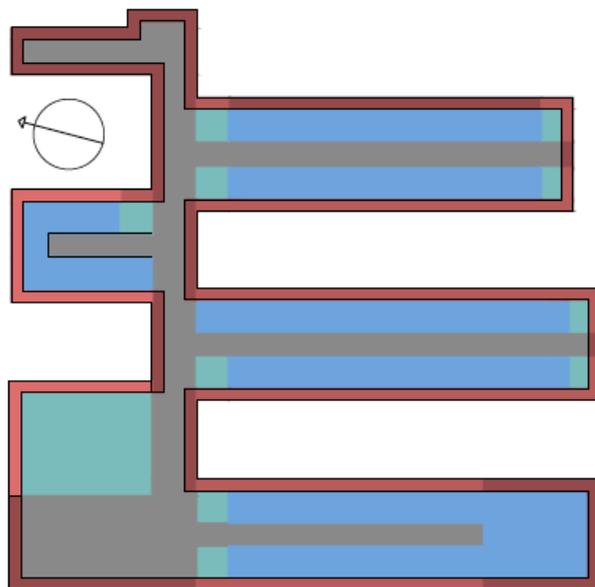
También al tener estos espacios interiores que están intercalados entre otros, nos ayuda a generar más fachadas secundarias a parte de la principal, esto generaría un mayor aporte de radiación en invierno. Esto nos ayudaría a captar radiación directa pero a parte también radiación reflejada, por lo tanto también generando un microclima con la vegetación mucho más adecuado.

**Gráficos de transmisión de temperatura**



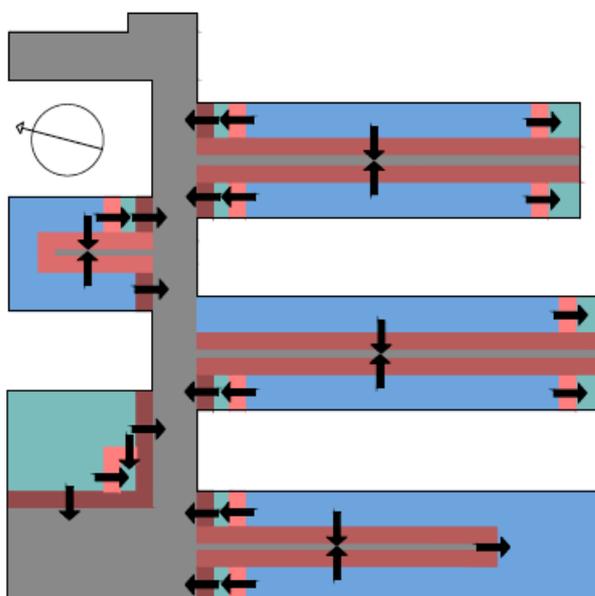
**Carga calorífica total en Kcal/h**

- < 1000 Kcal/h perdida total
- 1000 kW < 4000 Kcal/h per. total
- 4000 kW < 7000 Kcal/h per. total
- > 7000 Kcal/h perdida total



**TAE (Transmisión ambiente exterior)**

- < 1000 Kcal/h perdida exterior
- 1000 Kcal/h < 2000 Kcal/h p. ext.
- 2000 Kcal/h < 3000 Kcal/h p. ext.
- > 3000 Kcal/h perdida exterior



**TOL (transmisión otros locales)**

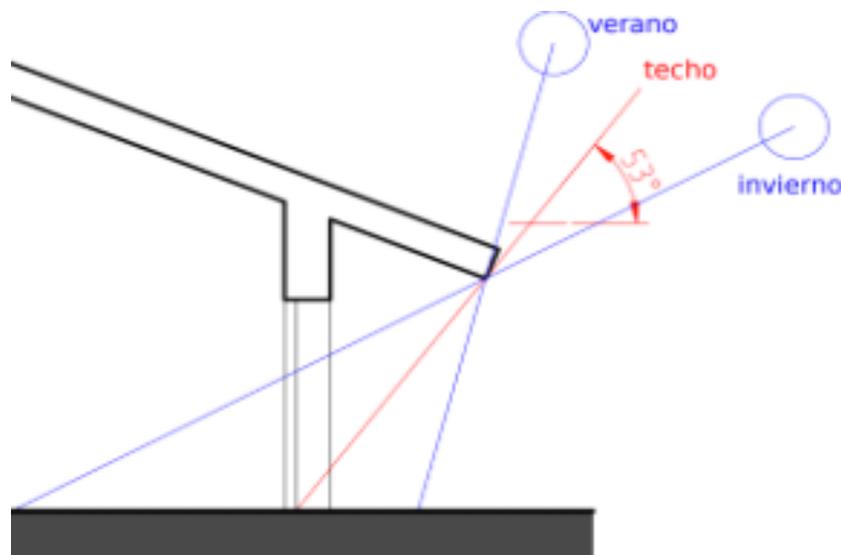
- < 1000 Kcal/h perdida interior
- 1000 Kcal/h < 2000 Kcal/h p. int.
- 2000 Kcal/h < 3000 Kcal/h p. int.
- > 3000 Kcal/h perdida interior

### Análisis lumínico

Este centro se encuentra totalmente incorporado en la trama urbana, en una zona alrededor de viviendas plurifamiliares, lo que puede provocar que se arroje sombra al interior de la escuela que se está analizando.

Las fachadas donde encontramos mayor número de aberturas es en la fachada norte y sur, siendo estas dos por donde captamos un mayor número de asoleamiento, y también es debido a que es hacia donde están orientadas las aulas, y por donde debemos captar mayor número de luz y de radiación solar en el caso que lo necesitemos, para mejorar la climática interior, y además la captación de luz natural y disminuir el consumo de luz artificial.

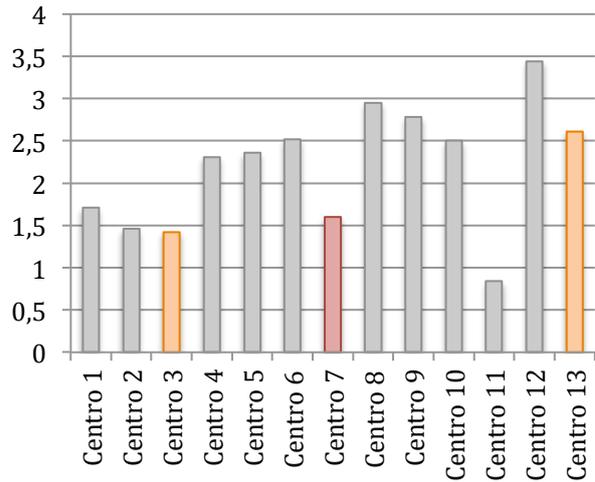
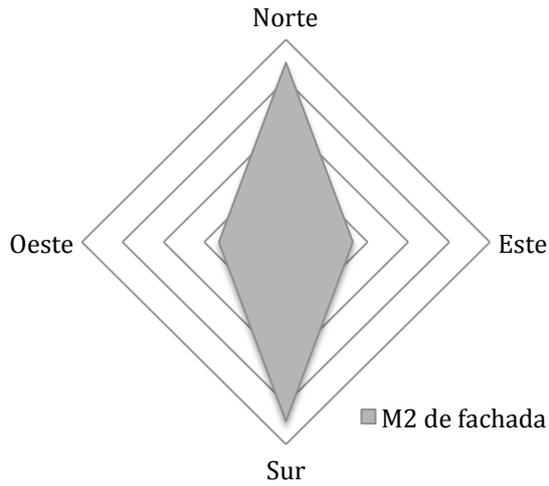
Y también encontramos aberturas en la zona interior de paso que conecta a todo el centro, es aquí donde se producen los diferentes accesos al centro, y además por donde podemos asegurar una ventilación cruzada, tal y como veíamos en el gráfico de la página interior, es por eso que también encontramos aberturas en esta zona. Sin embargo las fachadas más opacas son la este y la oeste, las de los lindes del centro, ya que es por donde apenas tenemos captación de la luz natural o de la radiación, y por eso se vuelven menos translucidas hacia el exterior.



La altura del porche es mayor a la altura de los módulos, esto facilitará la entrada de la radiación al interior de la zona de paso, de esta manera en invierno podremos tener una captación de la luz natural mayor, ya que debido a que el ángulo de incidencia es menor, este puede penetrar al interior de la zona de circulación y a las aulas; sin embargo en verano el sol tiene mayor altura de circulación durante todo el día, y debido a esto la luz natural si que penetrará en el interior de esta zona, pero no lo hará la radiación directa, evitando así calentar este espacio de forma innecesaria.

Sin embargo, no encontramos ningún tipo de protección pasiva como en otros centros en estas aberturas, sino que lo que encontramos es el porche central, que puede ayudar a regular la temperatura del interior, aun así en las aberturas de las aulas si que serían necesarias, ya que pueden calentar el espacio interior sobretodo en verano.

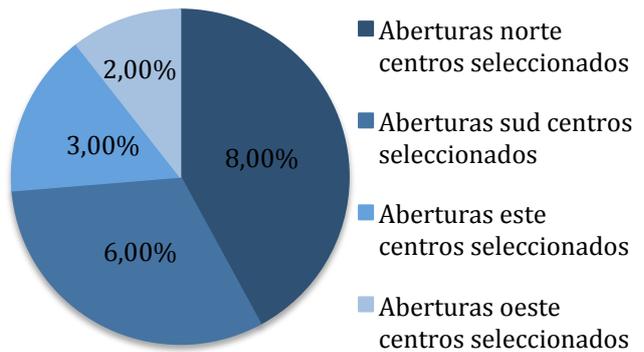
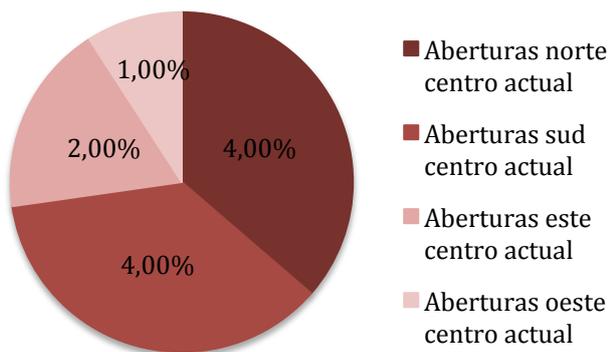
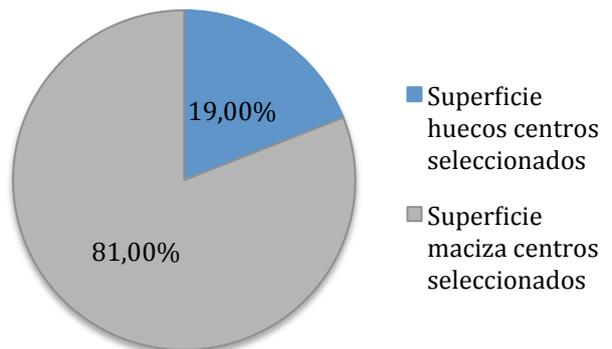
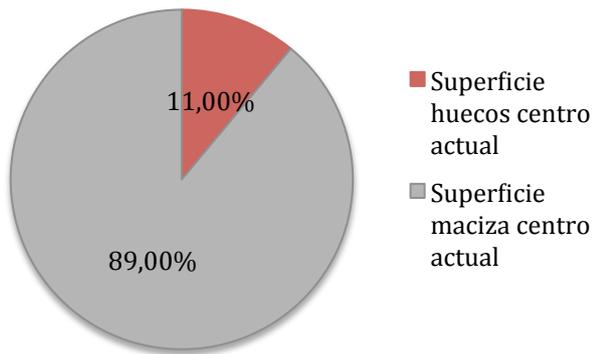
**Gráficos referentes a la piel del edificio**



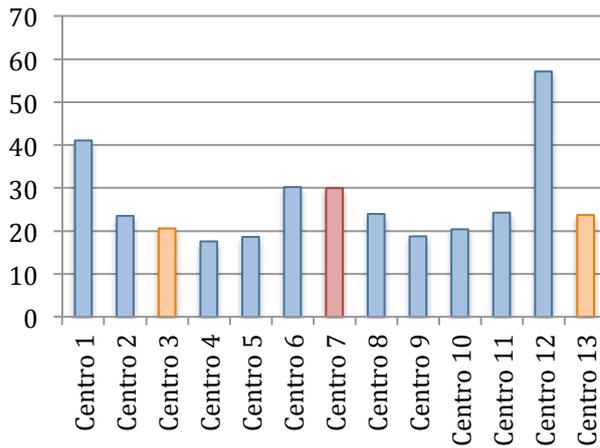
Unidades de capacidad de los centros

■ Datos de centro actual  
 ■ Datos de centro con misma matriz de clasificación

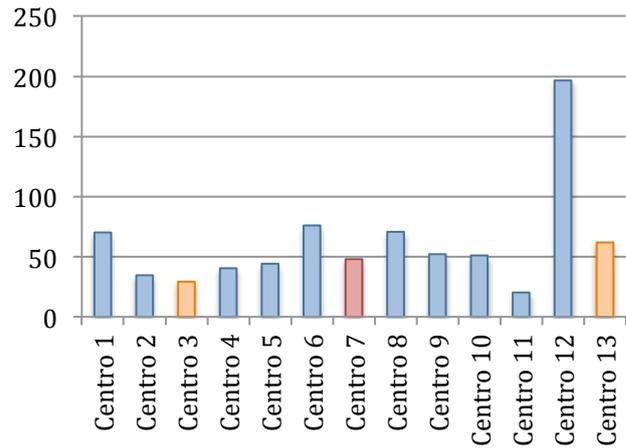
	M <sup>2</sup> por fachada
Norte	443
Sur	443
Este	164
Oeste	164



**Gráficos referentes a la ocupación del centro**

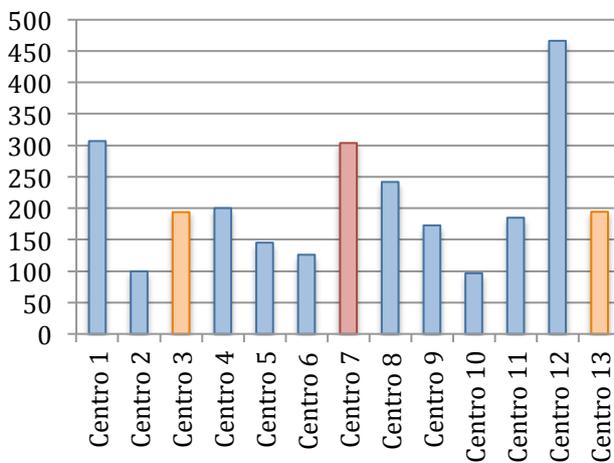


Ratio de ocupación de m3 por persona sin aplicar la compactad (m3/p)

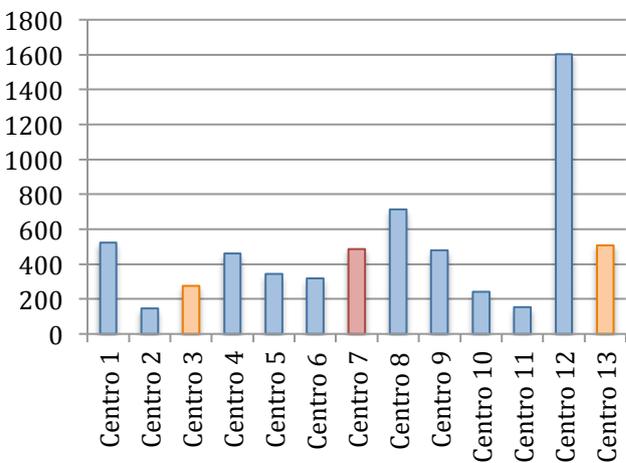


Ratio de ocupación de m3 por persona aplicando la compactad (m3/p)

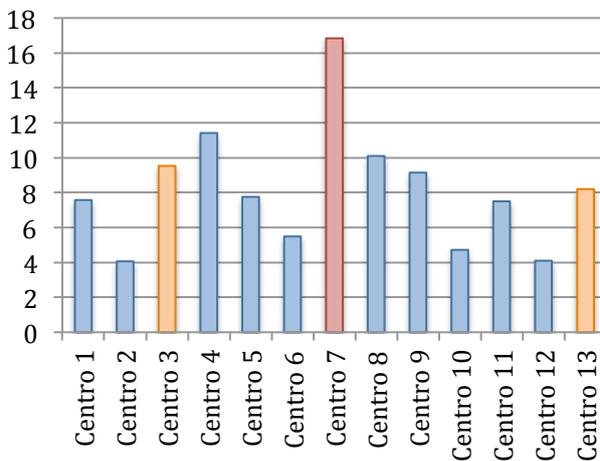
**Gráficos referentes al consumo energético**



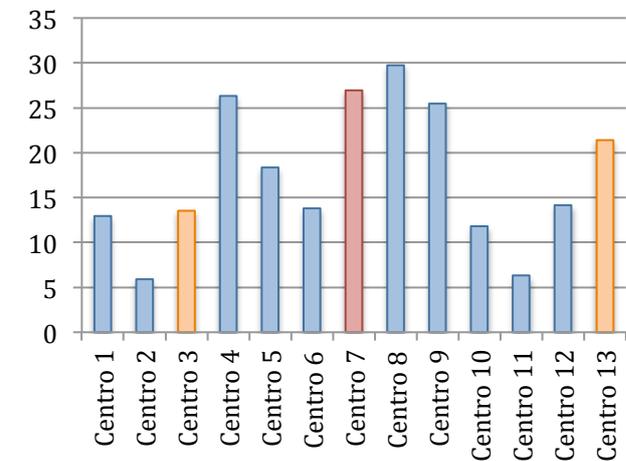
kWh medio anual por persona sin aplicar la compactad (kWh/p)



kWh medio anual por persona aplicando la compactad (kWh/p)



kWh medio anual por m3 útil sin aplicar la compactad (kWh/m3)



kWh medio anual por m3 útil aplicando la compactad (kWh/m3)

■ Datos de centro actual  
 ■ Datos de centro con misma matriz de clasificación

### **Análisis de los resultados**

En primer lugar podemos observar como la ocupación que marca la Generalitat de Cataluña sobre el centro que es de 225 alumnos en el total del centro, la ocupación que hay actualmente es de 127 alumnos y una cantidad de 21 empleados; a parte de encontrarse dentro de la media, también es uno de los centros que tiene menos capacidad, pero no por eso se diferencia de la resta, aun así al estar a la mitad de la capacidad después analizaremos si el consumo esta acorde o por lo contrario esta en fase de desuso y podría ser más exhausto.

Es por eso que cuando un centro por lo común cuando esta en desuso, es debido a que esta proyectado para unas ciertas personas o una capacidad preestablecida, y realmente las instalaciones tienen menos uso del que debería aunque el consumo se mantenga por igual.

Por lo que respecta a la distribución de los diferentes volúmenes, en este caso como no se había visto anteriormente, hay dos espacios que desaparecen o que no tienen apenas constancia; el primero son los pasillos, la desaparición de estos es debido a que todos los espacios de circulación han sido modificados por porches, donde es este el que vertebrado todo el centro, y que genera conexión a todo el centro y a los diferentes volúmenes que hay.

El segundo volumen que desaparece es el de las instalaciones, esto es debido a que al ser un centro provisional no hay instalaciones fijas, por eso no encontramos espacios predeterminados para las instalaciones, sino que son instalaciones de uso temporal y no son fijas, igual que los módulos que son de tipo prefabricado.

Los espacios servidores destacan en especial en este proyecto suponiendo prácticamente  $\frac{3}{4}$  parte del total del volumen del centro, sobretodo en este caso las aulas, las cuales suponen 2 módulos de los 5 totales que hay, cual proporción se corresponde al porcentaje de volúmenes que se encuentran, complementándolo así con el gimnasio y la zona de administración. Aun así la proporción entre espacios de circulación y los servidores es mucho menor que en otros proyectos, siendo esto a causa que los porches que conectan a todos los espacios son de forma lineal, sin retranqueos o conexión de espacios que se encuentran más lejos, por eso encontramos esta proporción en menor medida que en otros proyectos.

Y por último encontramos los espacios sirvientes, estos una vez más suponen menos de un 15% total del centro, por lo tanto podemos ver que todo y ser imprescindibles, por mucho que crezca el volumen de espacios servidores o aumente el volumen total del centro, no necesitaremos un gran porcentaje de estos para abastecer a todo el volumen general. Todo y que en este caso también se produce a causa de que las instalaciones no son fijas como en otros centros, sino que son provisionales, por eso no se ha destinado un volumen directo a estas.

Como es obvio al tener una única planta todos los servicios se sitúan en esta, aun así no se debe pensar en una superficie plana por donde se extiende el volumen, sino que a veces es más importante crecer en altura, ya que así a la misma superficie construida, tenemos más volumen de ocupación para los alumnos, todo y que en este caso es un centro provisional y por logística no se ha pensado en exceso en la distribución o en el aprovechamiento de la volumetría de la escuela.

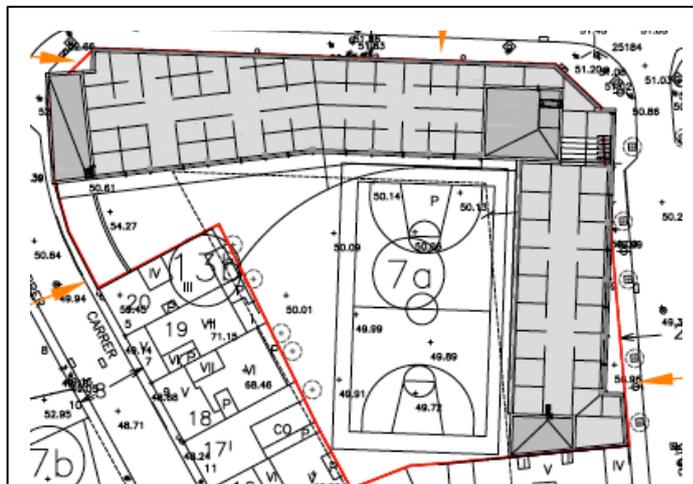
En el consumo se puede ver que todo y ser una estrategia permeable y nada conservativa, este se mantiene constante a lo largo de todo el año, aunque se esperaba que fuera más alterado como en otros casos, pero esto puede ser debido a que no dependa especialmente o únicamente si se sigue una estrategia más o menos conservativa o permeable, sino que la dependencia de esta alteración sea debido a su forma, o a sus posibles retranqueos o geometría menos compacta que pueda seguir el centro. En este caso todo y ser un caso bastante permeable, se observa como se repiten las mismas formas y geometría, donde sus volúmenes son constantes a lo largo de toda la superficie del centro.

El consumo también puede estar relacionado con la proporción de huecos en el edificio es de un 11,15% (308,5 m<sup>2</sup> de huecos respecto a 2766,2 m<sup>2</sup> de fachadas), en este caso al ser módulos prefabricados tampoco no depende del proyectista la evaluación de las diferentes aberturas que puede haber en los módulos, por eso se puede producir que en este caso haya menos porcentaje que en otros.

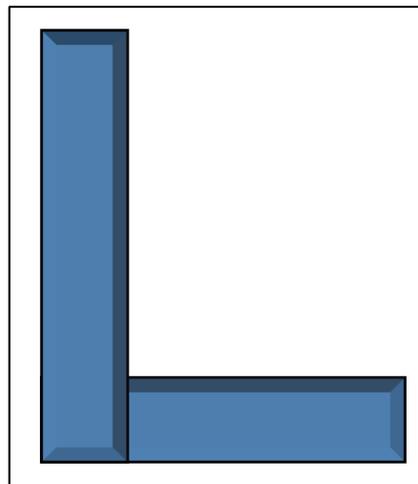
La orientación es también un factor importante a tener en cuenta por lo que a consumo energético se refiere, en este caso, la igualdad entre las diferentes fachadas no se produce de la misma manera que en otros proyectos, en este caso destacan por encima de otras fachadas el norte y el sur.

## 12.8-Ficha nº8 (CEIP Marius Torres)

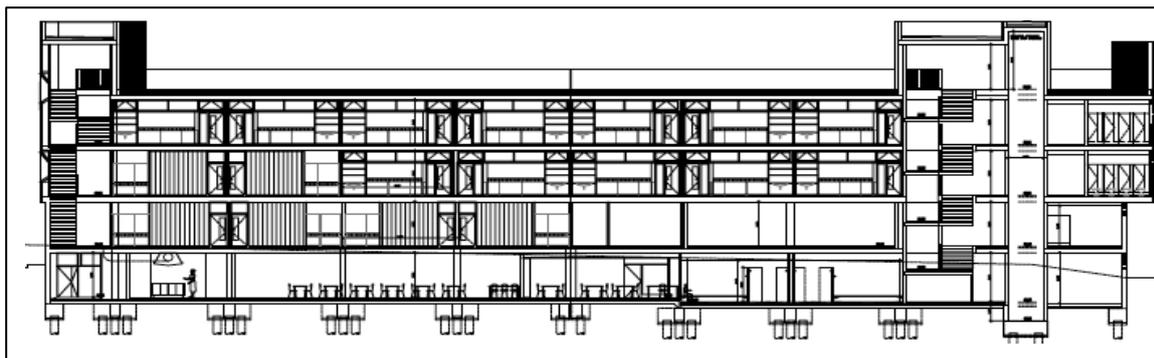
<b>Nombre del centro</b>	CEIP Bellpuig – Zer els Munts
<b>Año de licitación</b>	2004
<b>Año de finalización de las obras</b>	2006
<b>Localización</b>	Sant julià de Vilatorrada
<b>Zona climática e índice de radiación</b>	D1-II
<b>Formación del centro</b>	Infantil y primaria ( 2 líneas)
<b>Orientación del edificio</b>	Norte-Este



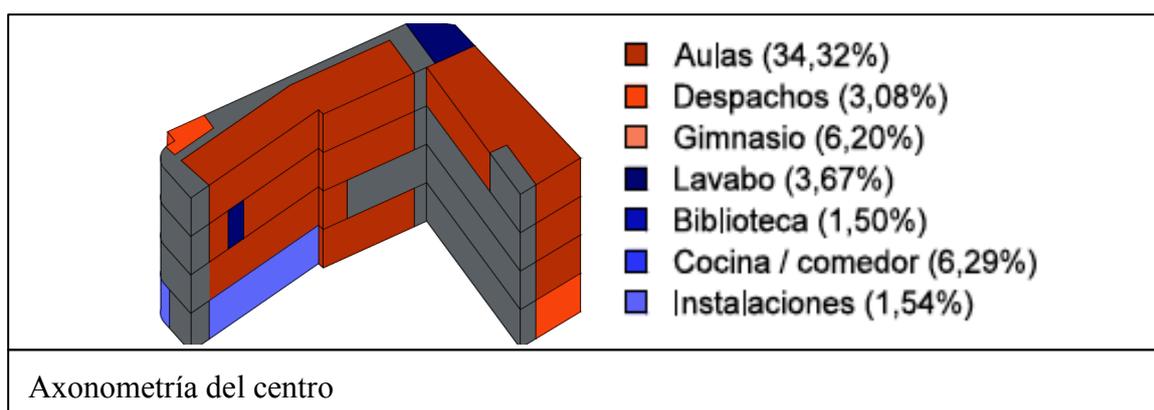
Planta general del centro



Matriz de clasificación 1503



Sección del centro



Axonometría del centro

## **Descripción funcional**

Para la realización de este proyecto se han tenido en cuenta las condiciones del solar, su geometría, la situación del entorno, la orientación a la cual podemos poner el edificio y facilitar el acceso a este.

Este centro se adapta al solar y a las condiciones de acceso colocándose en dos cotas, la primera se encuentra en la zona de acceso principal desde la Carretera de Collblanc y con una cota de referencia de 52,60 m, la cual conforma la planta baja y a partir de aquí dos plantas superiores que desarrolla todo el programa de 2 líneas de la escuela. La otra cota es de 49,00 m donde se sitúa la plataforma inicial donde se ubican los patios y los espacios complementarios del centro, esta cota tiene siempre acceso directo respecto a la calle de la Creu Roja y Rosich.

El volumen principal consta de planta baja más dos plantas superiores destinadas a cubrir a practica total del programa requerido, incluyendo el gimnasio, las aulas infantiles y los espacios complementarios como los vestidores, las cocinas y el comedor; todos los espacios se compactan respecto al lince que nos marca la calle, intentando liberar al máximo el espacio en el interior de la isla, donde se cruzan todo el conjunto de porches para ampliar al máximo este espacio exterior destinado a la zona de juegos del centro.

El centro se resuelve a partir de un esquema lineal de aulas y pasillos adaptados a la geometría del solar en forma de L, donde en el volumen principal, el pasillo se sitúa en la fachada de la calle para reducir problemas de acústica de una vía de tránsito rodada muy intensa, y en el otro volumen anexo se sitúa el patio para evitar el exceso de asoleamiento por las tardes.

En la intersección de estos dos volúmenes encontramos los núcleos de comunicación vertical de todo el edificio, resolviendo esta comunicación en un solo núcleo de escalera.

Las aulas infantiles quedan ubicadas en planta baja y en planta piso con el acceso principal en el porche situado en el acceso de la carretera de Collblanc, suponiendo así un acceso independiente de la totalidad del centro, y con un patio que también queda independiente del resto. En cualquier momento el funcionamiento puede ser totalmente independiente de todo el volumen anexo.

En cambio las aulas de primaria se sitúan en la primera planta y en la segunda, y de forma puntual en la planta baja, con una orientación a sud y a este con un control lumínico por parte de las aberturas que encontramos y su regulación térmica.

El gimnasio se sitúa en la planta superior del volumen más pequeño consiguiendo así igualar el volumen de altura entre los edificios que encontramos alrededor.

Consideramos que esta edificación es de tipo compacta que además cuentan con articulaciones de cuerpos con rotulas de transición conformando así espacios comunes y porches exteriores; contando además con cubiertas planas que facilitan la instalación de captadores solares para el aprovechamiento máximo de los recursos naturales para el abastecimiento del centro.

## Análisis funcional

Lo primero que más impacta del proyecto es la numerosa cantidad de accesos que tiene el centro, en concreto 4, los cuales están repartidos de manera que dan abastecimiento a diferentes tipos de servicios.

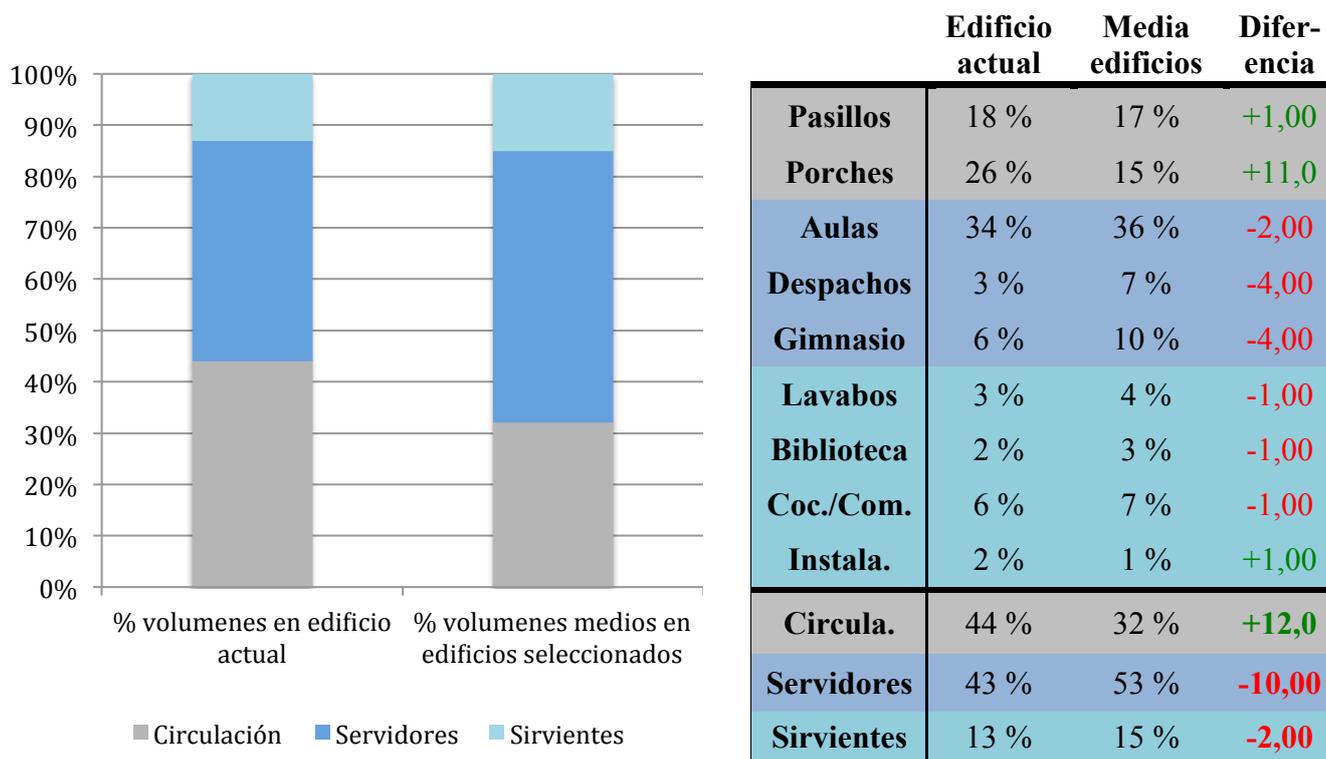
A parte del principal al centro por la calle más grande los demás dan acceso, a la biblioteca, comedor y gimnasio, cuales espacios pueden ser utilizados de forma independiente a la totalidad del centro, pudiendo crear así posibles usos alternativos a estos espacios, lo cual los haría mucho más eficientes ya que serían usados durante más horas a lo largo del día.

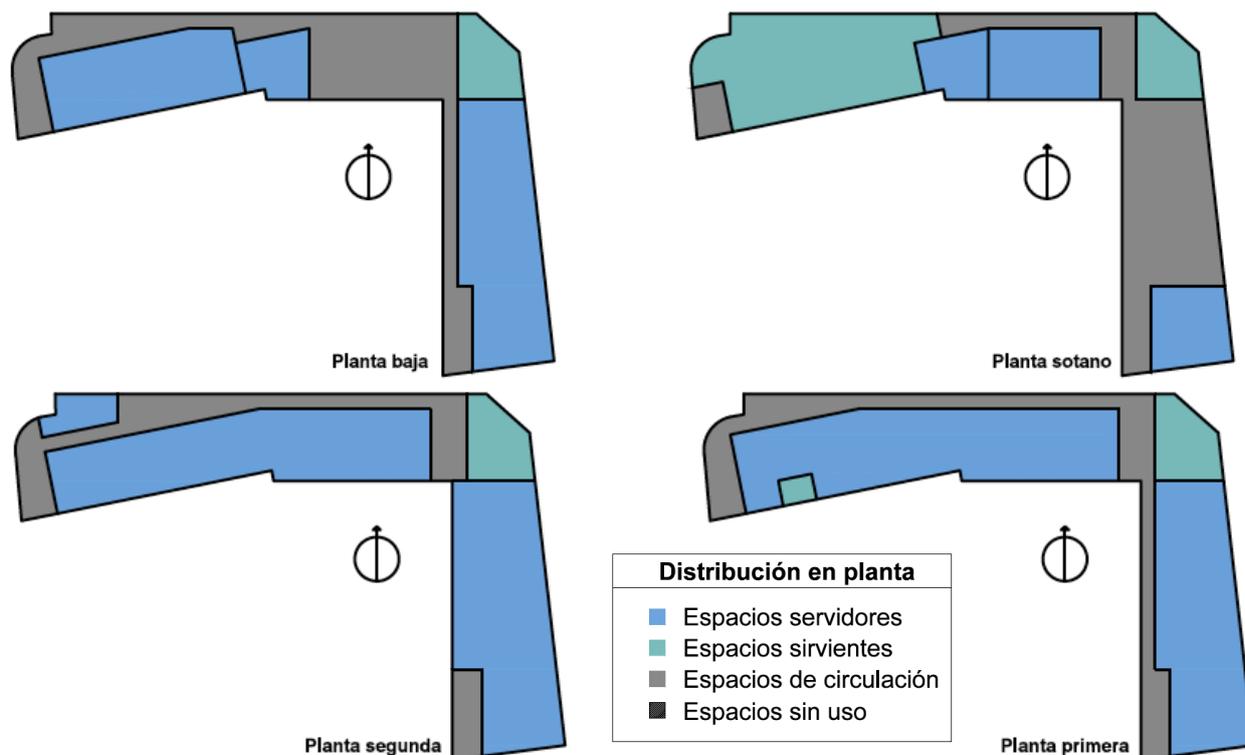
Por lo que hace referencia al acceso principal, es un espacio que articula la totalidad del centro, este espacio nos sirve de punto de partida para crear las diferentes circulaciones, a un lado podemos ver las aulas de infantil y en el mismo un acceso directo a la planta piso, por la otra banda tenemos todos los servicios comunes.

Igual que en proyectos anteriores, encontramos este eje que vertebra al centro des del acceso principal. Además también se crean una circulación directa al interior del patio, dejando los servicios de administración como una zona de control tanto de entradas y salidas.

A diferencia de otros centros donde los servicios comunes se encontraban únicamente en planta baja, este edificio al tener un volumen mayor de plantas, reparte estos diferentes espacios sirvientes en altura, de manera que tenemos una mayor capacidad de servicios en cada planta.

## Gráficos referentes al interior del edificio





Repartición del % del volumen en las distintas plantas del centro			
	Circulación	Servidores	Sirvientes
m <sup>3</sup> PB	481 m <sup>3</sup>	0 m <sup>3</sup>	962 m <sup>3</sup>
% m <sup>3</sup> PB	4 %	0 %	8 %
m <sup>3</sup> P1	3487 m <sup>3</sup>	1804 m <sup>3</sup>	361 m <sup>3</sup>
% m <sup>3</sup> P1	29 %	15 %	3 %
m <sup>3</sup> P2	722 m <sup>3</sup>	1684 m <sup>3</sup>	241 m <sup>3</sup>
% m <sup>3</sup> P2	6 %	14 %	2 %
m <sup>3</sup> P3	601 m <sup>3</sup>	1443 m <sup>3</sup>	241 m <sup>3</sup>
% m <sup>3</sup> P3	5 %	12 %	2 %

### Análisis térmico

En este centro encontramos una agrupación térmica de los espacios de manera más modular todo y que se siga una estrategia más compacta. Esto es debido a que por ejemplo toda la zona de infantil y la de primaria quedan separadas dentro del mismo edificio, con accesos distintos y además con un funcionamiento que puede llegar a ser completamente independiente a la totalidad del centro, únicamente compartiendo servicios comunes; aunque esto funcionalmente es perfecto desde el punto de vista térmico, facilitaría más la transmisión entre espacios del mismo uso que quedarán en un mismo conjunto.

También cabe destacar la aparición en este proyecto como no lo habíamos podido observar en otros a tan gran escala, que es la aparición de una planta sótano, donde podemos encaver diferentes servicios como por ejemplo serían la cocina, el comedor, entre otros que no tienen una necesidad térmica tan elevada, y que por lo tanto no

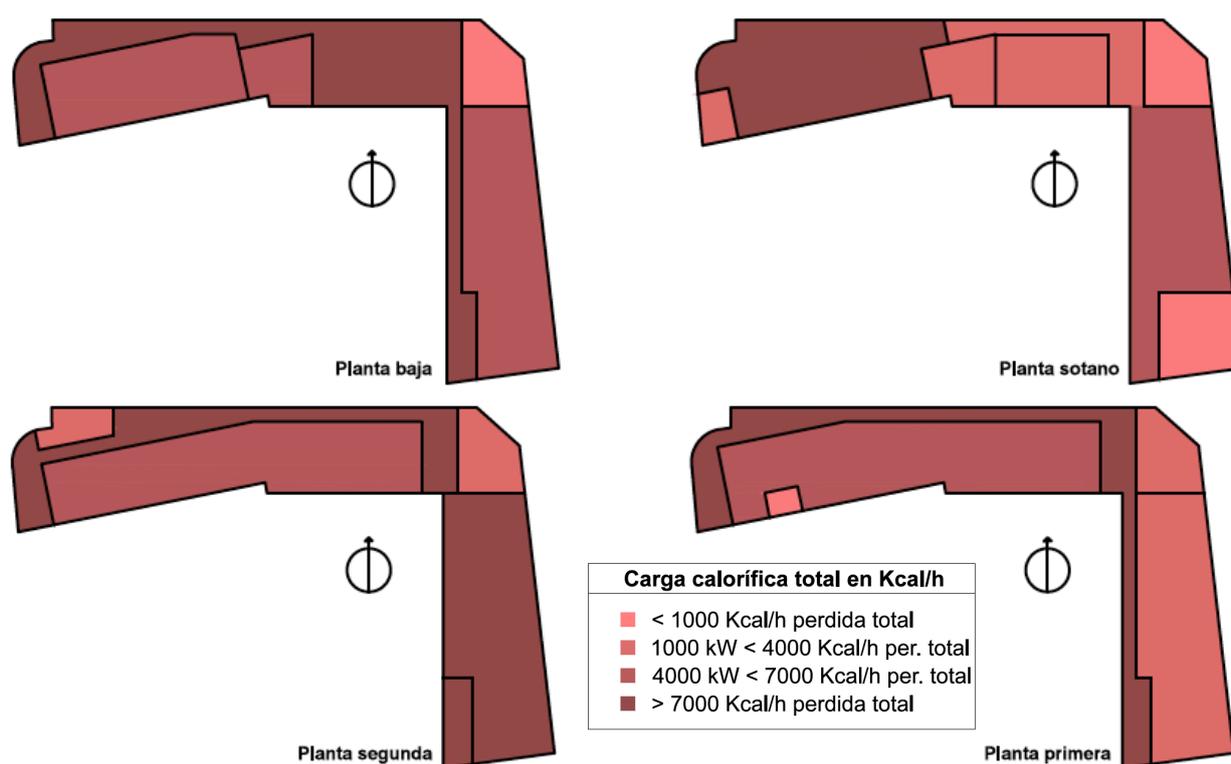
necesitamos de una gran captación de la radiación solar; siendo así en verano los espacios con menor temperatura debido a su aislamiento natural, cosa que ayuda a tener una gran acumulación de alumnos en un mismo espacio.

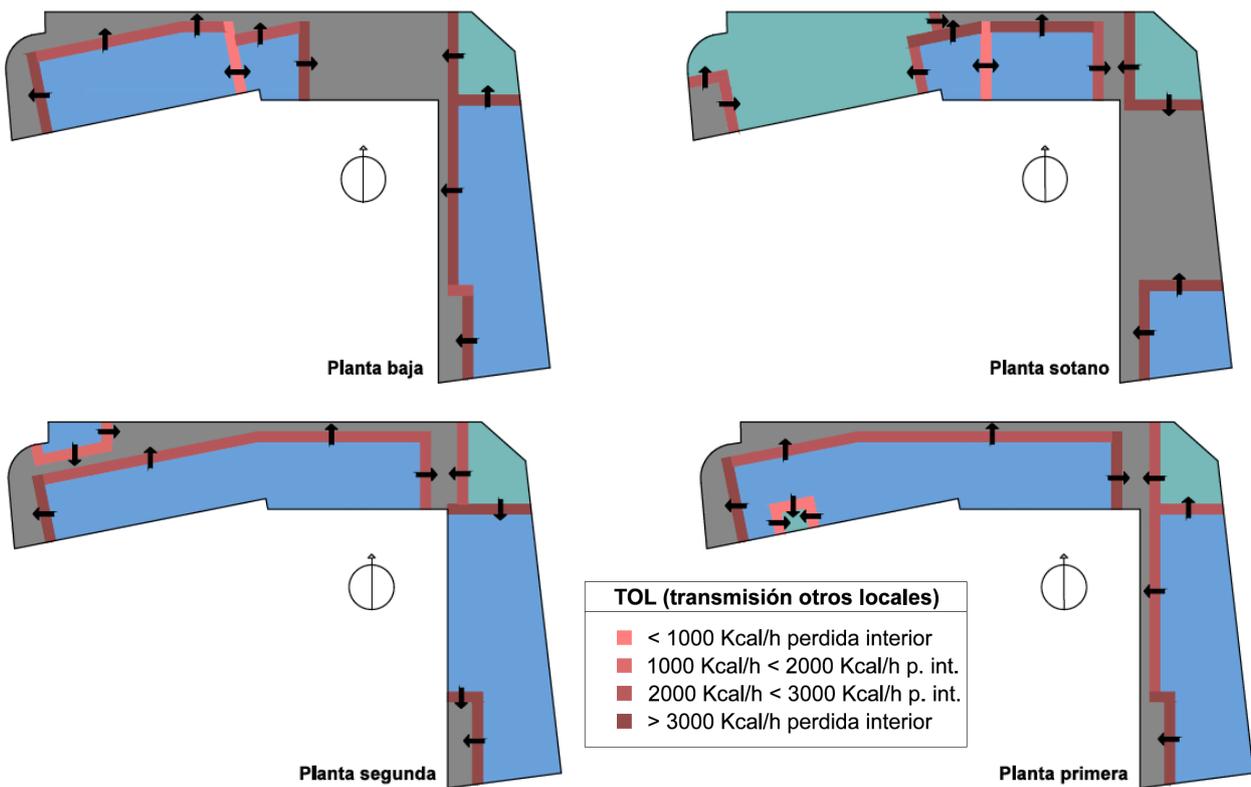
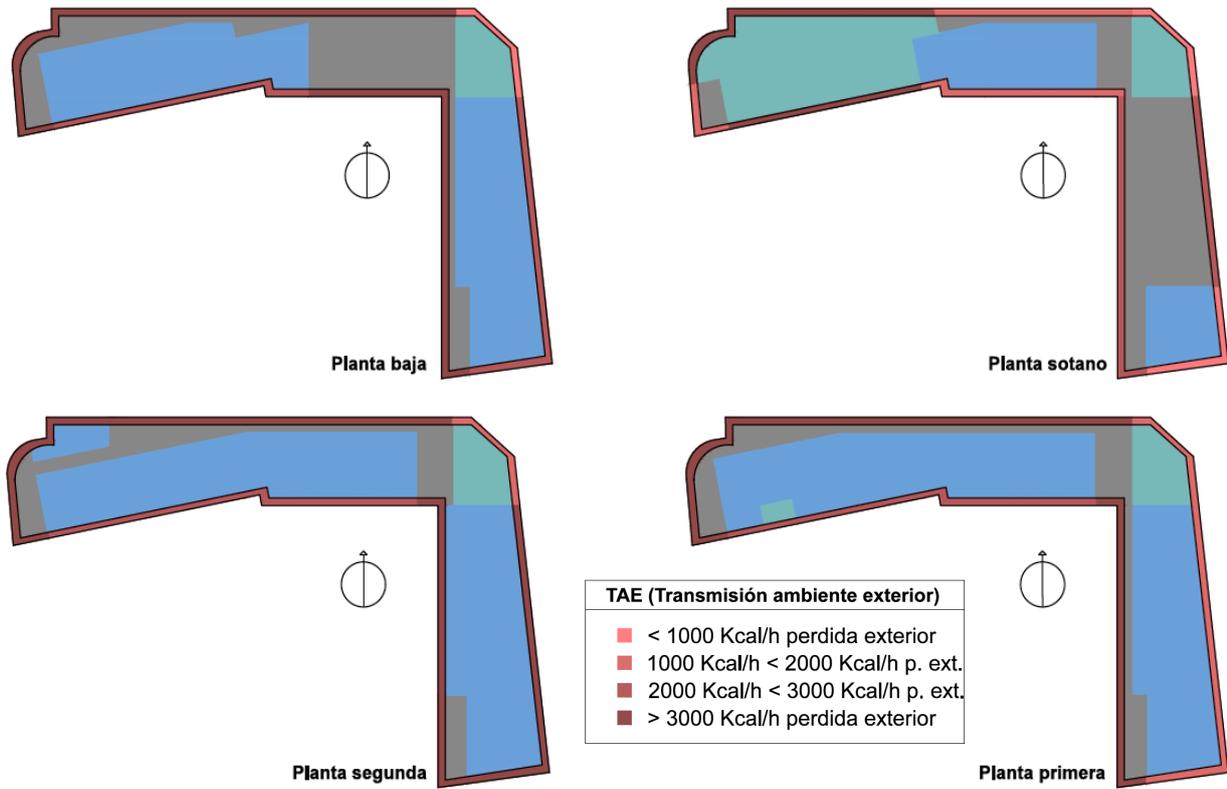
El edificio dispone de una envolvente de características tales que limita adecuadamente la demanda energética necesaria, para alcanzar el bienestar térmico en función del clima de la zona, del uso del edificio y del régimen de verano e invierno, así como por sus características de aislamiento e inercia térmica, de permeabilidad del aire, y exposición a la radiación solar; reduciendo así el riesgo de aparición de humedades por condensación superficial o intersticial que puedan perjudicar sus características, y tratando el adecuamiento a los puentes térmicos, para limitar las pérdidas o ganancias de calor y evitar los problemas higrotermodinámicos que se puedan llegar a producir.

El efecto que se produce en el interior del edificio por lo que ha ventilación respecta es el que podemos observar en la imagen anterior, donde el aire recircula por todo el núcleo central de escalera y siendo repartido a las diferentes alas del edificio, además en el sótano donde podemos conseguir una temperatura relativa menor debido a su aislamiento natural al estar enterrado, se puede aprovechar para recircular un aire por todo el edificio con mucho menos temperatura, que ayudara también a que esta ventilación cruzada sea útil.

Destaca sobretodo la orientación de las ventanas, en la fachada principal al ser horizontales nos ayudaran a captar una gran intensidad en horas puntuales en las que haya asoleamiento, en cambio en el patio interior al ser verticales captaremos más luz a lo largo de todo el día debido al ángulo solar, ya que son zonas que se usan a lo largo de todo el día aunque sea en horas puntuales, siendo así un concepto interesante.

### Gráficos de transmisión de temperatura





### **Análisis lumínico**

El entorno del centro es completamente urbanizado, de hecho uno de los más densos de los edificios que hemos analizado hasta ahora, se encuentra en una zona de mucho tránsito, además de la misma cantidad de edificios plurifamiliares que le rodean, donde son la gran mayoría, al encontrarse en el interior de una ciudad.

Todo y eso en la fachada principal es donde encontramos que tenemos mayor distancia con el linde del edificio colindante, ya que de por medio encontramos la Carretera de Collblanc, la cual nos aporta unos 10 metros aproximadamente de distancia con el edificio de enfrente, y esto nos ayudara a captar la luz natural que necesitamos sin ningún obstáculo lumínico como pueden ser edificios colindantes.

Todo y como hemos comentado al tener menos obstáculos, también es la fachada más opaca de todas, ya que únicamente tenemos pequeñas cristaleras, que dan puntos de luz intermedios a lo largo de todos los pasillos que conectan las diferentes aulas repartidas en las plantas superiores, sin embargo es en la planta baja donde vemos un mayor reparto de las aberturas debido a que es donde tenemos un mayor número de accesos, y sobre todo el principal.

Las fachadas contiguas, sobre todo las que dan al patio son las que se muestran más transparentes con el entorno, y también es donde tenemos una mayor demanda de asoleamiento, pese a que las aulas quedan orientadas al sur, a diferencia de muchos otros proyectos, aun así encontramos las mismas protecciones que comentaremos posteriormente; lo que si que tienen en común con otros proyectos es que todas quedan orientadas al patio, siendo este el espacio más grande libre que hay en todo el centro y por lo tanto por donde podemos tener menos obstáculos de captación de luz solar.

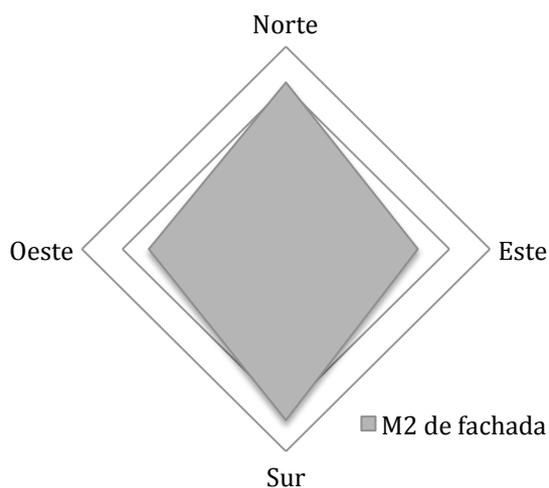
Por lo que hace referencia a zonas de tránsito como por ejemplo serían pasillos o el núcleo principal de escalera que conecta las diferentes plantas, encontramos ventanales alargados que captan una radiación solar a lo largo de todo el día, con un mayor ángulo solar de incidencia en el interior.

Aun así no contamos con protecciones de ningún tipo en este espacio, ya que se considera que al ser una zona de tránsito no tenemos que asegurar ningún control térmico regular en todo el día, pese a esto tampoco puede ser una zona de temperaturas extremas, por eso se realizan aberturas que puedan captar bien la radiación solar, y además una ventilación recirculada desde el sótano que nos asegura que en el programa de verano se suavizaran dichas temperaturas.

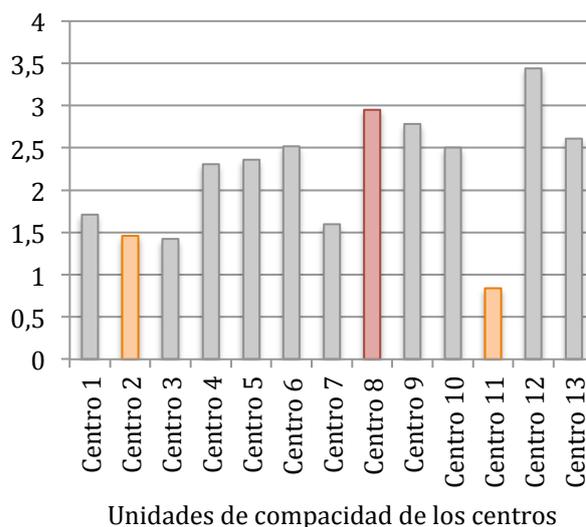
Lo que respecta a las protecciones solares que encontramos en este proyecto, en primer lugar podemos observar los porches del patio y del acceso principal, los cuales ayudan a arrojar sombra en el interior del edificio en verano, y en invierno dejan pasar la luz solar y la radiación, gracias a que la circulación del sol se produce con menor altura.

Por lo que respecta a las aulas y demás sitios donde tenemos un uso constante a lo largo del día, como sería la zona administrativa, encontramos lamas regulables, las cuales, nos sirven para dejar pasar la luz en verano pero no captar la radiación, y en cambio en invierno poder captar ambas cosas, para regular la temperatura interior.

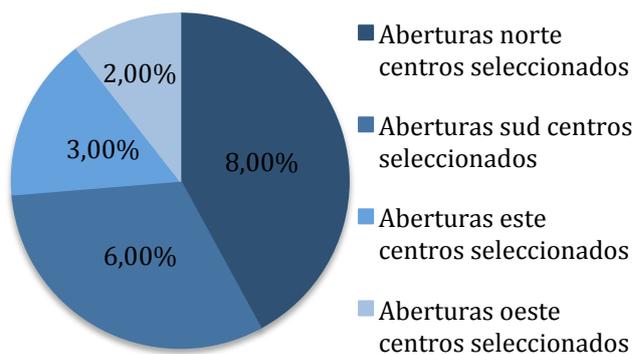
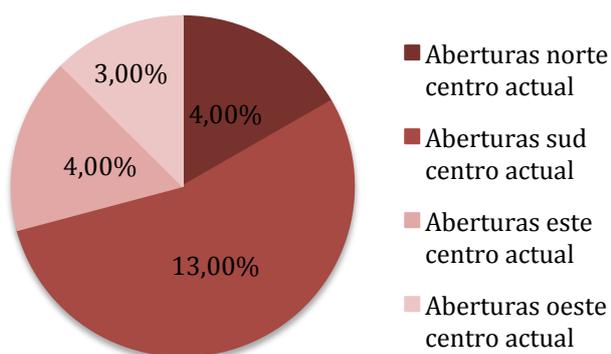
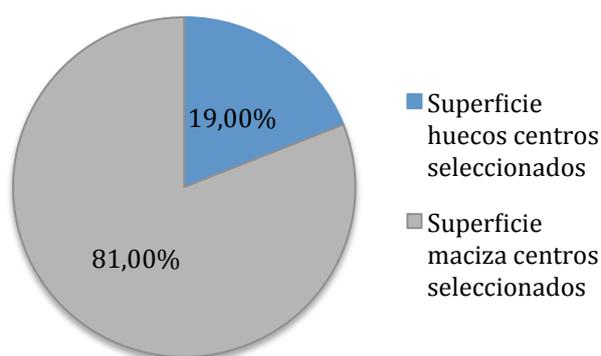
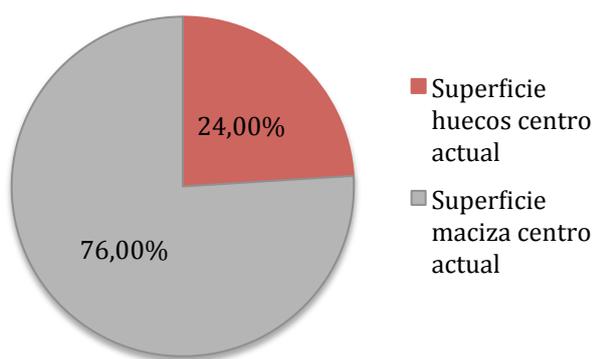
**Gráficos referentes a la piel del edificio**



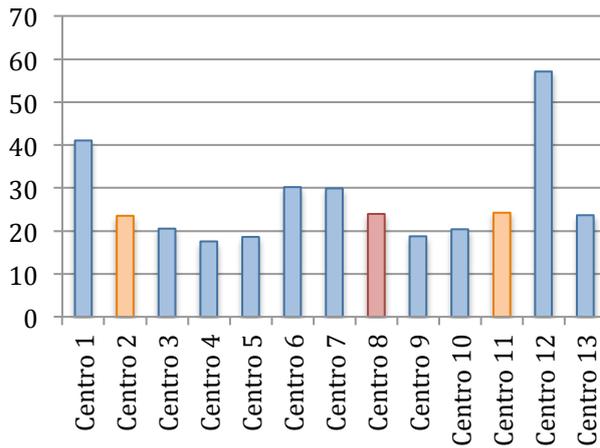
	<b>M<sup>2</sup> por fachada</b>
<b>Norte</b>	824
<b>Sur</b>	648
<b>Este</b>	365
<b>Oeste</b>	672



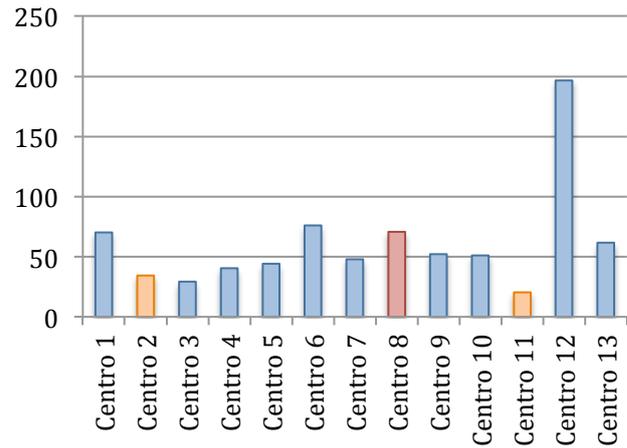
- Datos de centro actual
- Datos de centro con misma matriz de clasificación



**Gráficos referentes a la ocupación del centro**

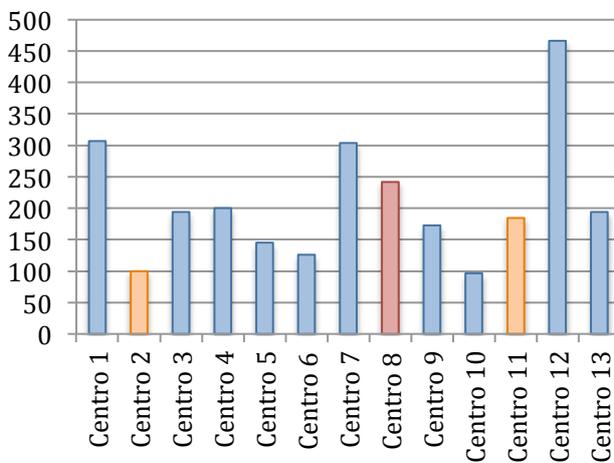


Ratio de ocupación de m3 por persona sin aplicar la compactad (m3/p)

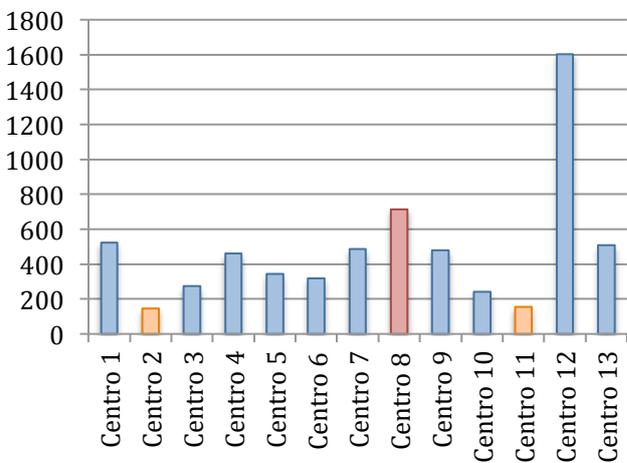


Ratio de ocupación de m3 por persona aplicando la compactad (m3/p)

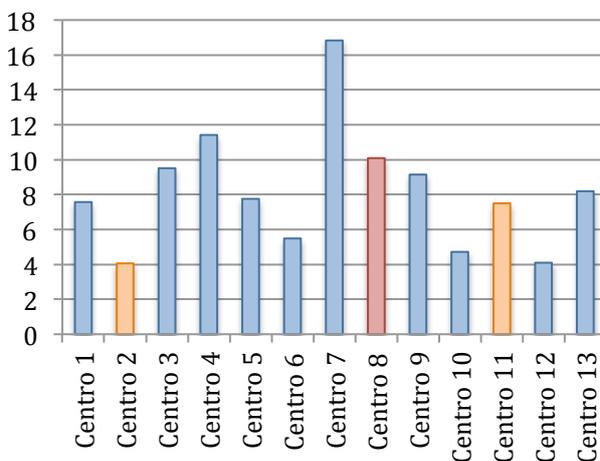
**Gráficos referentes al consumo energético**



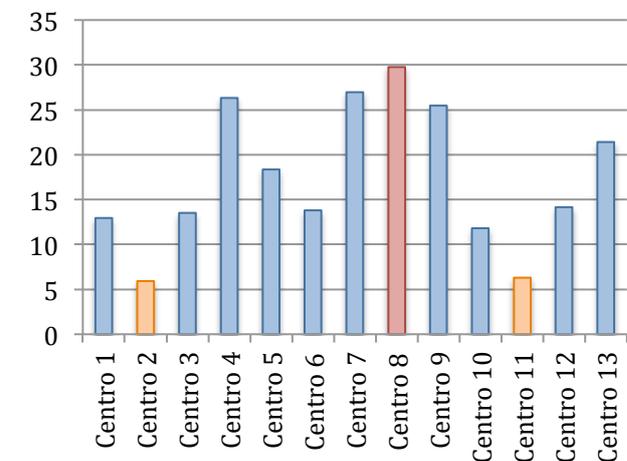
kWh medio anual por persona sin aplicar la compactad (kWh/p)



kWh medio anual por persona aplicando la compactad (kWh/p)



kWh medio anual por m3 útil sin aplicar la compactad (kWh/m3)



kWh medio anual por m3 útil aplicando la compactad (kWh/m3)

■ Datos de centro actual  
 ■ Datos de centro con misma matriz de clasificación

### **Análisis de los resultados**

En primer lugar podemos observar como la ocupación que marca la Generalitat de Cataluña sobre el centro que es de 450 alumnos en el total del centro, la ocupación que hay actualmente es de 458 alumnos y una cantidad de 44 empleados; es el primer centro que vemos que tiene más ocupación que la que ha proyectado la Generalitat para este tipo de centros, en este caso podemos ver como la eficiencia del centro seria mucha, ya que este esta utilizando todas las plazas que tiene, por lo tanto no estaríamos tratando un caso de desuso de las instalaciones; esto hará que el coeficiente de energía disminuya o aumente dependiendo del consumo que provoque en estas instalaciones.

Por lo que hace referencia a la distribución de los distintos volúmenes que encontramos, podemos ver como es en el proyecto en el que más destacan los espacios de circulación o acceso, esto es debido a que el volumen del edificio también a aumentado, y este tiene más plantas, lo que genera que se construyan más huecos de escaleras, y más pasillos para acceder a estos espacios. Aun así no son especialmente los pasillos los que más destacan de esta categoría, sino que son los porches, como podemos ver tienen un volumen muy importante con respecto a la superficie total del centro, esto es debido a que estos tienen mayor altura que en otros proyectos, incrementando así el volumen, pero también es debido a que hay más accesos que se encuentran porchadas, y protegidos de esta radiación directa.

Los espacios servidores tienen una importancia bastante relevante en el proyecto, en este caso como en otros predomina especialmente el volumen de aulas respecto el volumen total, pero a diferencia de otros proyectos el volumen tanto de la administración como del gimnasio disminuye claramente, pese a que la capacidad es mayor que en otros proyectos, y también el volumen total del centro; por ese motivo puede ser que se haya producido una minoración del porcentaje de cada uno de ellos, debido al aumento del volumen total sobretodo en altura.

La proporción de las aulas o de los espacios servidores respecto los espacios de circulación es mucho mayor, pero esto es por lo que se ha comentado con anterioridad, que estos aumentan cuando incrementamos las plantas del centro.

En ultimo lugar encontramos los espacios sirvientes, que suponen como en mucho de otros proyectos aproximadamente un 15% del volumen total, donde vemos un incremento de los lavabos debido a que contra más plantas tenemos, tienen que haber más servicios en cada una de las plantas.

Como podemos ver en la planta baja es donde se localizan la mayoría de servicios, y son las otras plantas donde predominan mayormente los espacios servidores, sobretodo las aulas.

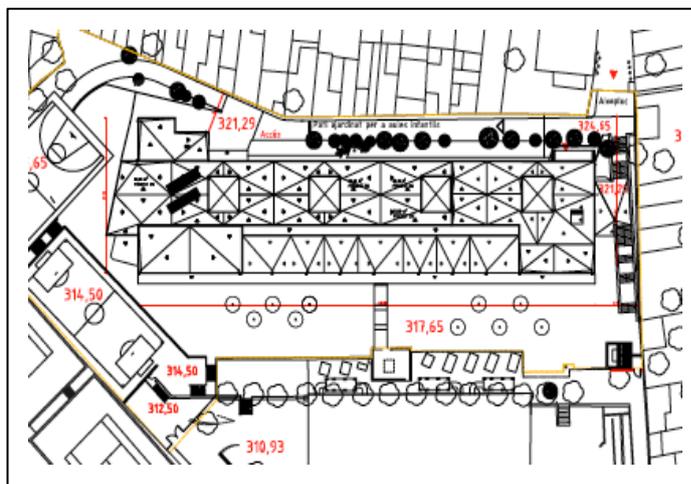
Analizando el consumo podemos ver que todo y que hay una disminución del consumo en los meses de verano, si extrapolamos a la totalidad del año, podemos ver como se mantiene bastante constante, encajando así con la afirmación que las estrategias constructivas más conservativas tienen un consumo mucho más estable sin picos durante el año. Aun así se puede observar como es uno de los consumos más elevados, debido a aumento de plantas con respecto de otros centros, siendo este el que tiene más volumen útil respecto a otros.

El consumo también puede estar relacionado con la proporción de huecos en el edificio es de un 23,78% (1041,26 m<sup>2</sup> de huecos respecto a 4378,51 m<sup>2</sup> de fachadas), se puede observar como es un porcentaje bastante ajustado a la media de otros centros, donde podemos ver que el mayor porcentaje de estas aberturas es en las fachadas interiores al patio, a diferencia de la fachada principal por donde se produce el acceso, que es ahí donde encontramos la fachada más opaca, resultando así las otras mucho más permeables.

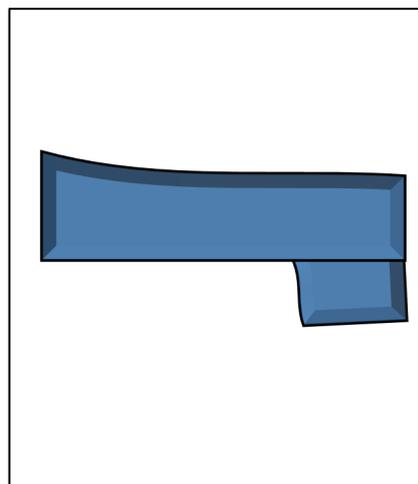
La orientación también puede afectar en el consumo debido a las pérdidas energéticas que se puede producir, y también la captación de la radiación solar que podamos tener según la orientación y las aberturas que tengamos en cada una de las fachadas; en este caso vemos como el equilibrio entre todas las fachadas es de manera constante aunque con una pequeña desviación o una tendencia constructiva de las fachadas y su extensión hacia el norte y el sur.

## 12.9-Ficha nº9 (CEIP El sol i la lluna)

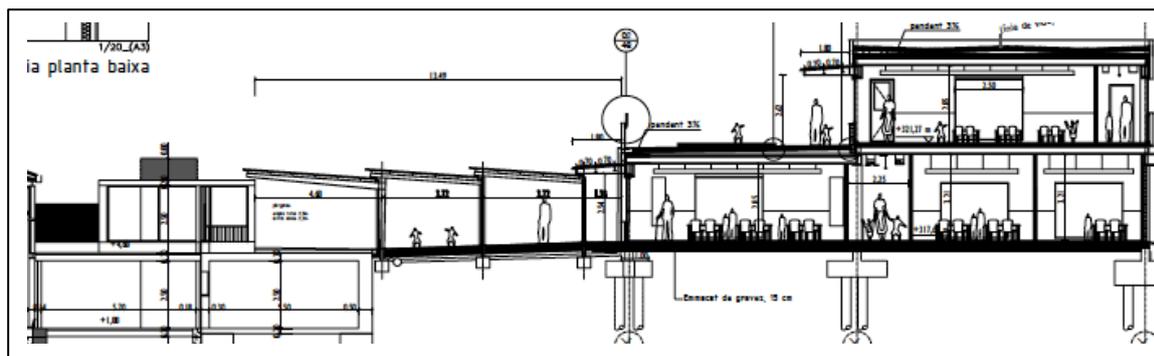
<b>Nombre del centro</b>	CEIP Bellpuig – Zer els Munts
<b>Año de licitación</b>	2004
<b>Año de finalización de las obras</b>	2006
<b>Localización</b>	Sant julià de Vilatorça
<b>Zona climática e índice de radiación</b>	D1-II
<b>Formación del centro</b>	Infantil y primaria ( 2 líneas)
<b>Orientación del edificio</b>	Norte-Este



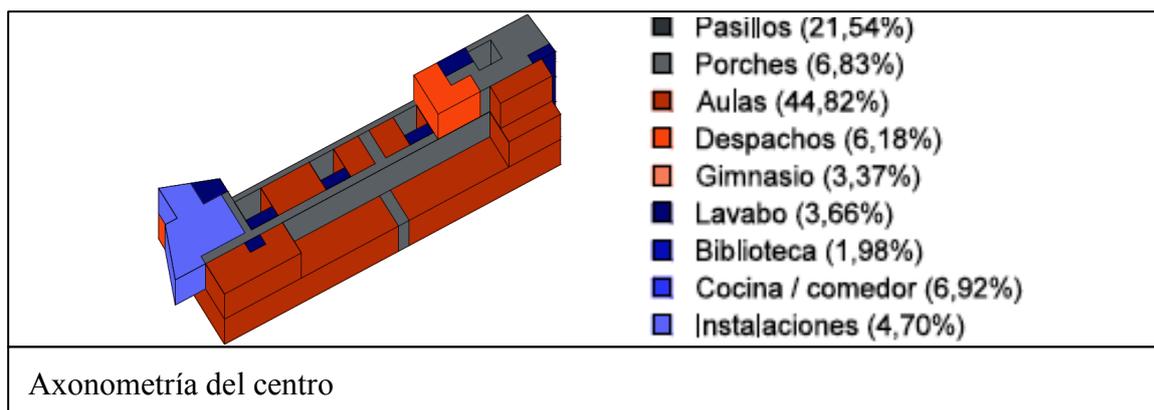
Planta general del centro



Matriz de clasificación 1002



Sección del centro



Axonometría del centro

## **Descripción funcional**

En primer lugar nos fijamos en el solar y en el entorno en el que esta situado el edificio; si nos fijamos en el solar podemos ver como tiene una forma alargada en el sentido norte-oeste, y una pendiente pronunciada en el sentido sud-oeste.

Este terreno esta situado en el extremo sud-oeste de la población, justo por donde empieza la carretera de Sant Llorenç; el cual forma parte de una zona deportiva municipal coincidiendo con unas antiguas piscinas que se encuentran en desuso, eso significa que térmicamente se ha de tener en cuenta que espacios se encuentran anexos en este espacio que no tiene ningún uso.

El edificio consta de 3 plantas como se puede ver tiene un volumen parecido al anterior centro que estábamos analizando, donde tal y como encontrábamos en el caso anterior que la zona de infantil podía ser usada de forma independiente de la totalidad del centro, pudiéndole dar en un futuro un uso diferente del que tiene actualmente, en este caso encontramos algo parecido en la biblioteca, donde esta se plantea con un sistema de accesos que permiten en el caso que fuera conveniente, que pudiera ser utilizada fuera del horario lectivo, dando el uso que se crea conveniente.

La forma que tiene el edificio es alargada y la altura no supera los 10 metros, el acceso principal se produce por la calle del pasaje el cual tiene 25 metros de largo y 4,70 de ancho. El acceso secundario se realiza por la calle de Sant Feliu, el cual se encuentra al lado del pabellón que se ha comentado con anterioridad; este acceso se utiliza para el acceso de transporte rodado como por ejemplo cuando llegan los niños a la escuela en autobús, es el acceso más factible para dicha actividad.

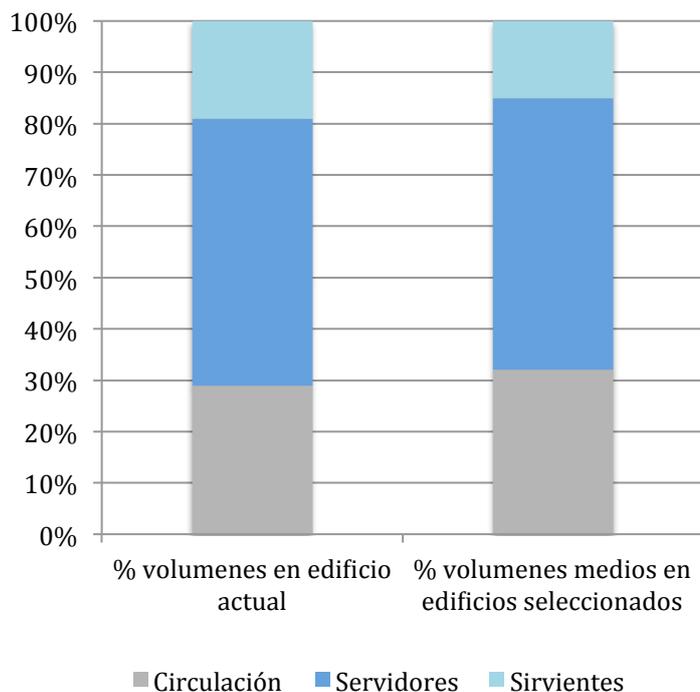
En este caso el centro no tendrá construido un gimnasio o una sala de actos, sino que se hará servir el pabellón, aun así si que cuenta con vestidores. En términos generales, las dos plantas coinciden con los dos grandes volúmenes del programa funcional.

En la planta baja encontramos todo el programa de aulas de primaria, y en planta toda la zona infantil; en esta planta también se acoge el acceso principal, las áreas administrativas y la sala de profesores.

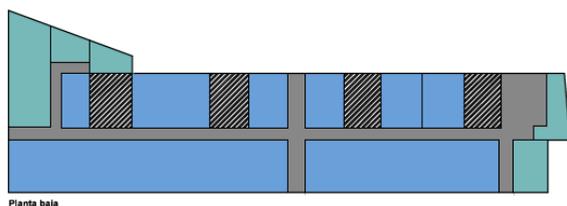
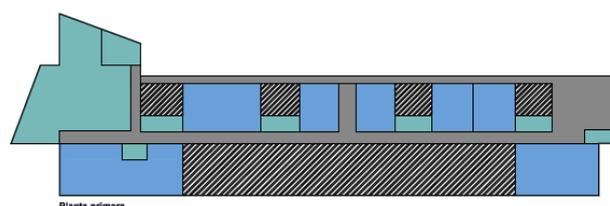
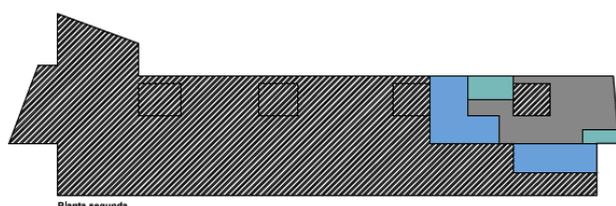
En la primera planta en el extremo norte podremos encontrar el comedor y la cocina, y en el extremos sud podemos encontrar la secretaria, la biblioteca y la zona destinada a la ampa.

En la segunda planta encontramos los vestidores en el extremo norte y justo encima de la cocina, y en el extremo sud podemos encontrar toda la zona de instalaciones como por ejemplo para la calefacción de todo el centro.

A parte de los accesos principales del centro, también podemos encontrar de otros exteriores como puntos de conexión entre las plantas superiores y el patio des del exterior, para mejorar así las circulaciones a lo largo de todo el centro, y crear otro tipo de recorridos o circuitos que no sean los principales.

**Gráficos referentes al interior del edificio**

	Edificio actual	Media edificios	Diferencia
<b>Pasillos</b>	22 %	17 %	+5,00
<b>Porches</b>	7 %	15 %	-8,00
<b>Aulas</b>	43 %	36 %	+7,00
<b>Despachos</b>	6 %	7 %	-1,00
<b>Gimnasio</b>	3 %	10 %	-7,00
<b>Lavabos</b>	4 %	4 %	+0,00
<b>Biblioteca</b>	2 %	3 %	-1,00
<b>Coc./Com.</b>	7 %	7 %	+0,00
<b>Instala.</b>	6 %	1 %	+5,00
<b>Circula.</b>	29 %	32 %	-3,00
<b>Servidores</b>	52 %	53 %	-1,00
<b>Sirvientes</b>	19 %	15 %	+4,00

**Distribución en planta**

- Espacios servidores
- Espacios sirvientes
- Espacios de circulación
- Espacios sin uso

**Repartición del % del volumen en las distintas plantas del centro**

	Circulación	Servidores	Sirvientes
m <sup>3</sup> PB	1368 m <sup>3</sup>	3283 m <sup>3</sup>	274 m <sup>3</sup>
% m <sup>3</sup> PB	15 %	36 %	3 %
m <sup>3</sup> P1	821 m <sup>3</sup>	1641 m <sup>3</sup>	1094 m <sup>3</sup>
% m <sup>3</sup> P1	9 %	18 %	12 %
m <sup>3</sup> P2	365 m <sup>3</sup>	0 m <sup>3</sup>	274 m <sup>3</sup>
% m <sup>3</sup> P2	4 %	0 %	3 %

### **Análisis térmico**

Los espacios siguen siendo agrupados según su categoría de uso, o su carga térmica interior, como se puede observar todas las aulas quedan agrupadas entre ellas tanto en la planta baja como en la planta piso, ubicando en los extremos del edificio principal los servicios más secundarios que no tienen tanta demanda térmica continua a lo largo del día, como por ejemplo serán los lavabos, vestidores, cuartos de instalaciones, donde también se sitúan las circulaciones o las cajas de escalera que conectan las plantas del centro.

Aun así se puede observar que debido a la geometría del edificio que es alargada, no todas las aulas se pueden colocar orientadas hacia una que sea óptima o que nos interese; en el caso de la planta baja se puede ver como las aulas quedan orientadas a norte y a sur, dejando así un espacio intermedio interior de circulación, el cual no tiene ninguna demanda energética, pero quedará estabilizado por los dos volúmenes de aula que tiene a cada uno de sus lados, aun así posteriormente veremos si se producen problemas lumínicos.

En cambio en la segunda planta se sigue una estrategia diferente, estas aulas quedan orientadas todas hacia el norte, ya que la superficie con la cual contamos nos lo permite que sea de esta manera; en la fachada más fría que sería la sur es donde encontramos el espacio de circulación que nos conecta los diversos espacios o volúmenes de aulas, este espacio intermedio tendrá un funcionamiento de espacio tampón, es decir, un espacio que térmicamente gradúa la temperatura exterior con la que encontramos en el interior, minorizando el puente térmico que hay de un lado a otro del cerramiento.

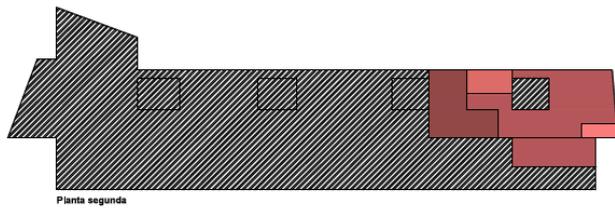
En la distribución térmica también podemos destacar los patios interiores que encontramos a lo largo de la distribución de la planta del centro; estos patios quedan intercalados tanto en la planta baja como en la planta piso entre las aulas que están orientadas al norte, gracias a estos patios podemos conseguir una ventilación cruzada mayor en el interior de las aulas, a parte de dobles reflexiones de radiación solar cosa que nos favorecerá en invierno cuando queramos captar un mayor índice de radiación solar.

También estos patios interiores en planta baja nos ayudarán a captar radiación al interior de la zona de circulación, que es un espacio que sino fuera por los patios interiores no tendría ninguna aportación térmica, gracias a estos podemos modular la energía que queremos captar dentro de estos, calefactándolos en invierno cuando tenemos menos energía calorífica en este espacio que tiene una circulación intermitente.

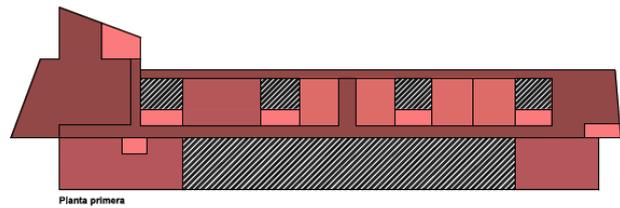
El núcleo de escalera en ambos extremos de la distribución del centro junto con los patios que estamos analizando, favorecerán la ventilación cruzada a lo largo de todo el centro, aunque no de forma tan efectiva al tener pasillos tan largos, aun así estos tienen una geometría completamente lineal, lo que facilitará más este efecto, es decir, no tendremos ningún obstáculo de por medio.

Más adelante también analizaremos las protecciones pasivas que utiliza el centro para la regulación térmica interior, aunque también hay otra tecnología utilizada como sensores de temperatura, los cuales quedan regulados según las necesidades térmicas de los usuarios.

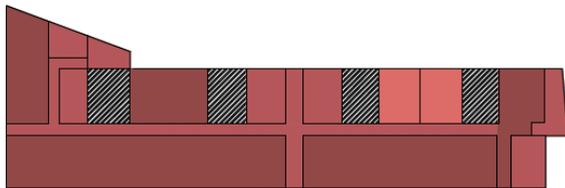
## Gráficos de transmisión de temperatura



Planta segunda



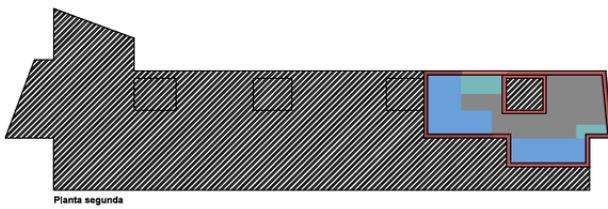
Planta primera



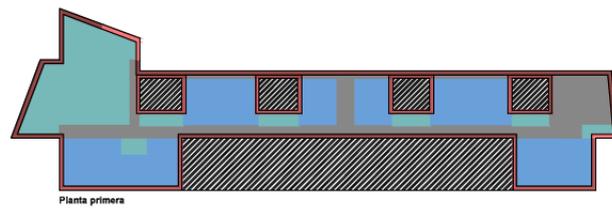
Planta baja



Carga calorífica total en Kcal/h	
<span style="color: #FF69B4;">■</span>	< 1000 Kcal/h perdida total
<span style="color: #FF4500;">■</span>	1000 kW < 4000 Kcal/h per. total
<span style="color: #8B0000;">■</span>	4000 kW < 7000 Kcal/h per. total
<span style="color: #4B0082;">■</span>	> 7000 Kcal/h perdida total



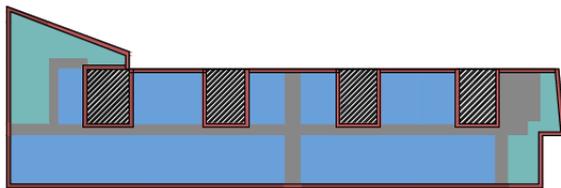
Planta segunda



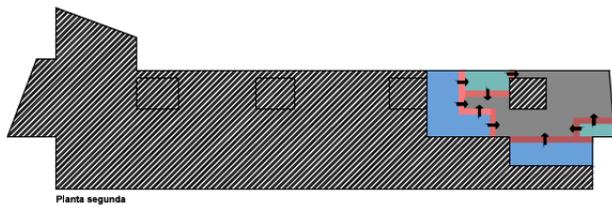
Planta primera



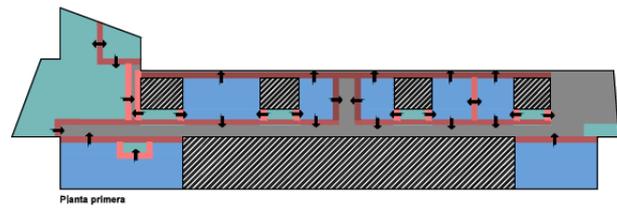
TAE (Transmisión ambiente exterior)	
<span style="color: #FF69B4;">■</span>	< 1000 Kcal/h perdida exterior
<span style="color: #FF4500;">■</span>	1000 Kcal/h < 2000 Kcal/h p. ext.
<span style="color: #8B0000;">■</span>	2000 Kcal/h < 3000 Kcal/h p. ext.
<span style="color: #4B0082;">■</span>	> 3000 Kcal/h perdida exterior



Planta baja



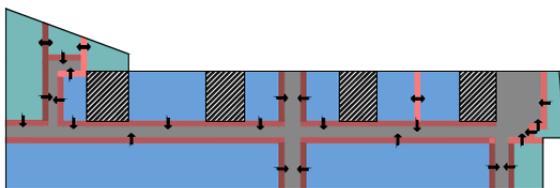
Planta segunda



Planta primera



TOL (transmisión otros locales)	
<span style="color: #FF69B4;">■</span>	< 1000 Kcal/h perdida interior
<span style="color: #FF4500;">■</span>	1000 Kcal/h < 2000 Kcal/h p. int.
<span style="color: #8B0000;">■</span>	2000 Kcal/h < 3000 Kcal/h p. int.
<span style="color: #4B0082;">■</span>	> 3000 Kcal/h perdida interior



Planta baja

## Análisis lumínico

Fijándonos en el entorno del edificio, este está completamente urbanizado, se encuentra totalmente dentro de la trama urbana, excepto por la parte oeste del terreno, aunque es ahí donde no tenemos ningún linde con el centro actual; estas viviendas plurifamiliares que encontramos alrededor pueden arrojar algún tipo de sombra en el interior, cosa que puede provocar que tengamos menos captación solar, sobretodo en invierno que es cuando la altura solar es menor.

En la fachada principal como en muchos otros casos encontramos que es la que tiene menos aberturas, únicamente en la zona de las aulas que dan hacia el norte, para captar el asoleamiento necesario. Es la fachada que da al patio la más translúcida, con la que consta con más aberturas sobretodo en la planta baja, que es donde a parte también encontramos más accesos, ya que se encuentran las aulas de infantil, que a parte de generar este acceso más rápido, también necesitamos tener una mayor captación solar que en sitios que son solo de circulación.

La captación solar en las zonas de tránsito se realizarán de dos maneras distintas en un mismo proyecto, en primer lugar en la planta baja encontramos que el pasillo se encuentra en medio del volumen, entre dos zonas de aulas, lo que dificultará mayormente la iluminación, por eso existe la creación de los patios interiores que son los que nos ayudarán a iluminar de manera natural este espacio; en cambio en la planta primera donde encontramos que este pasillo se encuentra pegado a la fachada principal, captamos la radiación de manera directa, es decir, a través de las ventanas, y no a través de ningún espacio aun así en los laterales de ambos casos encontramos ventanales alargados de manera vertical para captar más ángulo solar a lo largo de todo el día.

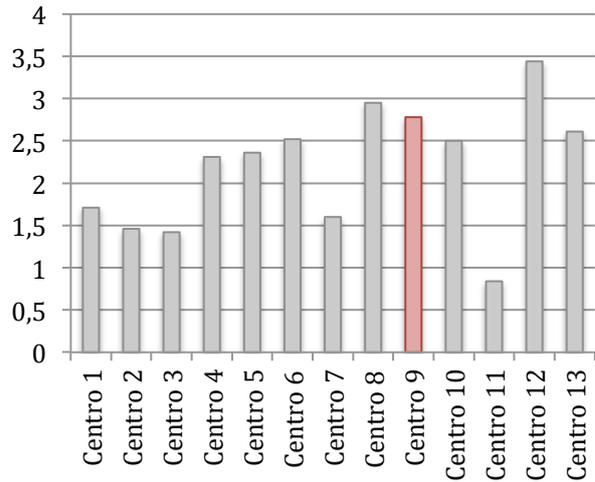
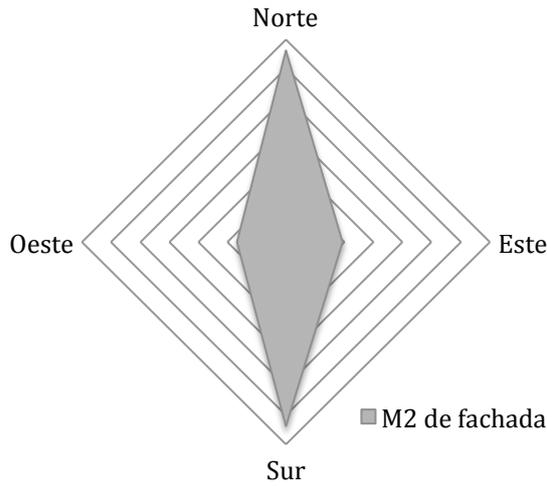
Son estos espacios intermedios que encontramos los que iluminarán el interior, eso se realizará tal y como podemos ver en la imagen contigua, donde la luz penetra al interior y es recirculada a través de reflexiones y de paneles que controlan esta reflexión, esto también es un método de protección



pasiva ya que únicamente penetra la iluminación al interior dejando fuera una radiación directa que nos caliente el espacio en exceso en verano.

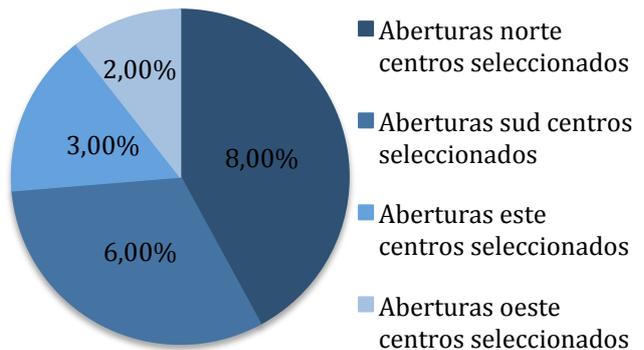
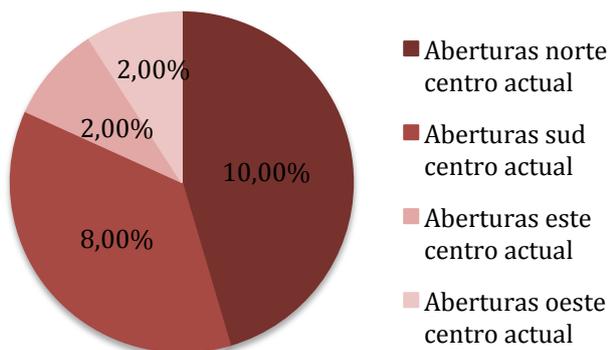
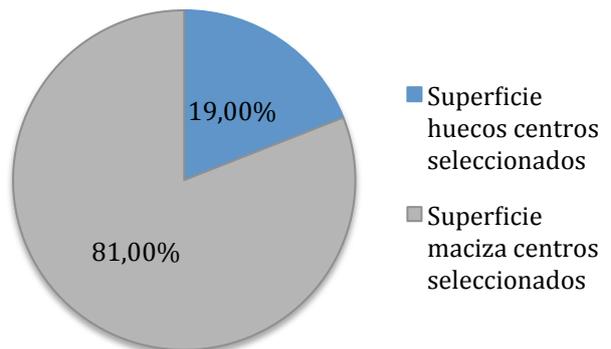
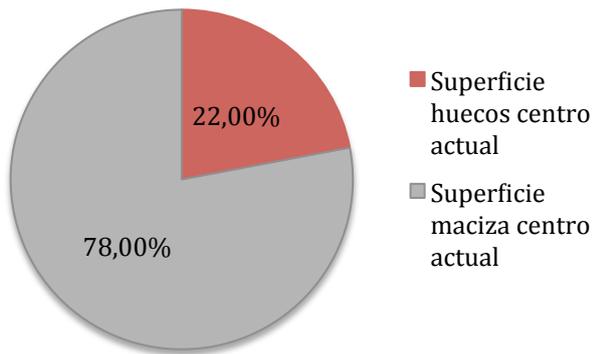
Otras protecciones pasivas de control lumínico que podemos encontrar son las típicas de otros proyectos, como lamas ajustables en las ventanas o los porches tanto en los diferentes accesos al centro, como los accesos del patio al interior.

**Gráficos referentes a la piel del edificio**

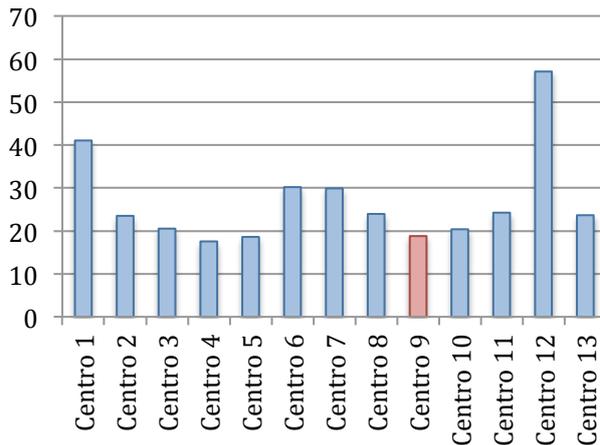


Unidades de compactidad de los centros

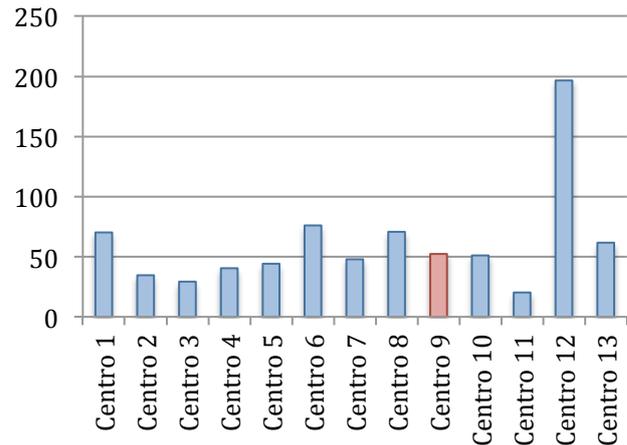
	<b>M<sup>2</sup> por fachada</b>
<b>Norte</b>	661
<b>Sur</b>	637
<b>Este</b>	195
<b>Oeste</b>	167



**Gráficos referentes a la ocupación del centro**

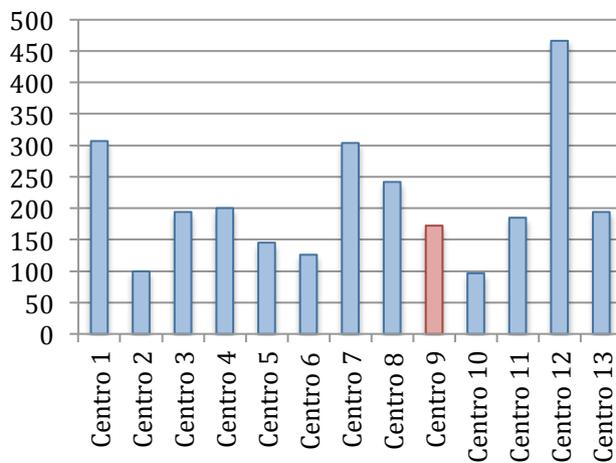


Ratio de ocupación de m3 por persona sin aplicar la compacidad (m3/p)

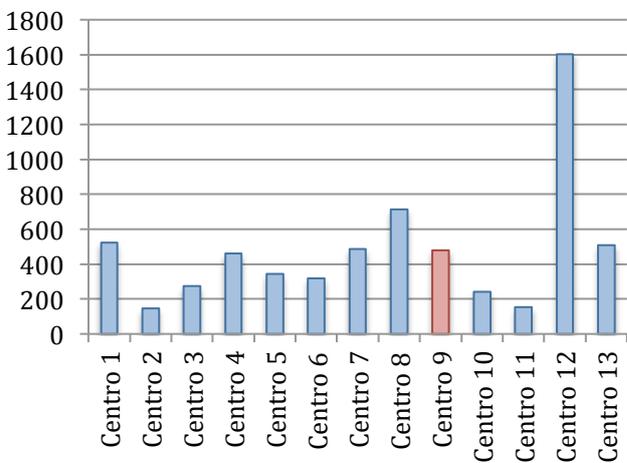


Ratio de ocupación de m3 por persona aplicando la compacidad (m3/p)

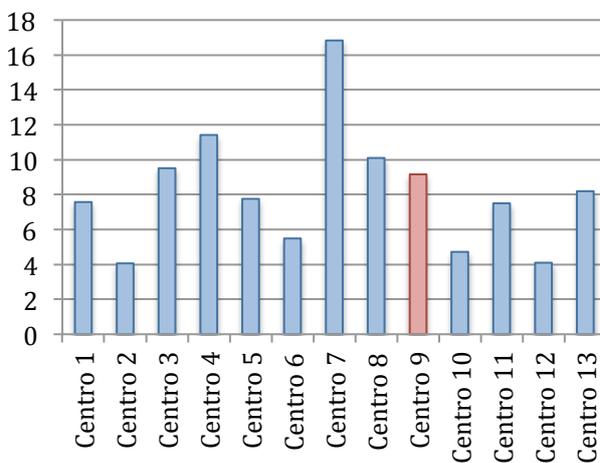
**Gráficos referentes al consumo energético**



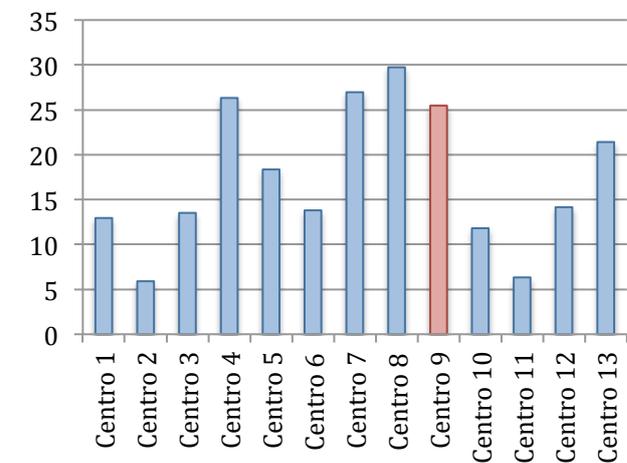
kWh medio anual por persona sin aplicar la compacidad (kWh/p)



kWh medio anual por persona aplicando la compacidad (kWh/p)



kWh medio anual por m3 útil sin aplicar la compacidad (kWh/m3)



kWh medio anual por m3 útil aplicando la compacidad (kWh/m3)

■ Datos de centro actual  
 ■ Datos de centro con misma matriz de clasificación

### **Análisis de los resultados**

En primer lugar podemos observar como la ocupación que marca la Generalitat de Cataluña sobre el centro que es de 650 alumnos en el total del centro, la ocupación que hay actualmente es de 450 alumnos y una cantidad de 35 empleados; aproximadamente supone un porcentaje que se encuentra dentro de la media de densidad del centro, aun así es una densidad aceptable para el centro. Contra más densidad tenga el centro más eficiente se vuelve, siempre y cuando esto no suponga un crecimiento exponencial para el consumo relativo por parte de las instalaciones.

Por lo que hace referencia a la distribución de volúmenes, en primer lugar podemos observar como los espacios de circulaciones se mantienen en la media de aproximadamente  $\frac{1}{4}$  del volumen total del centro, pero en este en concreto podemos observar dos factores; en primer lugar el crecimiento del volumen de los pasillos debido al aumento de plantas, donde por cada planta que se construye serán necesarios nuevos espacios de circulación como es caleras o pasillos, no siendo igual si se construye de forma horizontal que se pueden aprovechar los espacios preexistentes.

Y en segundo lugar podemos ver como no hay una gran cantidad de porches, esto puede ser debido a que la zona de juego infantil no se encuentra de manera completamente anexa al edificio principal como en otros casos, sino que están se encuentra dentro del limite del terreno pero no estando conjunto, lo que minora la cantidad de porches que deben haber en estas zonas.

Por lo que hace referencia a los espacios servidores una vez más suponen la mayoría del volumen de la totalidad del centro, aunque en este caso la mayoría suponen las aulas, más que en ningún otro caso, esto es debido a que en este centro la zona administrativa es mucho menor y no hay gimnasio, ya que este se encuentra exterior al centro y lo único que hay es la zona de vestidores, que en relación en otros proyectos es mucho mayor, debido a que no tenemos este volumen que es el gimnasio.

En ultimo lugar encontramos los espacios sirvientes, que suponen como en mucho de otros proyectos aproximadamente un 15% del volumen total, donde una vez más como en el caso anterior vemos un incremento de los lavabos debido a que contra más plantas tenemos, tienen que haber más servicios en cada una de las plantas.

Lo primero que observamos es que al igual que en planta baja es donde encontramos la mayoría de servicios, sobretudo los servidores, es en la planta segunda donde prácticamente lo único que encontramos son espacios sirvientes que quedan conectados con un porcentaje de espacios de circulación, pero esto es debido a que la superficie de esta planta es mucho menor que en otros casos. A proporción, la primera planta si que consta con muchos menos servicios que la planta baja, ya que hay una menor cantidad de aulas.

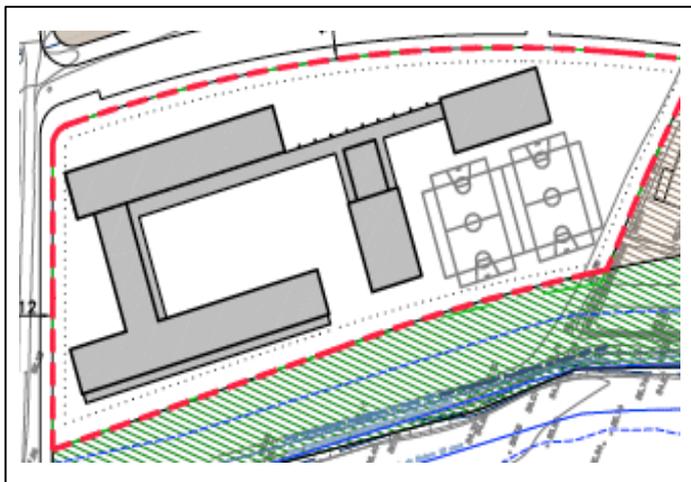
Pese a seguir una estrategias más conservativa que en otros proyectos encontramos que el consumo no se mantiene de forma lineal, y mucho menos en verano, donde encontramos que hay mucho menos consumo que a lo largo del año, esto sucede en muchos centros ya que durante esta época no tienen consumo, ya que muchos no están abiertos, pero además la mayoría de centros no cuentan con una climatización artificial, sino que cuentan con la ventilación cruzada.

El consumo también puede estar relacionado con la proporción de huecos en el edificio es de un 21,87% (717,62 m<sup>2</sup> de huecos respecto a 3280,55 m<sup>2</sup> de fachadas), como se puede ver se encuentra dentro de la media de huecos de 20-25% de la superficie total de las fachadas, y podemos ver como es en las fachadas que dan las patio las que son más permeables debido a que suele ser donde se encuentran la mayoría de las aulas.

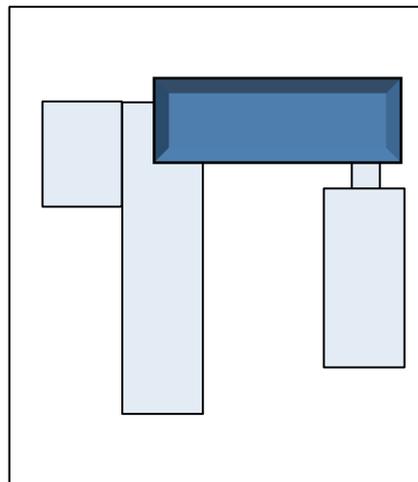
La orientación también puede afectar en el consumo debido a las pérdidas energéticas que se puede producir, y en este caso debido a su orientación encontramos que la mayor superficie de fachadas se encuentran en el norte y en el sur, que son las fachadas donde encontramos mayor tiempo de asoleamiento, en cambio el este y el oeste es donde tenemos menor superficie y esto no tendrá ningún efecto térmico al interior, porque como hemos dicho las fachadas más calientes son el norte y el sur.

## 12.10-Ficha nº10 (CEIP Josep Boada)

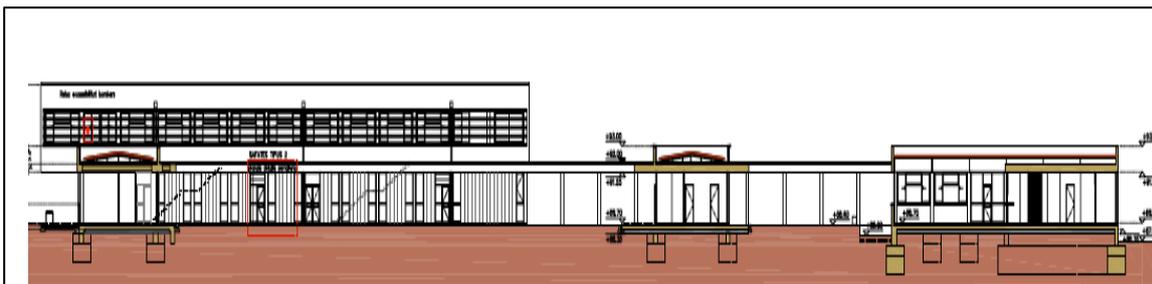
<b>Nombre del centro</b>	CEIP Bellpuig – Zer els Munts
<b>Año de licitación</b>	2004
<b>Año de finalización de las obras</b>	2006
<b>Localización</b>	Sant Julià de Vilatorrada
<b>Zona climática e índice de radiación</b>	D1-II
<b>Formación del centro</b>	Infantil y primaria ( 2 líneas)
<b>Orientación del edificio</b>	Norte-Este



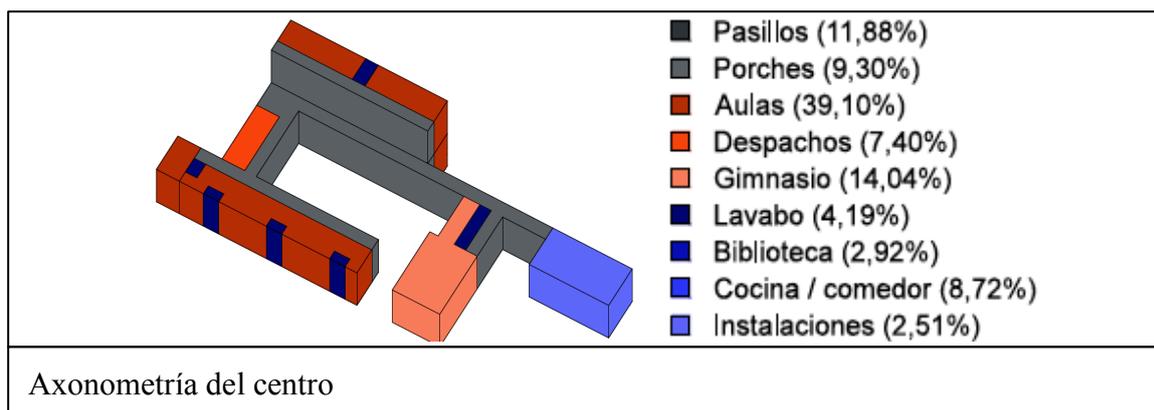
Planta general del centro



Matriz de clasificación 1502



Sección del centro



Axonometría del centro

## **Descripción funcional**

El solar tiene una forma de paralelepípedo ligeramente deformado y de cuatro lados, situado en una zona de la ensanche en el extremos sud-este del núcleo urbano y que estaba ocupada por una zona verde. El solar se encuentra delimitado por calles y avenidas, que son bastante concurridas con una circulación constante.

El edificio pretende organizarse en diferentes módulos, con las características pertinentes a un CEIP de dos líneas, aunque la zona de primaria cuenta con una única línea educativa. Será esta zona de educación infantil la que intenta articular los espacios a partir del patio de juegos principal, el cual podemos observar que queda configurado como el cuerpo principal del centro, siendo así un espacio rodeado por los diferentes volúmenes o módulos que configura este centro, donde más adelante analizaremos las aportaciones que esto nos puede aportar al proyecto.

La disposición volumétrica de la edificación intenta por lo tanto, definir de manera formal y funcional al patio principal y a los diferentes espacios exteriores con los que contamos, articulándose alrededor de ellos; de manera que se puede decir que el edificio queda compuesto por cinco volúmenes diferentes los cuales tendrán una función distinta.

Los tres primeros volúmenes principales serán los que incluyen dentro de ellos la zona de educación infantil, educación primaria y la administración del centro, son estos volúmenes los que configuran el patio principal, los patios de educación infantil y los accesos tanto de primaria como de infantil, a la vez que definen una relación del centro con el entorno urbano en el que queda incorporado este centro.

Los otros dos volúmenes quedan destinados a los espacios sirvientes como por ejemplo serían el comedor, la cocina, entre otros; los cuales podemos observar que quedan alejados de los primeros volúmenes dando lugar así a futuras ampliaciones en caso de que esto fuera necesario; al mismo tiempo que también acaban de configurar la zona del patio principal y definen la entrada a la zona deportiva del centro.

El cuerpo del gimnasio tal y como podemos observar, tiene un tratamiento en su parte baja, haciéndolo completamente transparente, o cual permite la conexión visual entre el patio y la pista polideportiva.

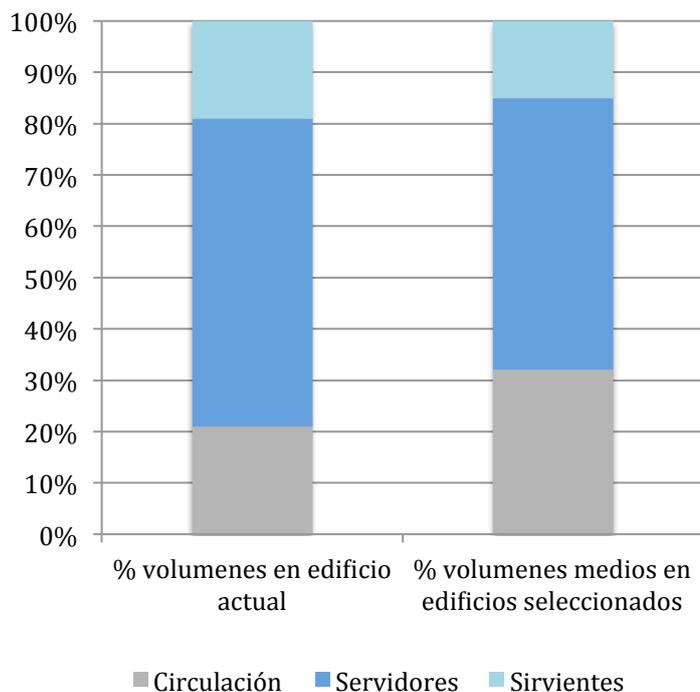
La orientación que se propone para los diferentes espacios respecta, por lo general, las orientaciones que se recomiendan para las construcciones de los centros docentes.

Las aulas de infantil tienen una orientación sur-oeste, y disponen de un porche, aulas exterior y lavabos, que permiten la relación visual entre el patio y las aulas.

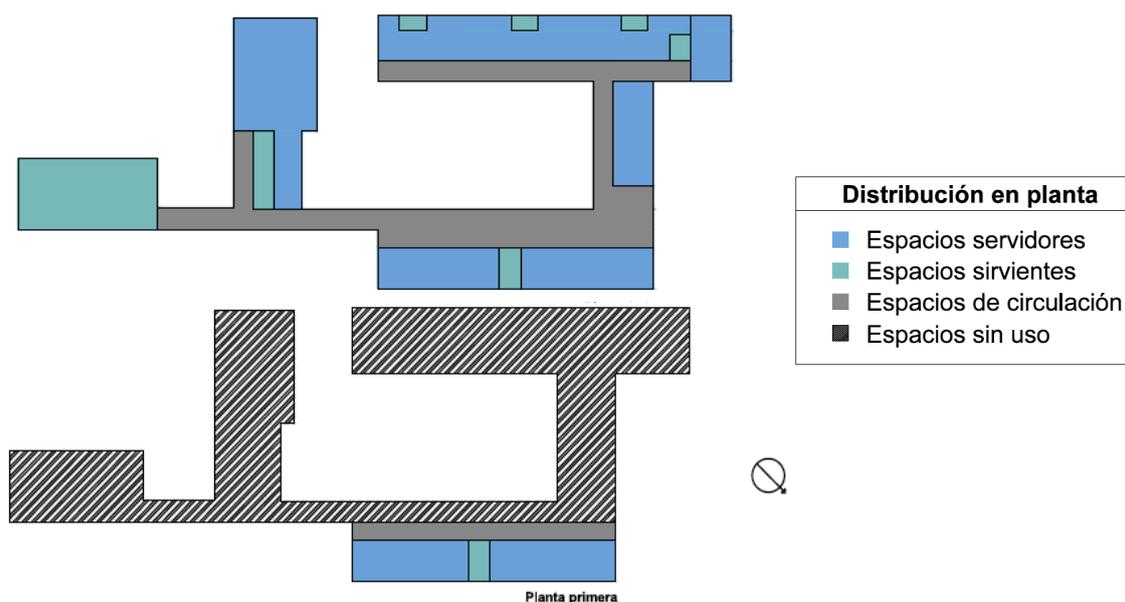
Las aulas de primaria se disponen en el volumen de la planta piso y tienen una orientación norte-este y cuentan con protecciones “brise soleil” y se abren a un espacio de circulación, íntimamente conectado con el patio, el cual pretende ser mucho más que un pasillo, sino un espacio de relación.

Las aulas especiales se sitúan por debajo del cuerpo de las aulas de primaria, obteniendo así una circulación similar a la que se proponía en el caso anterior, conectada mediante un amplio porche que da directamente al patio central que articula el centro

Por último el volumen del cuerpo de aulas sobre el que encontramos las aulas especiales, permite generar un espacio de acceso protegido y formalmente adecuado por su función de acceso principal, todo y que el centro dispone de un acceso completamente independiente para el sector de la zona infantil, el comedor y gimnasio.

**Gráficos referentes al interior del edificio**

	Edificio actual	Media edificios	Diferencia
Pasillos	12 %	17 %	-5,00
Porches	9 %	15 %	-6,00
Aulas	39 %	36 %	+3,00
Despachos	7 %	7 %	+0,00
Gimnasio	14 %	10 %	+4,00
Lavabos	4 %	4 %	+0,00
Biblioteca	3 %	3 %	+0,00
Coc./Com.	9 %	7 %	+2,00
Instala.	3 %	1 %	+2,00
Circula.	21 %	32 %	-11,00
Servidores	60 %	53 %	+7,00
Sirvientes	19 %	15 %	+4,00

**Repartición del % del volumen en las distintas plantas del centro**

	Circulación	Servidores	Sirvientes
m <sup>3</sup> PB	1264 m <sup>3</sup>	3370 m <sup>3</sup>	1053 m <sup>3</sup>
% m <sup>3</sup> PB	18 %	48 %	15 %
m <sup>3</sup> P1	211 m <sup>3</sup>	913 m <sup>3</sup>	211 m <sup>3</sup>
% m <sup>3</sup> P1	3 %	13 %	3 %

## **Análisis térmico**

La agrupación de los espacios se realiza de forma modular, en un conjunto de espacios que quedan articulados por un espacio central, el cual es el patio principal, que articula la totalidad del centro, y quedan en su linde.

La agrupación de estos espacios en diferentes módulos facilitara que cada uno pueda tener su propia carga térmica, y con cada uno aplicar unos criterios diferentes tanto de iluminación como de captación de la radiación solar que sean completamente diferentes, facilitando así el ajuste de cada uno de los volúmenes a sus necesidades térmicas.

En planta baja podemos ver un primer grupo de volúmenes que sería el de las aulas las cuales tienen contacto directo con el exterior para captar la mayor radiación posible cuando lo necesitemos, quedando térmicamente dividida esta zona por un paso de circulación el cual es un pasillo que nos comunica con otras zonas que tienen un uso diferente, y menor carga térmica aportada por los ocupantes.

Dentro de este primer volumen también encontramos una zona administrativa y otra de aulas especiales, todas ellas en contacto directo con las fachadas del centro, dejando al patio interior aislado por un conjunto de zonas de circulación, sirviéndonos estos en verano como espacio tampón ya que por el interior del patio podemos tener menos captación de la radiación, aun así creando circulaciones del interior al exterior de forma más sencilla.

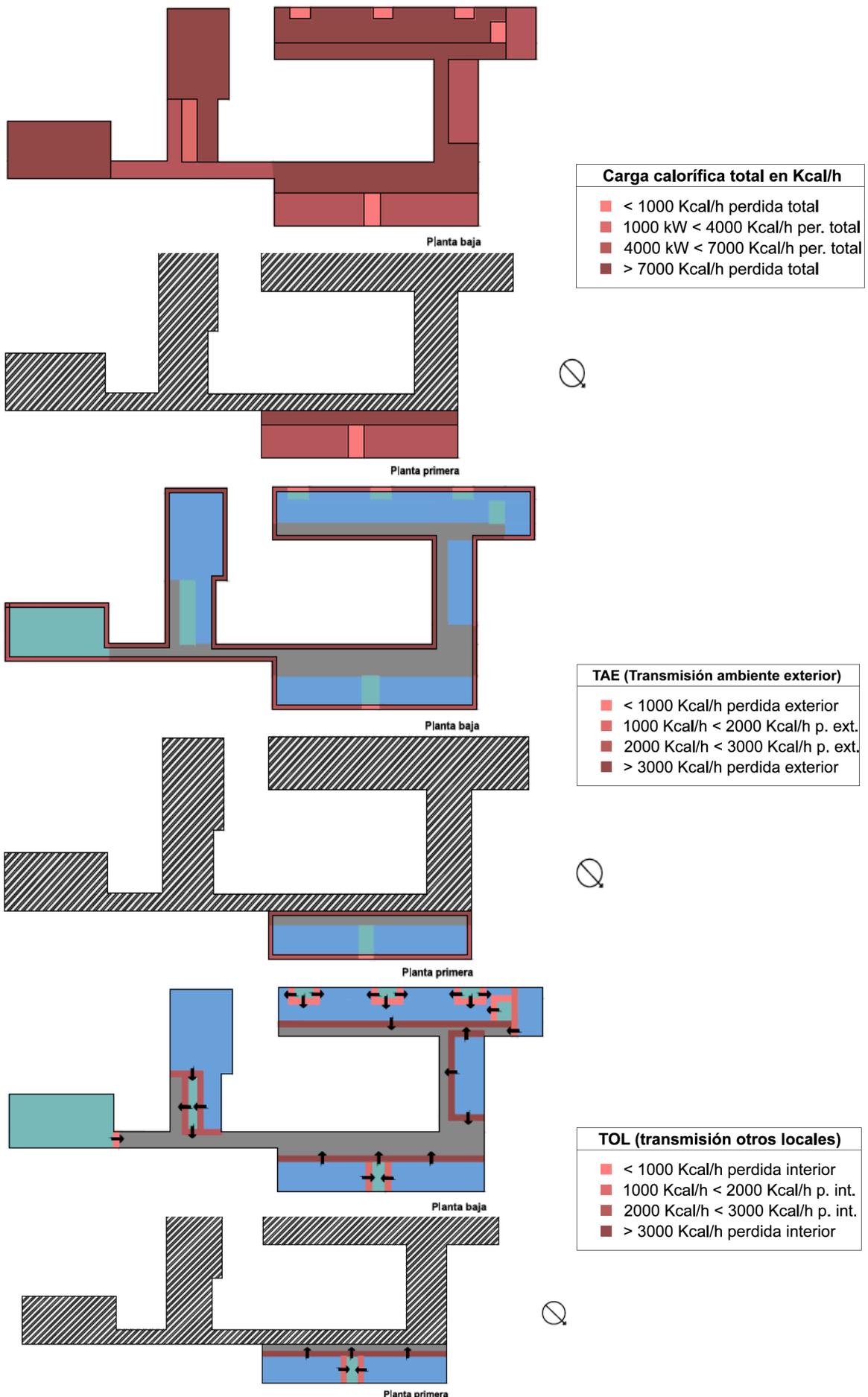
El segundo bloque de volúmenes que se genera en esta planta baja esta dedicado a espacios servidores, los cuales quedan relativamente aislados de esta volumen principal, ya que tienen un uso completamente diferente, por lo tanto no tenemos porque tener una relación térmica entre estos conjuntos de volúmenes que son diferentes, teniendo unos un uso constante a lo largo de todo el día, y otros un uso puntual o menos intenso.

En la planta piso, encontramos las aulas de primaria justo encima de las aulas especiales, haciendo así que a parte de las aulas de primaria que encontramos contiguas una al lado de la otra, mejorando así la transmisión térmica entre estos espacios, esto también se realiza de manera vertical, es decir tenemos unas aulas con un uso similar conectadas verticalmente, lo que mejorara las posibles pérdidas térmicas que se puedan producir entre espacios con usos diferentes.

El patio principal del cual se articula la gran mayoría del centro tendrá unos beneficios similares a los patios que veíamos en el proyecto anterior, los cuales quedaban intercalados entre las distintas aulas. En este caso este patio que tiene conexión con las zonas de circulación, nos ayudara a tener una captación de la radiación solar al interior de estas zonas de paso que no tienen una gran carga térmica y que además no suelen estar calefactados. Además nos favorecerá la ventilación cruzada del interior al exterior, siendo esta facilitada por la poca profundidad que tienen los módulos, mejorando así la temperatura en verano y refrescándola.

En cambio se puede observar como los espacios que no cuentan con este uso prolongado durante todo el día, y que no tienen una gran carga térmica, ya sea por este uso o por las necesidades del espacio, tienen una conexión directa con la zona deportiva, ya no solo por temas de circulaciones o de distribución funcional, sino que este patio no nos aportara tantos beneficios térmicos como suponía el anterior, aun así tampoco las necesitaremos ya que suelen ser espacios con calefacción artificial.

### Gráficos de transmisión de temperatura



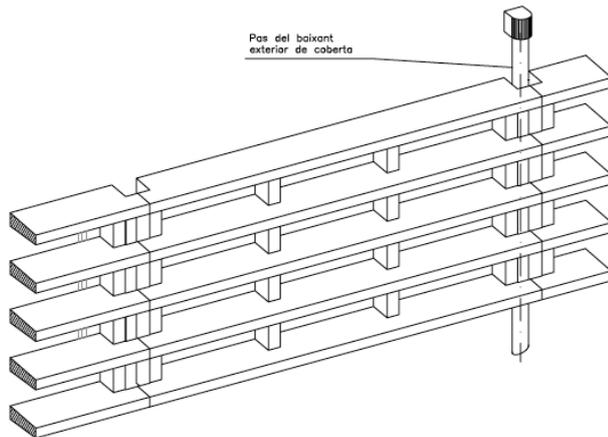
## Análisis lumínico

El entorno del centro que estamos analizando es ideal para la captación tanto de la radiación solar como para la ventilación en el interior del centro; ya que como se puede ver en la imagen adjunta, contamos con un conjunto de zonas verdes con algunas edificaciones de poca altura, que no supondrán ningún obstáculo por si nos pudieran producir sombra en el interior del edificio minorando así la captación de radiación solar, sino que además también contamos con una zona de agua, que en este caso es un río, situado aproximadamente a unos 10 metros del linde del centro.



Es esta zona de agua que nos puede aportar beneficios tanto térmicos como lumínicos, térmicamente mejorara la temperatura de las corrientes que recibamos en el edificio sobretodo en verano, y fijándonos des del punto de vista de los beneficios lumínicos, nos puede producir dobles reflexiones de la luz solar, lo cual es beneficioso para la captación únicamente de la luz y no de la radiación solar directa, sobretodo en verano.

Las protecciones pasivas que tenemos a lo largo de todo el bloque sobretodo en la primera planta, son las que vemos en la imagen contigua, son celosías de hormigón armado para la formación de “brise-soleil” exterior, formadas por paneles de dimensiones de 400x200 centímetros de cinco lamas paralelas horizontales de sección aproximada 11x45 centímetros con cuatro montantes posteriores.

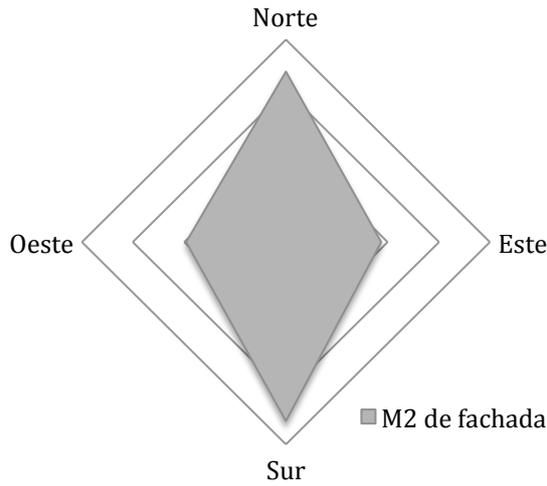


Estas lamas a diferencia de otras que encontramos en otros centros, son lamas fijas, las cuales no pueden ser reguladas para adaptarse al asoleamiento, pero ya es la forma de a cual están colocadas lo cual lo permiten, al tener la superficie lisa la luz solar que incida en las lamas, se reflejara de forma directa al interior, de tal manera que podamos captar la luz solar pero que no entre la radiación de manera directa.

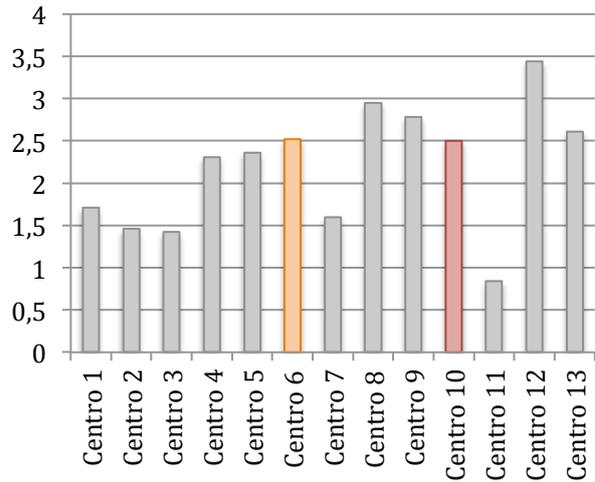
En cambio en invierno cuando el sol circula de forma más baja y con menos ángulo de incidencia, a parte de reflejarse una parte hacia el interior, otra entra de forma directa lo que nos ayudara a captar la radiación solar que calentara el espacio interior.

Lo bueno de tener el patio des del cual se articula todo el centro, es que no queda ningún tipo de espacio sin iluminar, todos los espacios ocupados dan a la fachada lo que asegura su iluminación en mayor o menor grado, y en las zonas de circulación donde normalmente no hay un uso constante, iluminamos este espacio a través de los patios interiores.

**Gráficos referentes a la piel del edificio**

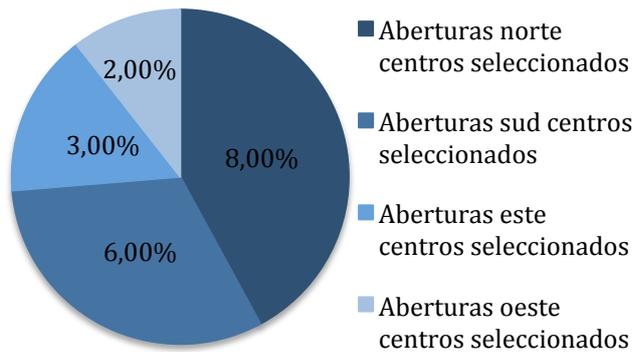
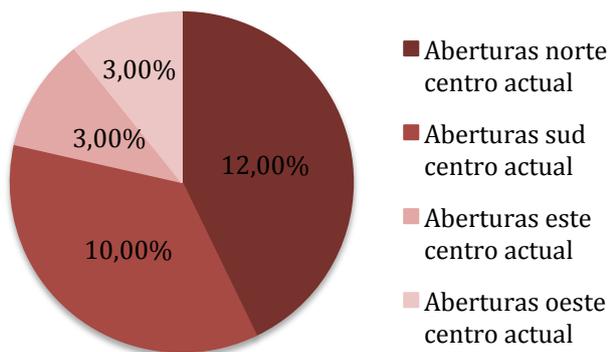
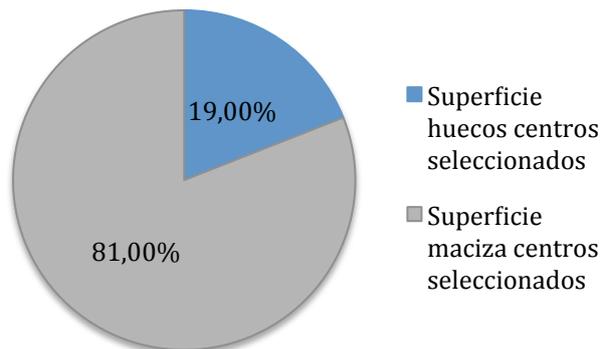
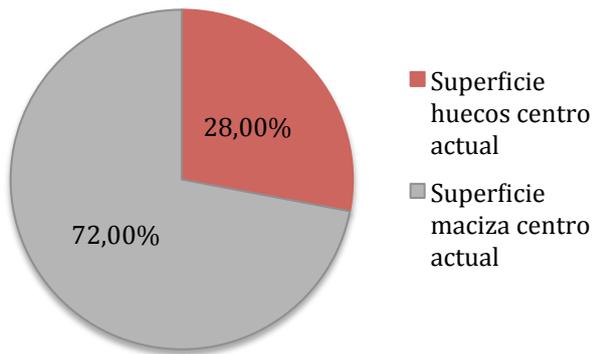


	<b>M<sup>2</sup> por fachada</b>
<b>Norte</b>	337
<b>Sur</b>	354
<b>Este</b>	187
<b>Oeste</b>	195

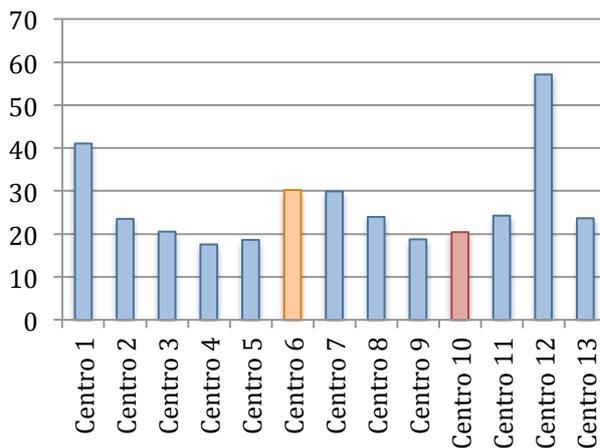


Unidades de capacidad de los centros

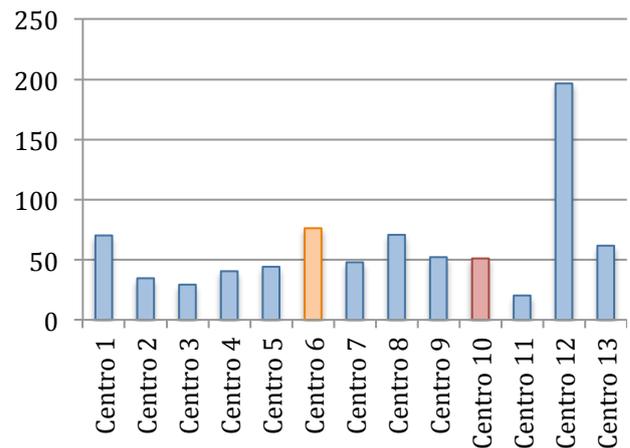
■ Datos de centro actual  
 ■ Datos de centro con misma matriz de clasificación



**Gráficos referentes a la ocupación del centro**

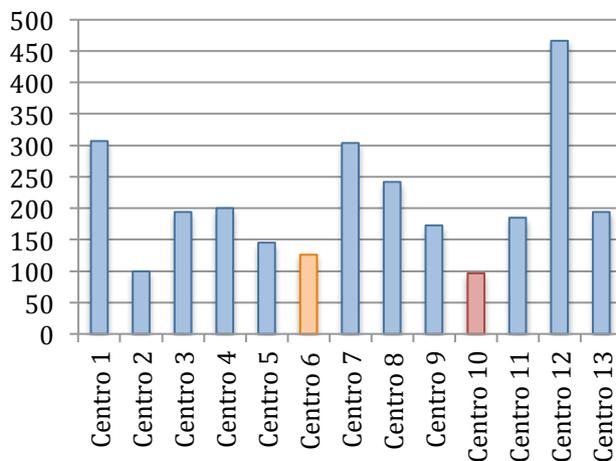


Ratio de ocupación de m3 por persona sin aplicar la compacidad (m3/p)

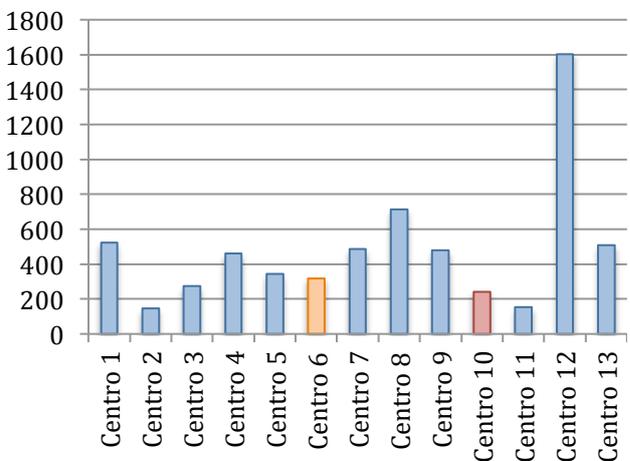


Ratio de ocupación de m3 por persona aplicando la compacidad (m3/p)

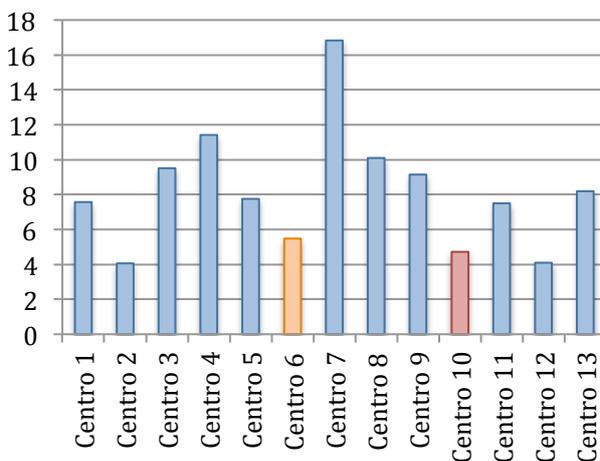
**Gráficos referentes al consumo energético**



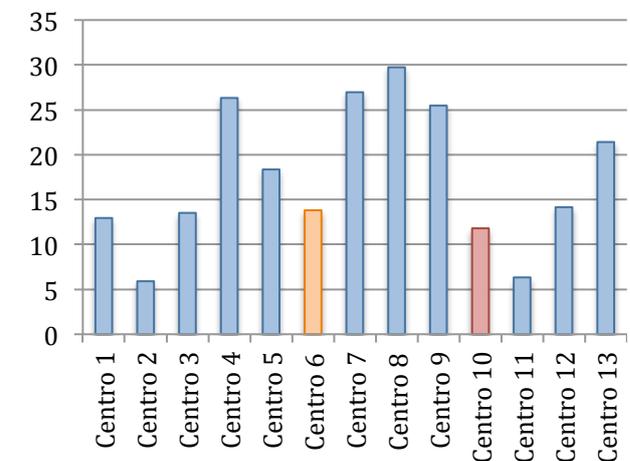
kWh medio anual por persona sin aplicar la compacidad (kWh/p)



kWh medio anual por persona aplicando la compacidad (kWh/p)



kWh medio anual por m3 útil sin aplicar la compacidad (kWh/m3)



kWh medio anual por m3 útil aplicando la compacidad (kWh/m3)

■ Datos de centro actual  
 ■ Datos de centro con misma matriz de clasificación

### **Análisis de los resultados**

En primer lugar podemos observar como la ocupación que marca la Generalitat de Cataluña sobre el centro que es de 450 alumnos en el total del centro, la ocupación que hay actualmente es de 324 alumnos y una cantidad de 20 empleados; la densidad que encontramos del centro es parecida a la del centro que hemos analizado con anterioridad como se puede observar la densidad de empleados si que es menor aunque no afecta en la ocupación de alumnos, pero si que es verdad que contra más ocupación tenemos más eficiente será el centro.

En la distribución de volúmenes podemos observar como respecto al caso anterior han disminuido las zonas de circulaciones, sobretodo la de porches, aun así tenemos un centro bastantes desconexo y con diferentes volúmenes, por eso sale de la norma común que contra más impermeable sea el centro más volumen de circulación tendremos; también es debido a que prácticamente todo el centro se extiende horizontalmente en excepción de la planta superior donde únicamente encontramos un pequeño volumen de aulas, y algún espacio de distribución.

La mayoría de volumen como es costumbre en todos los casos, y se cumple al 100% son los espacios servidores, a los que básicamente se destina el centro, en mayor cantidad encontramos las aulas que son los espacios comunes más utilizados a lo largo de la jornada, por lo tanto de los que más cantidad requeriremos; en segundo lugar a diferencia del caso anterior aquí si que contamos con un volumen dedicado al gimnasio no solo a vestuarios, por eso el porcentaje se mantiene en la media de los diferentes centros que cuentan con un espacio como el gimnasio; y por ultimo la zona administrativa que al igual que en el caso anterior podemos encontrar una disminución de esta zona al menos en su volumen respecto del total, eso puede ser debido a que siempre se mantiene un mismo volumen de dichas instalaciones en todos los centros, pero no respecto al total, sino respecto al establecido o recomendado.

Una vez más los espacios sirvientes, a excepción de dos o tres casos que hemos podido observar, supone aproximadamente un 15% de la totalidad del centro, lo que también se observa con regularidad es que al aumentar el numero de plantas también aumentara el porcentaje de volumen de lavabos con los que contamos, esto es debido a que hay una obligatoriedad de tenerlos en cada planta, y lo mismo ocurrirá con las instalaciones.

Se puede observar de forma clara, como también es obvio, que en la primera planta es donde encontramos el menor volumen de servicios, esto es debido a que prácticamente no tenemos volumen construido, únicamente tenemos una zonificación distinta por plantas, aunque se tendría que analizar la repercusión constructiva de esta planta adicional, por su utilidad, es decir, realmente es útil construir una planta más para tener separadas las zonas de infantil y de primaria, o realmente había otra solución constructiva que mejoraría esta situación.

Todo y siguiendo una estrategia constructiva mucho más permeables que en otros casos, no se observa un gran desajuste de los consumos mensuales pese a que se produzca esta situación, aun así se puede observar que tampoco es del todo regular, pero no tanto como cabía esperar en un centro que es muy permeable y ya no solo en la geometría que encontramos en planta sino también en la transparencia que hay entre los espacios, esto puede significar un buen control de la energía.

El consumo también puede estar relacionado con la proporción de huecos en el edificio es de un 28,04% (787,94 m<sup>2</sup> de huecos respecto a 2809,78 m<sup>2</sup> de fachadas), suponiendo así uno de los edificios más permeables respecto a aberturas, lo cual era de esperar, ya que el centro sigue una estrategia de transparencia, y tiene muchos espacios interiores que comunican con el exterior y necesitan de esta demanda energética, para iluminarlos de manera natural.

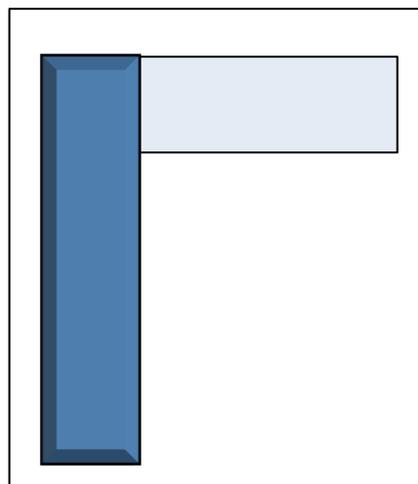
La orientación también puede afectar en el consumo debido a las pérdidas energéticas que se puede producir, en este caso encontramos una tendencia hacia el norte y el sud, debido a la cantidad de volúmenes de aulas respecto al total, y que son estas las que se optimizan con estas orientaciones, es lógico que la mayoría de la superficie de fachada quede orientada hacia estas; aun así también encontramos bastante superficie de fachada tanto a este y a oeste, debido a que el edificio no tiene una geometría tan compacta como en otros centros.

## 10.11-Ficha nº11 (CEIP Rossend Montané)

<b>Nombre del centro</b>	CEIP Bellpuig – Zer els Munts
<b>Año de licitación</b>	2004
<b>Año de finalización de las obras</b>	2006
<b>Localización</b>	Sant julià de Vilatorrada
<b>Zona climática e índice de radiación</b>	D1-II
<b>Formación del centro</b>	Infantil y primaria ( 2 líneas)
<b>Orientación del edificio</b>	Norte-Este



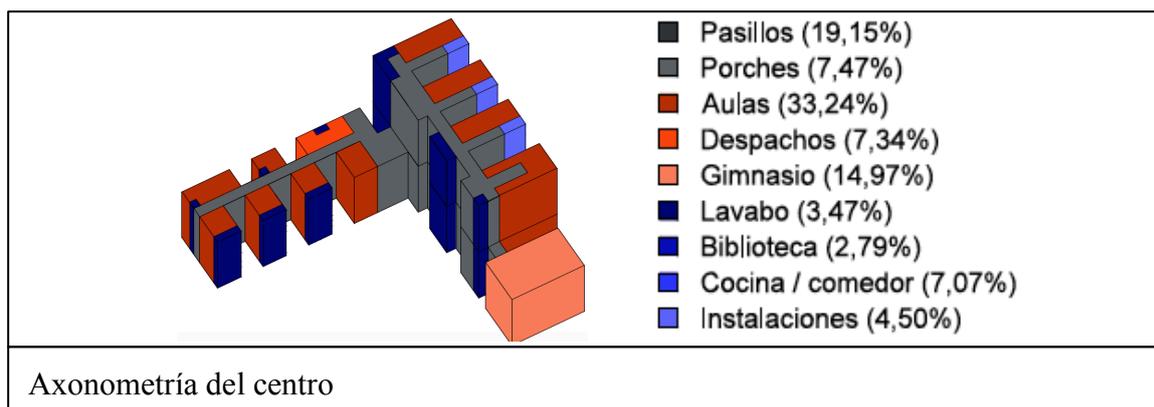
Planta general del centro



Matriz de clasificación 1503



Sección del centro



Axonometría del centro

## **Descripción funcional**

Por lo que hace referencia al entorno del proyecto que estamos analizando, podemos ver como se encuentra en el linde de la zona urbanizada, prácticamente no se encuentra dentro de la trama urbana, por el lado norte-este encontramos la trama urbanizada de viviendas unifamiliares, y en contraste en el lado sud-oeste observamos una zona no urbanizada dedicada a la agricultura.

El edificio se estructura en dos cuerpos o volúmenes principales, uno sería la zona de educación infantil y la de educación primaria, y a parte el gimnasio. La zona de infantil ocupa la parte superior del solar y se coloca en paralelo a la calle Wilson, orientado hacia el sur y presenta una disposición de tal manera que todas las aulas tienen un patio exterior propio, desarrollándose así en toda la planta baja, incluida la zona de administración del centro.

La área dedicada a la educación primaria se dispone de manera perpendicular a la zona de infantil, y se desarrolla tanto en planta baja como en planta piso, donde junto con la área de infantil y la zona de administración comparte el vestíbulo general de la escuela, el cual da acceso principal a todo el centro. Este vestíbulo se encuentra encarado al patio y se accede desde la calle mediante un porche.

Este volumen de primaria se estructura en una serie de módulos repetidos que se van separando de manera contigua con los patios transversales, como la estrategia que se sigue en la zona de infantil.

En la planta baja y en la planta superior podemos encontrar el comedor que queda directamente relacionado con la cocina, y sucesivamente se ubican las aulas especiales de primaria y la biblioteca. Son los vestuarios y el gimnasio los que acaban de rematar la serie por el lado más alejado del vestíbulo.

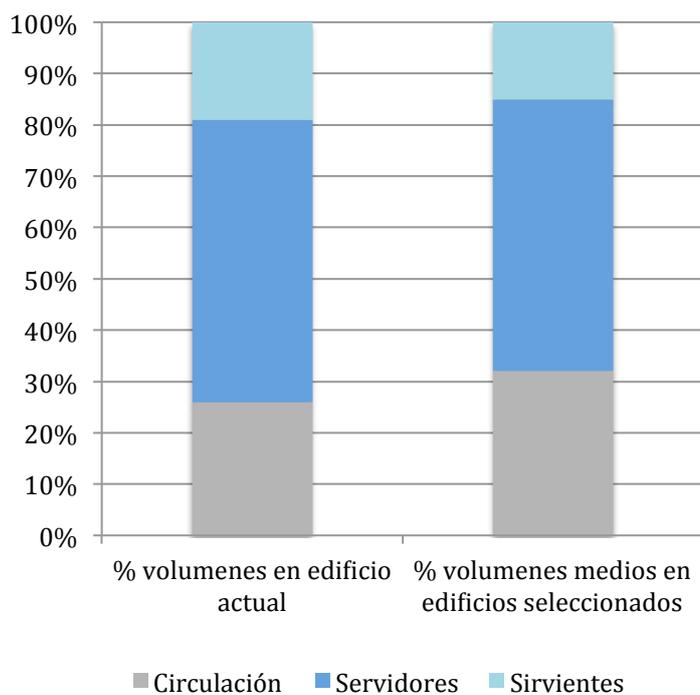
En la planta piso se disponen las aulas agrupadas de dos en dos alternadas con los patios transversales tal y como hemos comentado anteriormente, además de un pasillo longitudinal que enlaza a todos los módulos dejando una franja más estrecha a un lado donde encontramos ubicadas dos escaleras, el ascensor, los lavabos y las salas de tutoría.

Una de las escaleras es interior a la arquitectura del centro, de mientras que la otra es exterior aunque esta cubierta, creando así dos tipos de accesos distintos, según los usos o necesidades del centro; es esta segunda escalera la que enlaza con la zona deportiva y donde también da acceso a la planta cubierta.

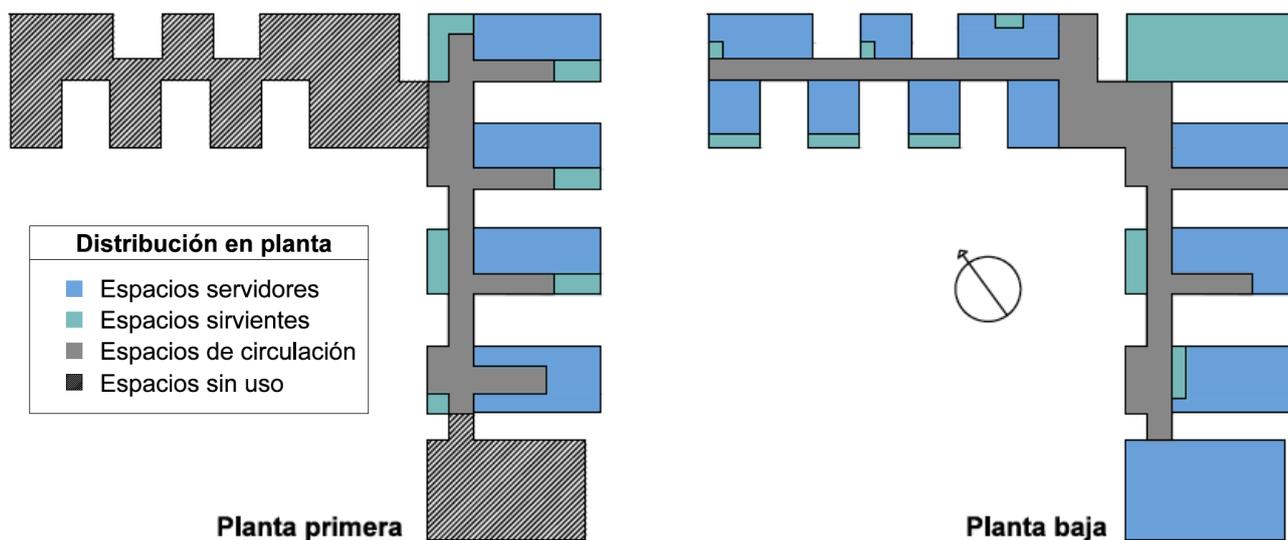
Dada la topografía del colar, los patios de juego se disponen principalmente en tres plataformas diferentes; la primera y la más elevada corresponde a la zona de juegos de la zona infantil y conecta con los patios de las aulas de infantil; la segunda corresponde al patio de juegos de la zona de primaria y que está al nivel de la planta baja del centro; y por último la tercera que se encuentra a un nivel inferior, corresponde a la pista polideportiva.

Por lo que hace referencia a los accesos al centro, podemos observar que cuenta con distintos; el principal queda situado en la calle Wilson el cual da conexión a los dos volúmenes principales; y en un extremo encontramos un acceso secundario que conecta con la zona de servicios, para dar abastecimiento a esta; también encontramos un acceso independiente para la zona de infantil y otro para la ampa.

**Gráficos referentes al interior del edificio**



	Edificio actual	Media edificios	Diferencia
<b>Pasillos</b>	19 %	17 %	+2,00
<b>Porches</b>	7 %	15 %	-8,00
<b>Aulas</b>	33 %	36 %	-3,00
<b>Despachos</b>	7 %	7 %	+0,00
<b>Gimnasio</b>	15 %	10 %	+5,00
<b>Lavabos</b>	3 %	4 %	-1,00
<b>Biblioteca</b>	5 %	3 %	-1,00
<b>Coc./Com.</b>	7 %	7 %	+0,00
<b>Instala.</b>	4 %	1 %	+3,00
<b>Circula.</b>	26 %	32 %	-6,00
<b>Servidores</b>	55 %	53 %	+2,00
<b>Sirvientes</b>	19 %	15 %	+4,00



Repartición del % del volumen en las distintas plantas del centro			
	Circulación	Servidores	Sirvientes
m <sup>3</sup> PB	1386 m <sup>3</sup>	2703 m <sup>3</sup>	1040 m <sup>3</sup>
% m <sup>3</sup> PB	20 %	39 %	15 %
m <sup>3</sup> P1	416 m <sup>3</sup>	1178 m <sup>3</sup>	208 m <sup>3</sup>
% m <sup>3</sup> P1	6 %	17 %	3 %

### **Análisis térmico**

El edificio dispone de una envolvente de características adecuadas para limitar la demanda energética necesaria y conseguir así un bienestar térmico en función del clima de la localidad, el uso del edificio en verano o inviernos, a través de sus características de aislamiento, permeabilidad al aire y exposición a la radiación solar, reduciendo así el riesgo de posibles apariciones de humedades tanto por condensación superficial como intersticial, pudiendo perjudicar así sus características adecuándose a la minoración de los puentes térmicos.

Por lo que hace referencia a la agrupación de los espacios, nos damos cuenta que se sigue una estrategia modular, donde los espacios quedan al linde de una zona central dedicada al ocio y al deporte. Esta agrupación modula y estrategia más permeable facilitara que cada uno de estos volúmenes se puede regular térmicamente, aplicando así en cada uno criterios diferentes tanto de envolvente térmico como de captación de la radiación solar facilitando así este ajuste de cada volumen.

Una vez más tanto en planta baja como en planta piso se adecuan todas las aulas de manera conjunta en una misma zona térmica, siendo estas separadas por unos patios transversales, quedan agrupadas en la misma zona. Es así esta agrupación tanto en horizontal como en vertical, a parte de evitar la transmisión térmica entre los espacios contiguos de manera horizontal también se realiza en vertical, como se puede observar en la sección, facilitando así aplicar unos mismos criterios constructivos y térmicos en una misma zona del centro.

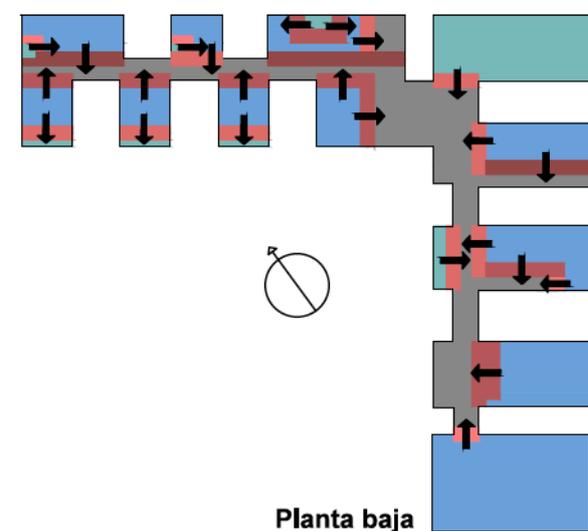
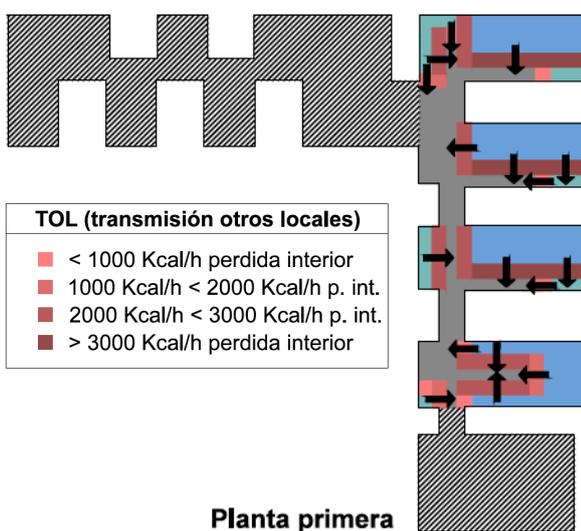
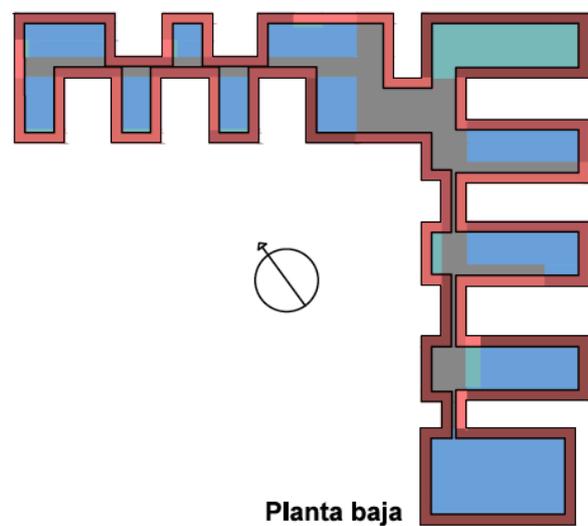
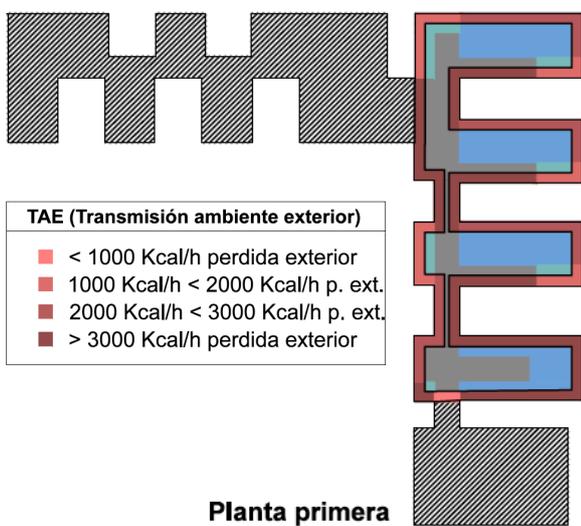
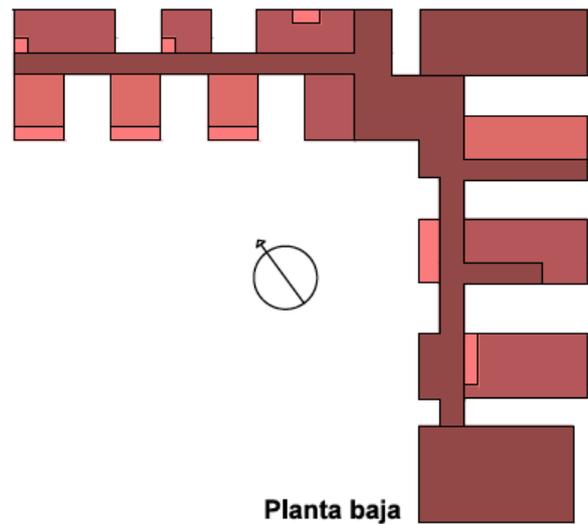
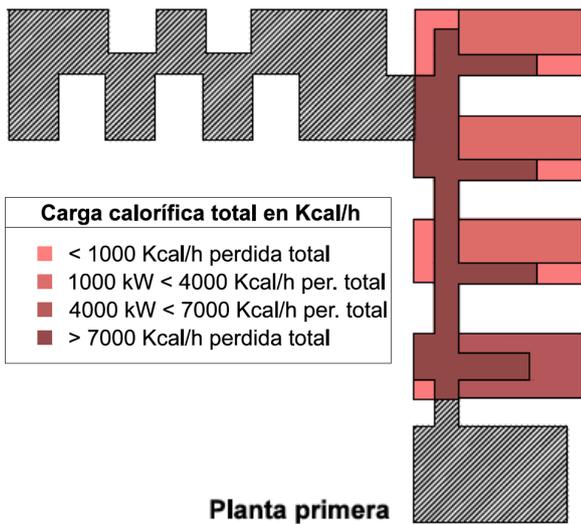
Las zonas térmicas que tienen una menor carga de uso durante todo el día, es decir, que son usadas en momentos puntuales del día, quedan en los extremos del centro, concentrando la carga térmica en el interior, y utilizando estos espacios sirvientes por lo general exceptuando el gimnasio, como espacios tampón; igual que veíamos en el caso anterior que se utilizaban los espacios de circulación para dicho efecto, en este caso utilizamos los espacios que suelen estar más en desuso a lo largo del día para que puedan cumplir esta función de espacio tampón.

En la distribución térmica también podemos destacar los patios interiores que encontramos a lo largo de la distribución de la planta del centro; estos patios quedan intercalados de forma transversal entre las diferentes aulas, tanto en la planta baja como en la planta piso entre las aulas que están orientadas al norte, gracias a estos patios podemos conseguir una ventilación cruzada mayor en el interior de las aulas, a parte de dobles reflexiones de radiación solar cosa que nos favorecerá en invierno cuando queramos captar un mayor índice de radiación solar.

También estos patios interiores en planta baja y en planta piso, nos ayudaran a captar radiación al interior de la zona de circulación, que es un espacio que sino fuera por los patios interiores no tendría ninguna aportación térmica, gracias a estos podemos modular la energía que queremos captar dentro de estos, calefactandolos en invierno cuando tenemos menos energía calorífica en este espacio que tiene una circulación intermitente.

Finalmente encontramos que esta estrategia permeable ayudara a este centro a la captación directa de la radiación solar en invierno, y a una buena ventilación cruzada en verano que nos hará disminuir esta temperatura y la humedad relativa interior.

**Gráficos de transmisión de temperatura**



### **Análisis lumínico**

Por lo que hace referencia al entorno del centro, como hemos comentado con anterioridad se encuentra en el linde de la trama urbana actual, esto hará que tengamos menos obstáculos para la captación de la luz solar y poder iluminar los espacios sin ningún impedimento. Únicamente donde nos podemos encontrar con algún obstáculo es en la fachada principal que es la única colindante con edificios de viviendas plurifamiliares, los cuales en invierno cuando el sol circula con menos altura puede arrojar sombra esta fachada principal, donde hay orientadas algunas aulas, aun así por lo que hace referencia al entorno en general no tendremos ningún tipo de obstáculo.

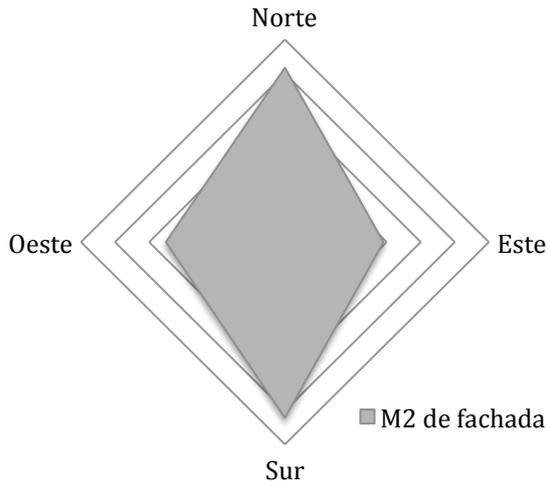
Las fachadas donde encontramos mayor numero de aberturas es en la fachada norte y la sud, siendo estas dos por donde captamos un mayor numero de asoleamiento, y también es debido a que es hacia donde están orientadas las aulas, y por donde debemos captar mayor numero de luz y de radiación solar en el caso que lo necesitemos, para mejorar la climática interior, y además la captación de luz natural y disminuir el consumo de luz artificial.

De otra banda en las fachadas secundarias que dan al patio de juegos, en este caso encontramos que las fachadas son más opacas o menos permeables, sobretodo en la parte donde no hay aulas, habiendo así un menor numero de ventanas, y únicamente encontraremos aberturas para los diferentes accesos al patio, o al interior del centro; y también en las partes altas de los espacios, sobretodos los destinados a instalaciones o espacios sirvientes, como serian los lavabos o las cocinas, que aseguran una iluminación suficiente del espacio, pero al necesitar tanta cantidad de iluminación sobretodo en las zonas de trabajo, no se puede aprovechar mucho la luz natural, ya que seguro hay necesidad de luz artificial.

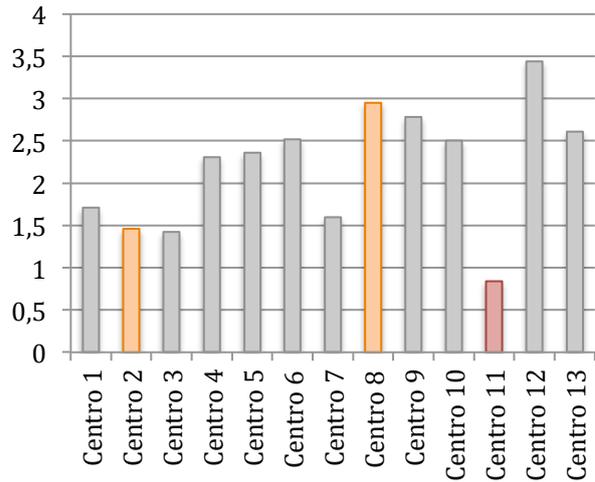
Son estos espacios intermedios que encontramos los que iluminaran el interior, eso se realizara tal y como podemos ver en la imagen contigua, donde la luz penetra al interior y es recirculada a través de reflexiones y de paneles que controlan esta reflexión, esto también es un método de protección pasiva ya que únicamente penetra la iluminación al interior dejando fuera una radiación directa que nos caliente el espacio en exceso en verano.

Otro efecto que podemos observar en el edificio según la geometría que este tiene, es que al ser alargado podemos obtener una mayor reflexión de la luz por el interior, sobretodo en los módulos anexos al principal, que es ahí donde encontramos un espacio menor o un recorrido menor de la luz, para que esto se pueda producir. Aun así como en otro proyectos en los pasillos del modulo central es donde encontramos espacios intermedios de luz, en los sitios que se dejan entre los módulos, que ayuda a minorar la necesidad de luz artificial.

**Gráficos referentes a la piel del edificio**

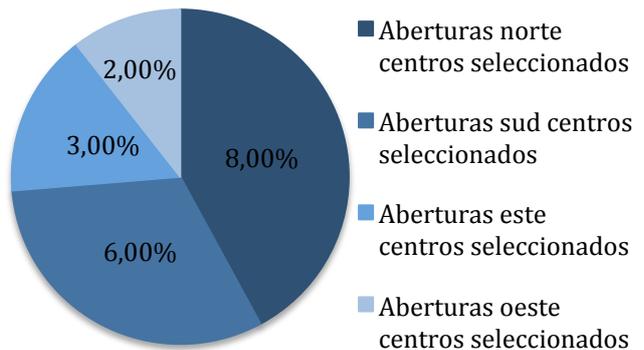
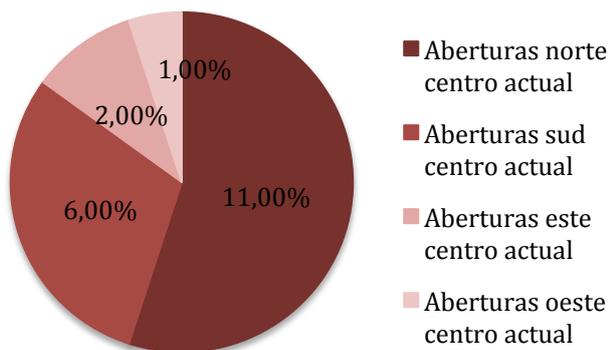
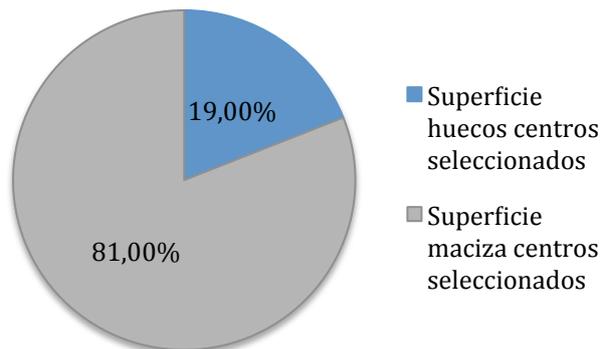
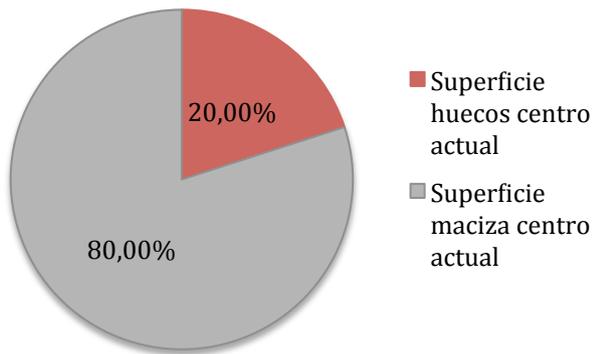


	M <sup>2</sup> por fachada
<b>Norte</b>	1032
<b>Sur</b>	1042
<b>Este</b>	581
<b>Oeste</b>	701

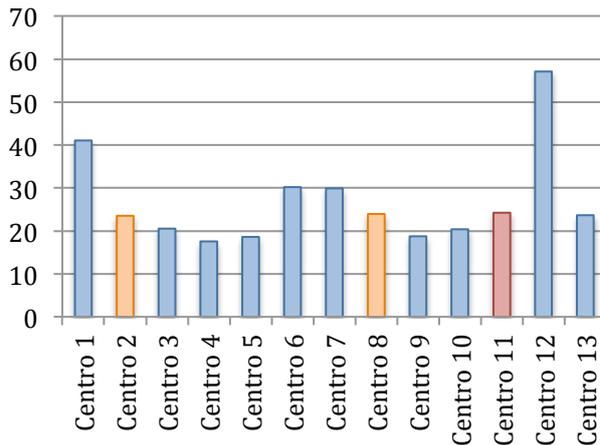


Unidades de capacidad de los centros

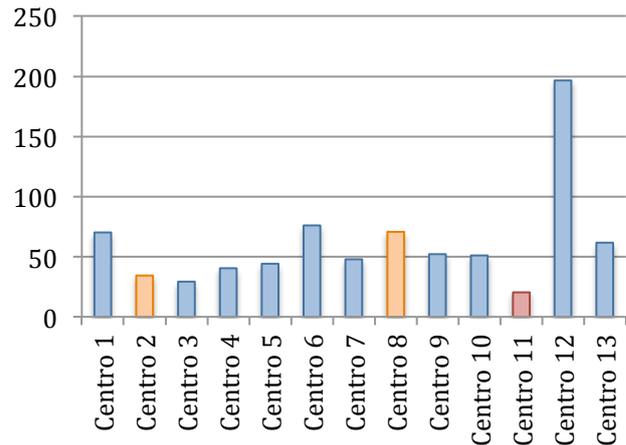
■ Datos de centro actual  
 ■ Datos de centro con misma matriz de clasificación



**Gráficos referentes a la ocupación del centro**

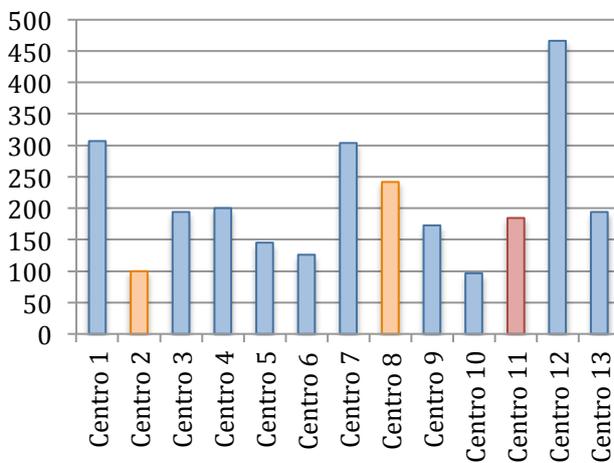


Ratio de ocupación de m3 por persona sin aplicar la compactad (m3/p)

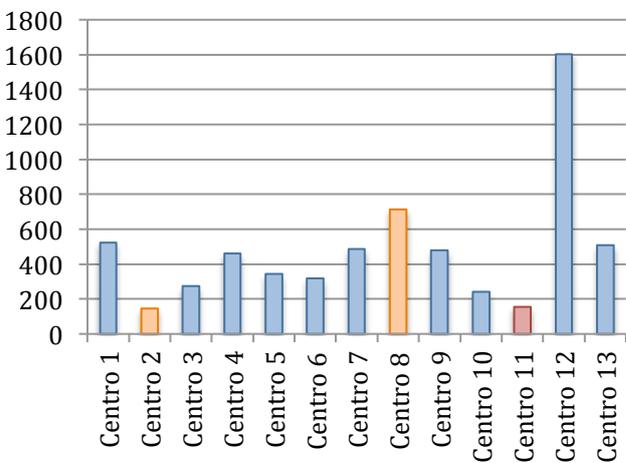


Ratio de ocupación de m3 por persona aplicando la compactad (m3/p)

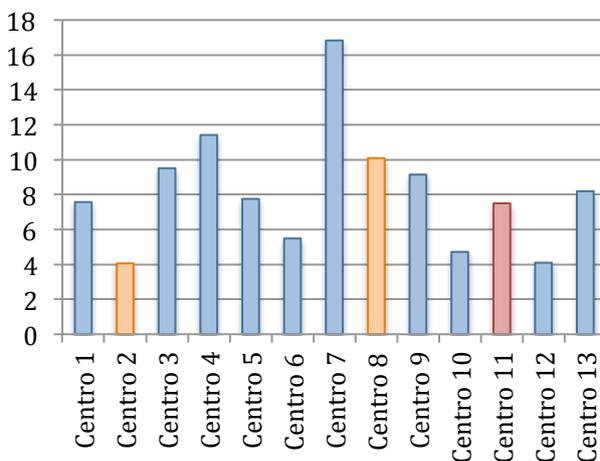
**Gráficos referentes al consumo energético**



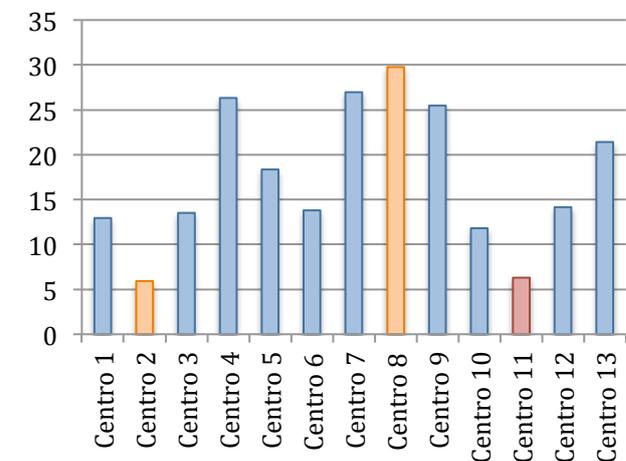
kWh medio anual por persona sin aplicar la compactad (kWh/p)



kWh medio anual por persona aplicando la compactad (kWh/p)



kWh medio anual por m3 útil sin aplicar la compactad (kWh/m3)



kWh medio anual por m3 útil aplicando la compactad (kWh/m3)

■ Datos de centro actual  
 ■ Datos de centro con misma matriz de clasificación

### **Análisis de los resultados**

En primer lugar podemos observar como la ocupación que marca la Generalitat de Cataluña sobre el centro que es de 450 alumnos en el total del centro, la ocupación que hay actualmente es de 264 alumnos y una cantidad de 22 empleados; respecto a los criterios que vienen marcado por la Generalitat, encontramos que es un centro con baja densidad, todos los centros que cuentan con dos líneas los cuales son la mayoría de los que hemos analizado, tienen los mismos criterios teniendo aun así diferentes metodologías constructivas es por eso que encontramos densidades diferentes, y algunos aun estar diseñado para esta capacidad no cumple los requisitos de ocupación de alumnado que vienen marcados por la Generalitat.

La distribución de los diferentes volúmenes se mantiene en la media de los centros que hemos analizado, por lo general, ya que vemos la misma repartición de volúmenes que en muchos otros centros.

Por lo que hace referencia a los espacios de circulación y acceso encontramos que como en otros centros que tienen diferentes plantas, aumentan las zonas de circulación como son los pasillos, y aun así los metros cúbicos de porche se mantienen, ya que estos únicamente están por lo general en planta baja, y por mucho que aumente el volumen de forma vertical no hay un aumento de estos, sino que todo lo contrario suele haber una disminución respecto del volumen total.

Por lo que hace referencia a los espacios servidores encontramos que no suponen tanto volumen como en otros proyectos, en este caso es debido a que la proporción de volumen de aulas respecto del total es mucho menor, y al ser estas la mayoría del volumen de los espacios servidores en todos los casos, es por eso que en este se produce una disminución.

Aun así esta no es tan grande como podría serlo debido a que el volumen del gimnasio también ha incrementado, ya que como en algunos proyectos se encuentra en un volumen a parte, lo que facilita más la construcción independiente de este. Y finalmente podemos ver que cuando analizamos proyectos que en la línea sucesiva son de construcción más reciente la zona administrativa se ha ido minorando, y cada vez tienen un porcentaje menor al volumen total del centro.

Los espacios sirvientes se mantienen aproximadamente en la media de volúmenes que supone en un centro, un poco más elevado que en otros proyectos pero debido a la construcción de más plantas sufren un aumento estos espacios.

Como es lógico en la planta primera o planta piso es donde encontramos menos servicios debido a su superficie construida, la cual también es menor que la que podemos encontrar en planta baja, aun así podemos ver que al solo haber aulas en la planta piso la proporción con los espacios sirvientes también es mucho menor que la que podemos encontrar en la planta baja.

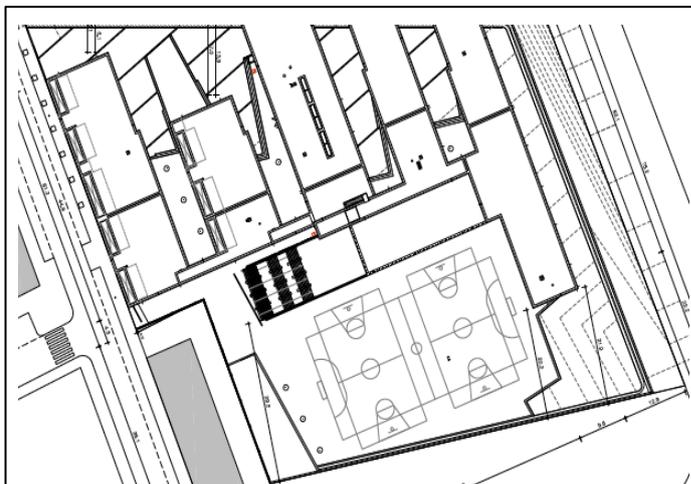
Este caso si que cumple con la hipótesis que se planteaba que los edificios que siguen una estrategia mucho más permeable tienen un desajuste en sus consumos mensuales, es decir, se producen muchas más variables que en un edificio que siguen una estrategia mucho más conservativa o que no es tan modular como podemos ver en este caso, generando así un menor control del gasto o de la demanda energética que necesita el centro.

El consumo también puede estar relacionado con la proporción de huecos en el edificio es de un 28,04% (787,94 m<sup>2</sup> de huecos respecto a 2809,78 m<sup>2</sup> de fachadas), es un porcentaje elevado respecto a otros proyectos que hemos analizado, este además de ser permeable en su geometría y volumetría, también observamos que lo es por lo que a fachadas respecta.

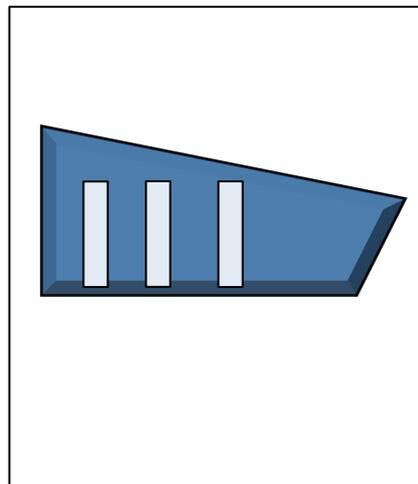
La orientación también puede afectar en el consumo debido a las pérdidas energéticas que se puede producir, en este caso encontramos una tendencia hacia el norte y el sud, aun así también hacia este y oeste pero en menor grado, esto es debido a los diferentes volúmenes que encontramos los cuales hacen que se establezca bastante la orientación ya que hay muchas fachadas diferentes.

## 12.12-Ficha nº12 (CEIP Sant Llàtzer)

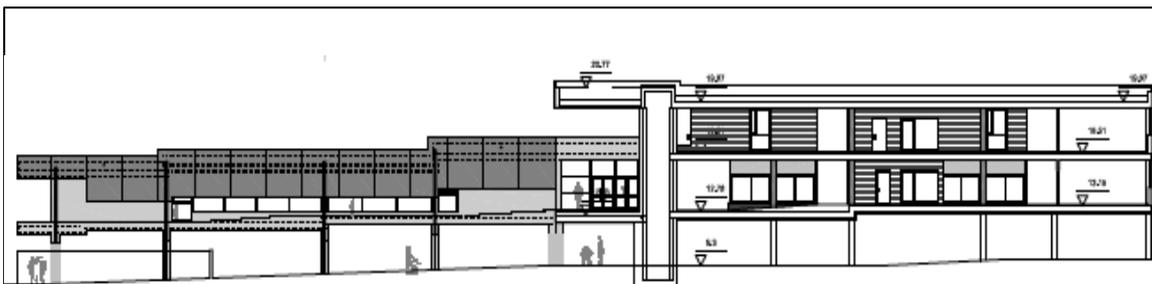
<b>Nombre del centro</b>	CEIP Bellpuig – Zer els Munts
<b>Año de licitación</b>	2004
<b>Año de finalización de las obras</b>	2006
<b>Localización</b>	Sant Julià de Vilatorrada
<b>Zona climática e índice de radiación</b>	D1-II
<b>Formación del centro</b>	Infantil y primaria ( 2 líneas)
<b>Orientación del edificio</b>	Norte-Este



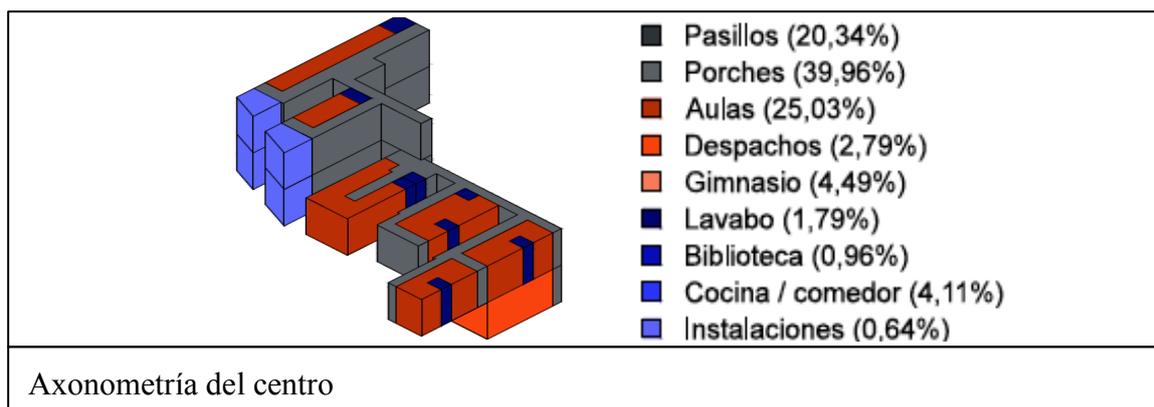
Planta general del centro



Matriz de clasificación 1201



Sección del centro



Axonometría del centro

## **Descripción funcional**

La parcela es relativamente plana con un desnivel absoluto de unos 10 centímetros aproximadamente lo cual no es mucho. Por lo que hace referencia a la ubicación se encuentra rodeado por edificaciones de planta baja más cinco plantas, y en su margen oeste planta baja más dos; estas edificaciones son muy próximas de manera que proyectaran su sombra sobre la edificación.

Dadas las condiciones de humedad y de inundabilidad que tiene el solar, se ha recurrido a la construcción de un forjado sanitario para evitar el desgaste físico de la escuela, siendo así necesario de todas formas la construcción de este forjado, tomando la decisión de elevar la escuela respecto al terreno, convirtiendo el forjado sanitario en el suelo de la planta piso.

Esta decisión de elevar la escuela también favorece al planteamiento de poder tener una mayor cantidad de patios de juegos y dotarlos de la mayor calidad posible, apareciendo así también un porche que organiza y protege a esta de los agentes atmosféricos, y los recorridos de la distribución en la planta baja, dando lugar también a zonas cubiertas en el patio de juegos, para un mayor disfrute de estas en todas las estaciones y condiciones climáticas del año.

El proyecto, partiendo del acceso obligado desde el límite sur se organiza en un eje norte-sur que divide el solar en dos partes; una a oeste donde se coloca la edificación mientras que al este un eje que libera el espacio para la pista polideportiva ofreciendo así la posibilidad de establecer una relación con el equipamiento futuro.

El programa funcional de la escuela se organiza en volúmenes transversales en el eje norte-sur, que empiezan desde el extremo este.

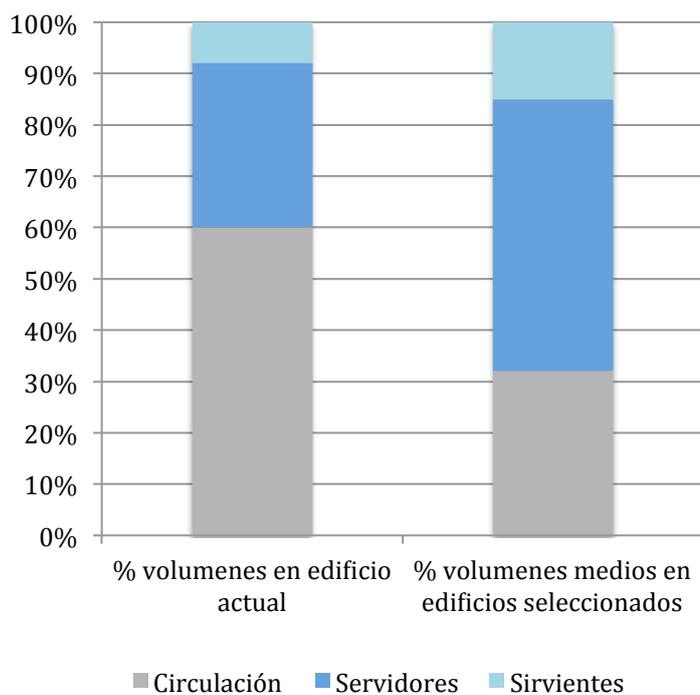
En primer lugar podemos ver la área infantil, la cual ocupa dos volúmenes que son los que están más cercanos al límite sur, los cuales son de 14 metros de profundidad con una separación de 6 metros entre ellos dejando un espacio libre, comúnmente llamado patio entre estos.

Las aulas ocupan la banda sur de mientras que los pasillos se organizan en el lado opuestos; estas aulas se componen de dos espacios, el exterior que da al sur y está dotado de una protección con una pérgola, y después la zona de la aula interior donde se imparte clase.

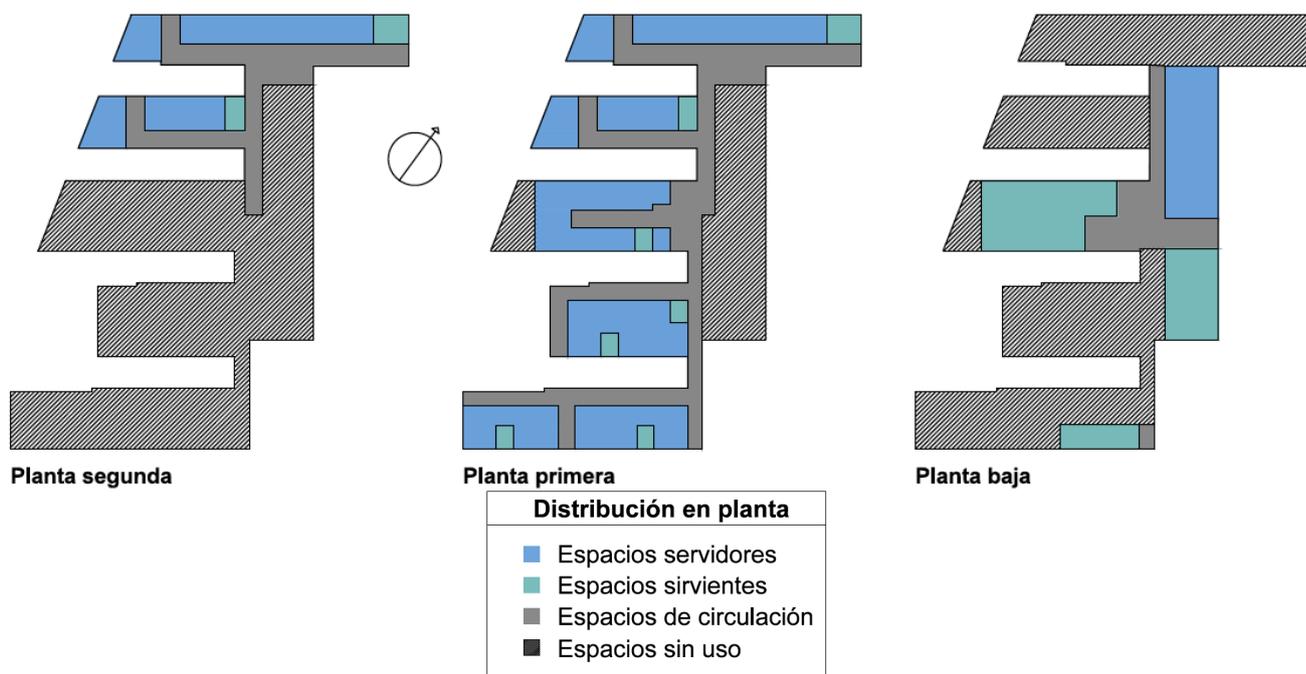
Esta área de infantil se construye únicamente en planta piso, creando áreas porchadas sobre el patio de infantil que está inmediatamente situado de bajo. A lado de esta zona de infantil se coloca el volumen central donde encontramos los servicios comunes de las dos áreas de la escuela, donde se produce el acceso principal en la planta piso.

Finalmente encontramos el área de primaria que se sitúa en la banda norte del solar, en dos volúmenes de 10 metros de profundidad y separados también 6 metros entre ellos; es el volumen que se encuentra más hacia el norte sobrepasa la posición del eje vertebrador. Aun así se prevé espacio para futuras ampliaciones del centro, tanto de la área de infantil como del área de primaria; donde se pueden añadir módulos estructurales en las separaciones que observamos entre los diferentes módulos.

## Gráficos referentes al interior del edificio



	Edificio actual	Media edificios	Diferencia
<b>Pasillos</b>	20 %	17 %	+3,00
<b>Porches</b>	40 %	15 %	+25,0
<b>Aulas</b>	25 %	36 %	-11,00
<b>Despachos</b>	3 %	7 %	-4,00
<b>Gimnasio</b>	4 %	10 %	-6,00
<b>Lavabos</b>	2 %	4 %	-2,00
<b>Biblioteca</b>	1 %	3 %	-2,00
<b>Coc./Com.</b>	4 %	7 %	-3,00
<b>Instala.</b>	1 %	1 %	+0,00
<b>Circula.</b>	60 %	32 %	+28,0
<b>Servidores</b>	32 %	53 %	-21,00
<b>Sirvientes</b>	8 %	15 %	-7,00



## Repartición del % del volumen en las distintas plantas del centro

	Circulación	Servidores	Sirvientes
m <sup>3</sup> PB	5076 m <sup>3</sup>	508 m <sup>3</sup>	635 m <sup>3</sup>
% m <sup>3</sup> PB	40 %	4 %	5 %
m <sup>3</sup> P1	1269 m <sup>3</sup>	2665 m <sup>3</sup>	254 m <sup>3</sup>
% m <sup>3</sup> P1	10 %	21 %	2 %
m <sup>3</sup> P2	1269 m <sup>3</sup>	888 m <sup>3</sup>	127 m <sup>3</sup>
% m <sup>3</sup> P2	10 %	7 %	1 %

## **Análisis térmico**

La estrategia permeable que sigue el edificio desde el punto de vista constructivo, facilita la incorporación de patios transversales entre los diferentes módulos, y la separación de cada uno de los módulos adecuándolos a su demanda energética necesaria y conseguir así un bienestar térmico en función del clima de la localidad, el uso del edificio en verano o inviernos, a través de sus características de aislamiento, permeabilidad al aire y exposición a la radiación solar, reduciendo así el riesgo de posibles apariciones de humedades tanto por condensación superficial como intersticial, pudiendo perjudicar así sus características adecuándose a la minoración de los puentes térmicos.

Por lo que hace referencia a la agrupación entre los diferentes volúmenes, se realiza de manera similar al caso anterior que hemos analizado, donde hay módulos que están dedicados únicamente a un uso, ya que encontramos donde hay volúmenes para la zona infantil, para la zona de primaria y para los servicios comunes. Esta agrupación modular y estrategia más permeable facilitará que cada uno de estos volúmenes se puede regular térmicamente, aplicando así en cada uno criterios diferentes tanto de envolvente térmico como de captación de la radiación solar facilitando así este ajuste de cada volumen.

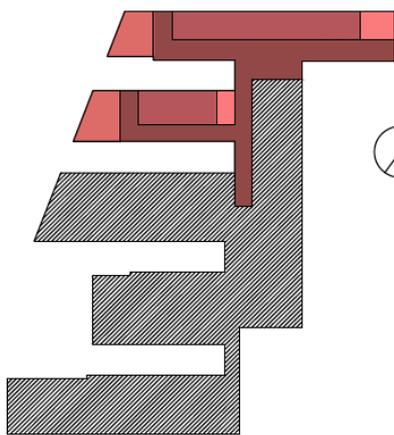
Como se puede observar todas las aulas quedan orientadas por una banda hacia una fachada, por donde pueden captar luz solar, y al mismo tiempo radiación directa que ayuda a crear un mejor clima interior; por el otro lado encontramos un espacio de circulación que será utilizado como espacio tampón, siendo así en invierno una manera de bloquear el clima de las fachadas más frías, y mejorar la captación por las fachadas principales que están orientadas al norte, donde como se ha dicho tenemos mayor captación solar del asoleamiento.

Sin embargo en los espacios o zonas térmicas donde no tenemos que tener una carga térmica mayor, ya que tienen un uso puntual como por ejemplo serían los espacios sirvientes, como el comedor, la cocina, entre otros; estos espacios son usados a lo largo del día en una zona temporal puntual, por lo tanto no tenemos que tener una carga térmica constante durante el día como si que pasa en las aulas. Por eso mismo estos espacios quedan aislados por espacios tampón que como en el caso anterior son los pasillos, facilitando así que aunque no haya una necesidad de una carga térmica constante, si que se pueda aislar estas zonas de las temperaturas extremas en invierno o en verano, mejorando así el confort térmico.

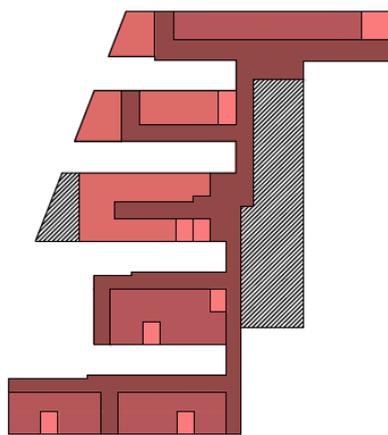
Los patios transversales que encontramos entre los diferentes volúmenes, quedan intercalados y son todos de 6 metros de ancho, tanto en la primera como en la segunda planta; gracias a estos patios podemos conseguir una ventilación cruzada mayor hacia el interior de las aulas, a parte de doble reflexiones de luz solar o de la incidencia de la radiación, cosa que nos favorecerán en invierno cuando se quiera captar un mayor índice de esta radiación..

También estos patios interiores, nos ayudarán a captar radiación al interior de la zona de circulación, que es un espacio que sino fuera por los patios interiores no tendría ninguna aportación térmica, gracias a estos podemos modular la energía que queremos captar dentro de estos, calefactándolos en invierno cuando tenemos menos energía calorífica en este espacio que tiene una circulación intermitente.

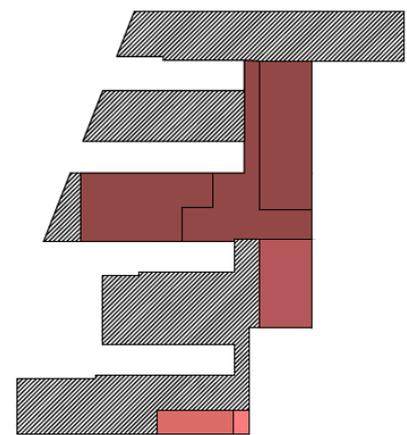
**Gráficos de transmisión de temperatura**



Planta segunda



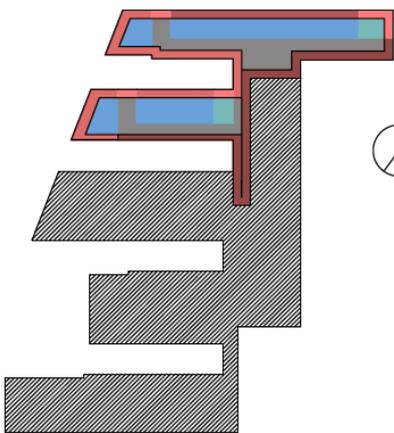
Planta primera



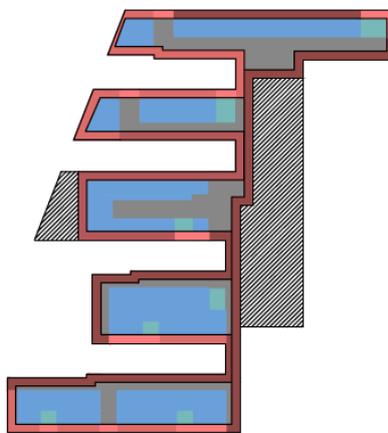
Planta baja

**Carga calorífica total en Kcal/h**

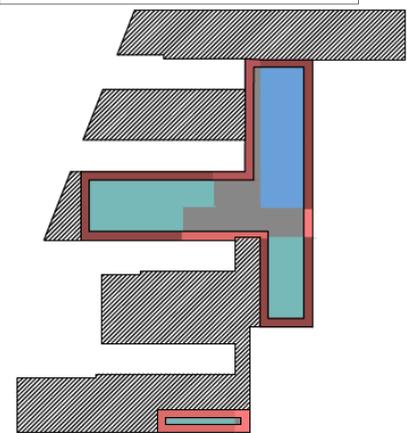
- < 1000 Kcal/h perdida total
- 1000 Kcal/h < 4000 Kcal/h per. total
- 4000 Kcal/h < 7000 Kcal/h per. total
- > 7000 Kcal/h perdida total



Planta segunda



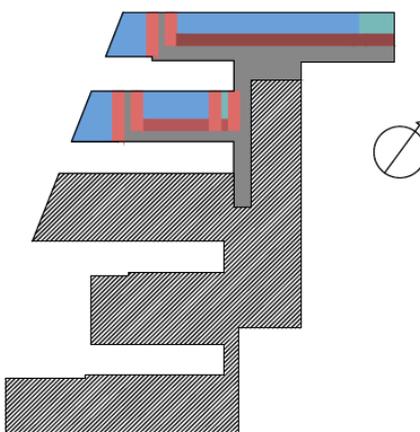
Planta primera



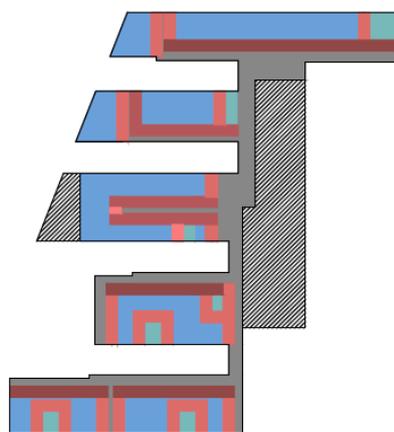
Planta baja

**TAE (Transmisión ambiente exterior)**

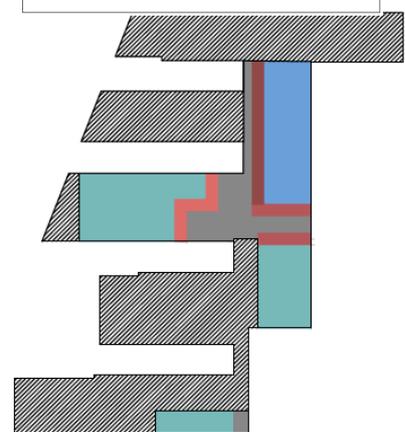
- < 1000 Kcal/h perdida exterior
- 1000 Kcal/h < 2000 Kcal/h p. ext.
- 2000 Kcal/h < 3000 Kcal/h p. ext.
- > 3000 Kcal/h perdida exterior



Planta segunda



Planta primera



Planta baja

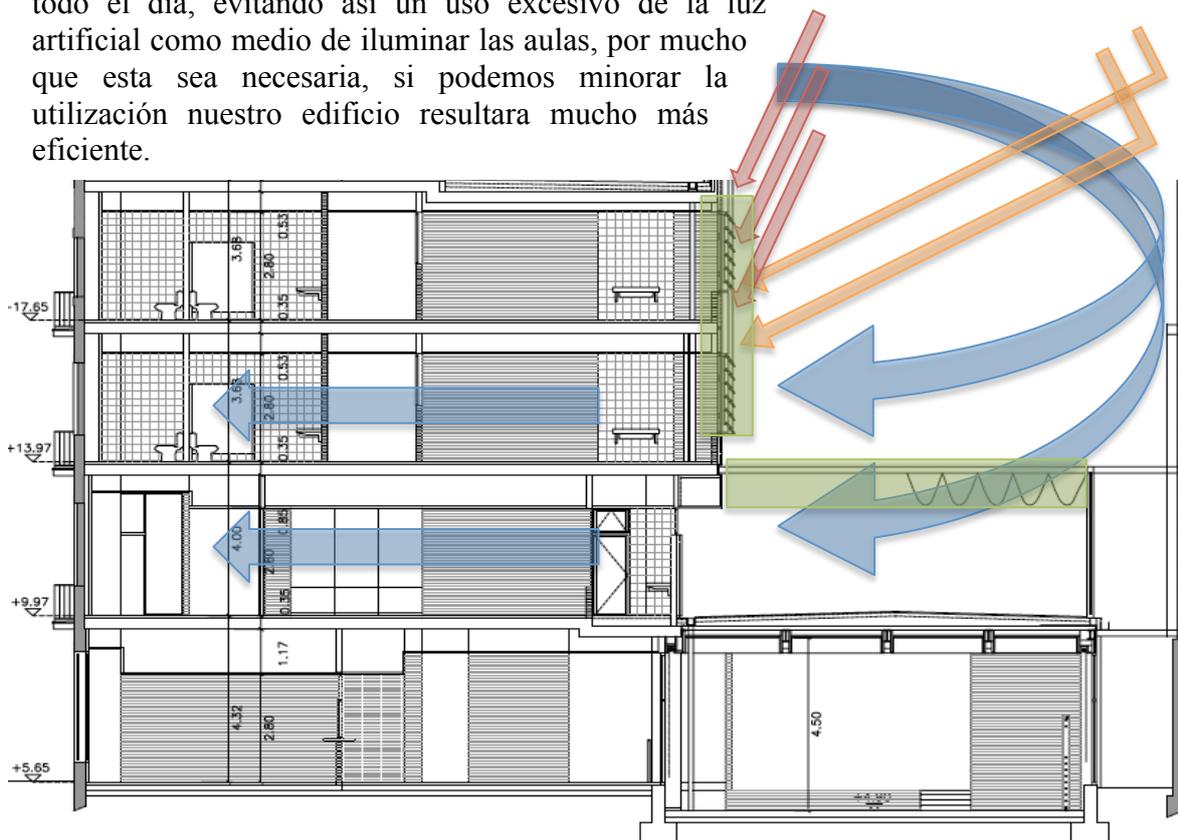
**TOL (transmisión otros locales)**

- < 1000 Kcal/h perdida interior
- 1000 Kcal/h < 2000 Kcal/h p. int.
- 2000 Kcal/h < 3000 Kcal/h p. int.
- > 3000 Kcal/h perdida interior

## Análisis lumínico

Lo que ha entorno se refiere, como se ha comentado en el análisis funcional hay presencia de viviendas unifamiliares muy próximas, las cuales provocaran sombra en el interior de nuestro centro, suponiendo así un obstáculo para la captación solar en ciertas zonas del edificio; aun así la orientación de las aulas es norte y ahí no tendremos ningún obstáculo, son estas las que más nos interesan. De toda forma el propio edificio a través de su propio volumen en los patios transversales se arrojará sombra, y no se podrá captar radiación directa hacia nuestro edificio; este efecto se hará sobretodo muy presente en invierno cuando la altura solar es menor y por lo tanto tenemos mayor tiempo de sombras y estas son más alargadas.

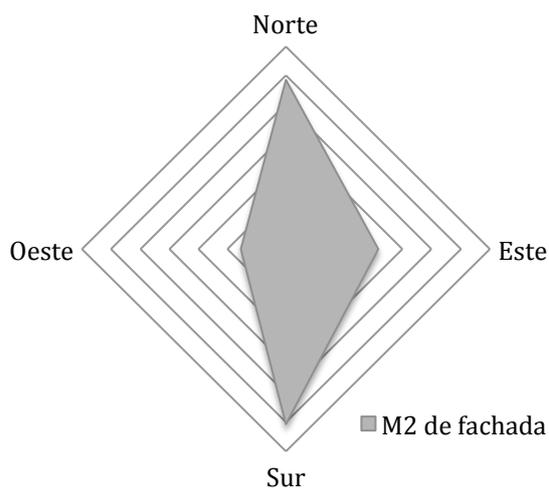
Como es lógico, y encontramos en muchos otros proyectos, las fachadas nortes son las que se encuentran más translucidas al ambiente exterior, debido a que es donde encontramos la orientación de las aulas, las cuales cuentan con grandes ventanales protegidos de la radiación directa, pero a la vez para captar mayor luz solar a lo largo de todo el día, evitando así un uso excesivo de la luz artificial como medio de iluminar las aulas, por mucho que esta sea necesaria, si podemos minorar la utilización nuestro edificio resultara mucho más eficiente.



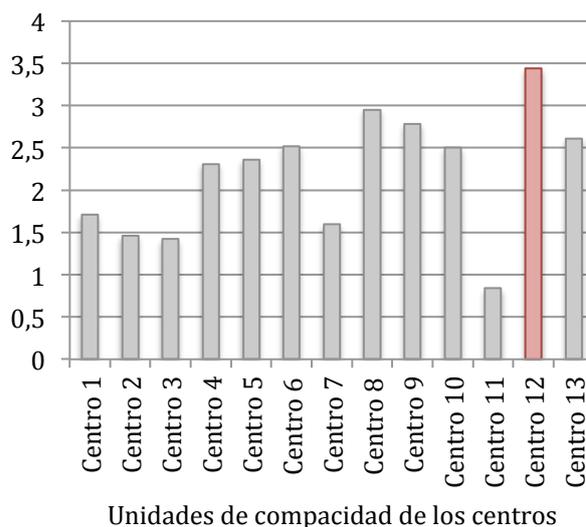
Como se puede observar en el esquema grafico interior a causa de la pared colindante del edificio vecino se produce una depresión en el interior de este patio, favoreciendo la ventilación transversal del edificio, ya que la longitudinal es demasiado elevada en distancia.

Por lo que hace referencia a la radiación que recibimos en el interior, como se puede observar en verde están señaladas unas protecciones solares, para evitar el paso de la radiación excesiva en verano, esto sin conocer ningún tipo de orientación ya nos hace suponer que la incidencia del sol es mayor en esta fachada que no en la principal donde no encontramos nada.

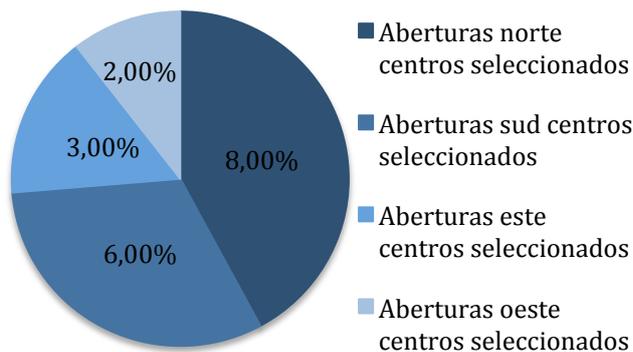
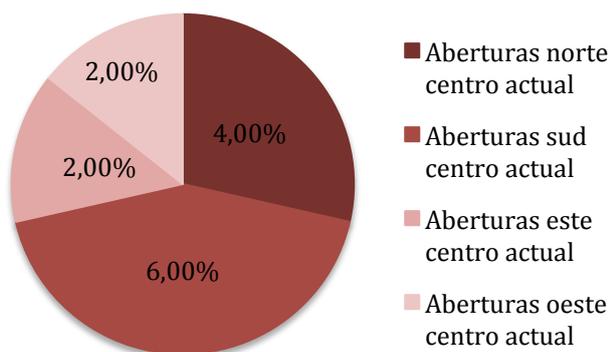
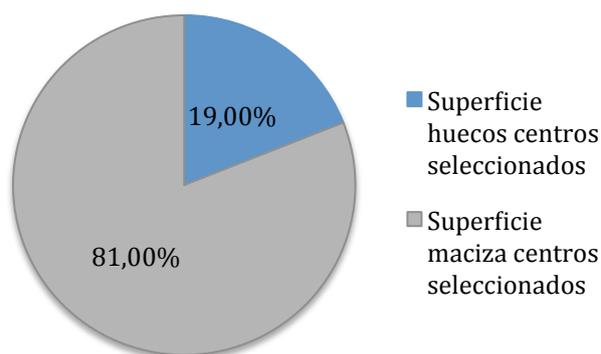
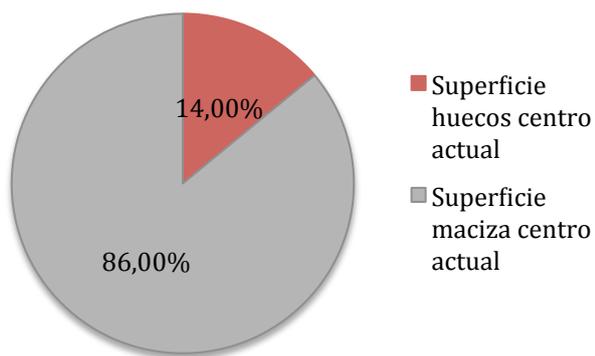
**Gráficos referentes a la piel del edificio**



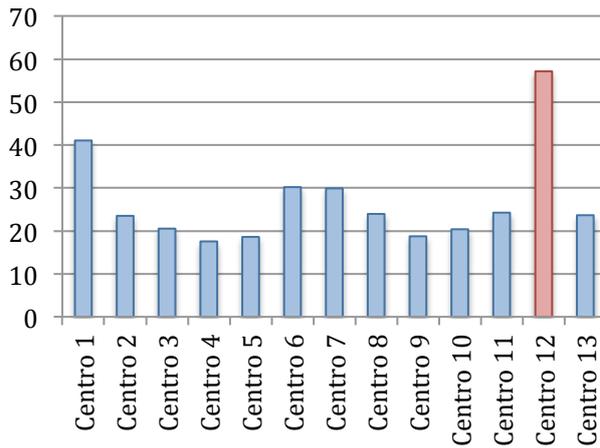
	<b>M<sup>2</sup> por fachada</b>
<b>Norte</b>	584
<b>Sur</b>	606
<b>Este</b>	317
<b>Oeste</b>	155



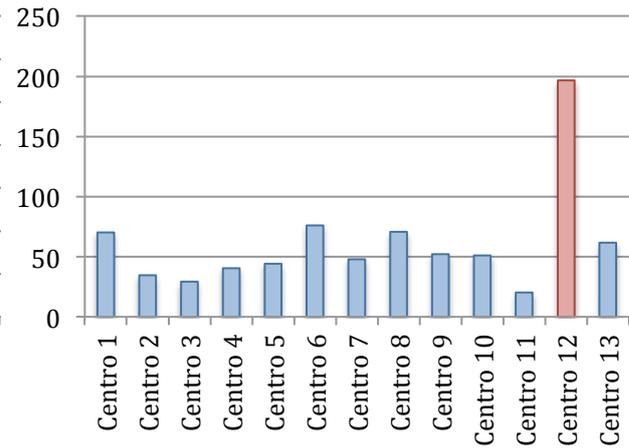
■ Datos de centro actual  
 ■ Datos de centro con misma matriz de clasificación



**Gráficos referentes a la ocupación del centro**

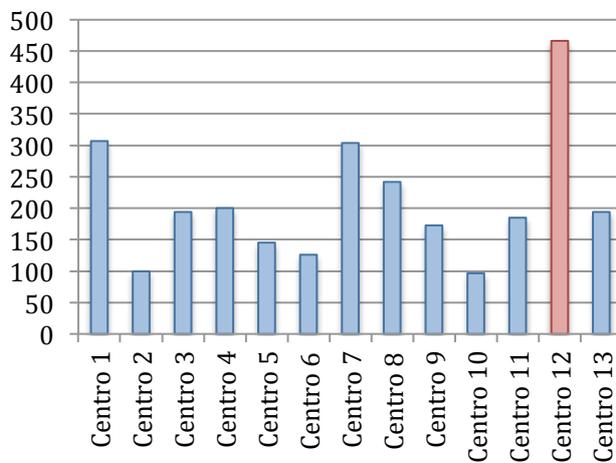


Ratio de ocupación de m3 por persona sin aplicar la compactad (m3/p)

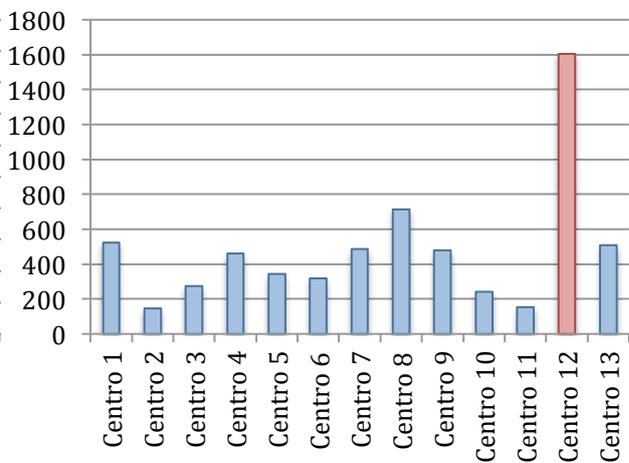


Ratio de ocupación de m3 por persona aplicando la compactad (m3/p)

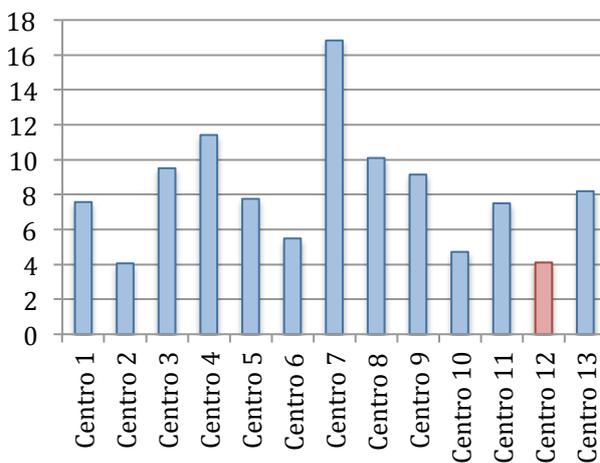
**Gráficos referentes al consumo energético**



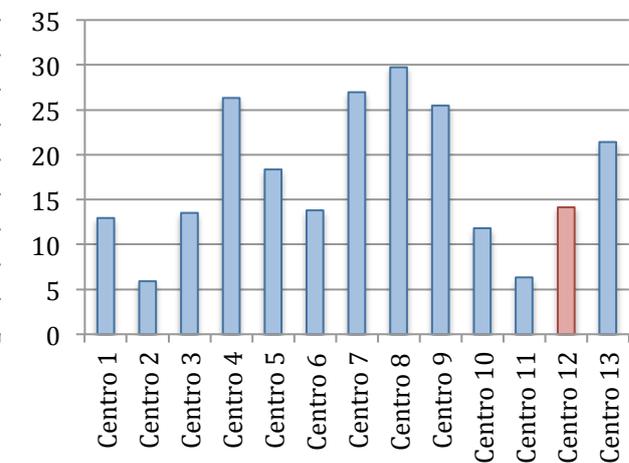
kWh medio anual por persona sin aplicar la compactad (kWh/p)



kWh medio anual por persona aplicando la compactad (kWh/p)



kWh medio anual por m3 útil sin aplicar la compactad (kWh/m3)



kWh medio anual por m3 útil aplicando la compactad (kWh/m3)

■ Datos de centro actual  
 ■ Datos de centro con misma matriz de clasificación

### **Análisis de los resultados**

En primer lugar podemos observar como la ocupación que marca la Generalitat de Cataluña sobre el centro que es de 450 alumnos en el total del centro, la ocupación que hay actualmente es de 97 alumnos y una cantidad de 15 empleados; es uno de los edificios con menos tasa de ocupación de todos los analizados hasta ahora, únicamente un 20% de ocupación del alumnado, también hay otros factores como que este en una zona de no mucha densidad de población, aun así el edificio que queda proyectado para un uso mayor, esta siendo usado en menor medida que otros, esto lo hace menos eficiente y por lo tanto deberemos analizar si el consumo que produce es en medida a la cantidad de alumnos, o tiene un consumo diferente por alumno, esto será observado con los ratios que veremos posteriormente.

Por lo que hace referencia a la distribución de los volúmenes a lo largo del centro, es un caso que destaca por encima del otros. En primer lugar podemos observar como los espacios de circulación y acceso, han sufrido un claro aumento por encima de otros espacios que antes eran volumen prioritario en función del volumen total; esto es debido a que el edificio queda levantado por encima del nivel del suelo, creando así porches por debajo de toda su planta, los cuales son considerados así porque quedan adaptados en la zona de juego.

De otra banda las zonas de circulación como son los pasillos también tienen bastante valor, sobre el volumen total del centro, debido a que podemos ver que cuando aumentan las plantas del centro, estos espacios también lo hacen, ya que se tienen que crear nuevas escaleras y otros espacios de circulación que den lugar a estas plantas.

También cabe destacar el volumen de aulas que hay en porcentaje al volumen total del edificio, en este caso es mucho menor que en otros proyectos, debido a la geometría del centro, donde se quieren ubicar todas las aulas hacia el norte para que estas sean más optimas, de ahí la creación de los patios, para poder conseguir un numero mayor de aulas que queden orientadas hacia ahí. Aun así la proporción de volúmenes servidores como serian la administración o el gimnasio también sufren una disminución en proporción a los otros espacios, siendo así los que tienen menos volumen de todos los espacios servidores de los que cuenta.

Y por ultimo si observamos la proporción de espacios sirvientes, ha sufrido una disminución de prácticamente el 50% respecto al volumen que supone en otros proyectos, también debido a lo que se comentaba anteriormente, siendo así de los espacios sirvientes con menos volumen de todos los proyectos analizados, donde la importancia en este proyecto recae sobre el espacio exterior y sus circulaciones, no siendo esta una estrategia peor sino diferente a las demás.

Exceptuando los porches que encontramos en la planta baja, donde hay el volumen principal de servicios es en la planta primera, también es en la planta que encontramos más superficie construida, ya que en la segunda planta como pasa en muchos proyectos, únicamente se utiliza para la separación de la educación primaria de la infantil, no por falta de espacio, tal y como veíamos en el anterior proyecto, incurriendo así en la necesidad de crear espacios sirvientes para estos nuevos volúmenes.

De nuevo podemos ver como las estrategias más permeables por lo que a geometría del edificio suponen, tienen unos consumos menos continuos a lo largo de todo el año,

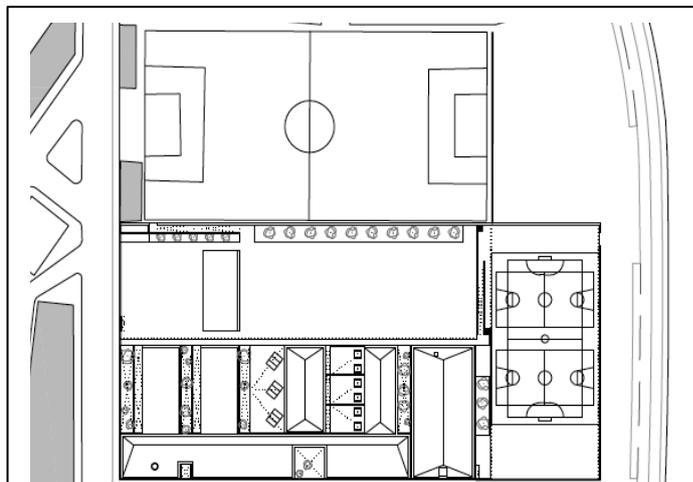
sobretudo en este caso como se observa que del mes de abril a agosto hay un cambio importante por lo que a consumos se refiere, lo cual puede ser debido a la no utilización de calefacción, y a que es un edificio muy ventilado que no tiene necesidad de una instalación exterior de clima.

El consumo también puede estar relacionado con la proporción de huecos en el edificio es de un 13,95% (626,35 m<sup>2</sup> de huecos respecto a 4488,67 m<sup>2</sup> de fachadas), siendo así un claro ejemplo de que la permeabilidad en la geometría del edificio no tiene que tener una relación directa con la permeabilidad en sus fachadas, siendo este no el único caso que se comporta de la misma manera o similar.

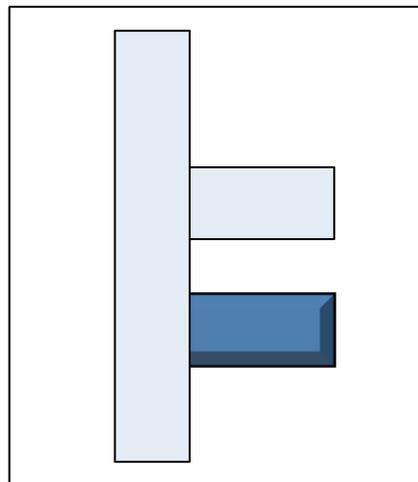
La orientación también puede afectar en el consumo debido a las pérdidas energéticas que se puede producir, en este caso encontramos una tendencia hacia el norte y el sud, aun así también hacia este y oeste pero en menor grado, esto es debido a los diferentes volúmenes que encontramos los cuales hacen que se establezca bastante la orientación ya que hay muchas fachadas diferentes.

## 12.13-Ficha nº13 (CEIP Sant Roc)

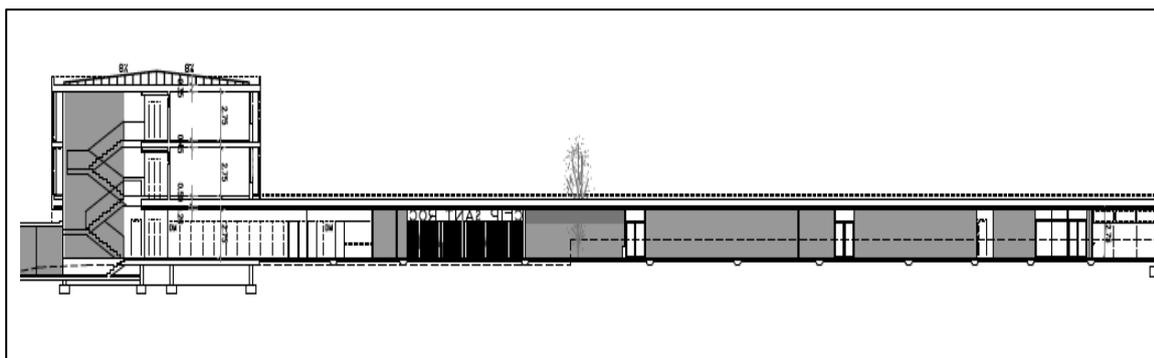
<b>Nombre del centro</b>	CEIP Bellpuig – Zer els Munts
<b>Año de licitación</b>	2004
<b>Año de finalización de las obras</b>	2006
<b>Localización</b>	Sant julià de Vilatorça
<b>Zona climática e índice de radiación</b>	D1-II
<b>Formación del centro</b>	Infantil y primaria ( 2 líneas)
<b>Orientación del edificio</b>	Norte-Este



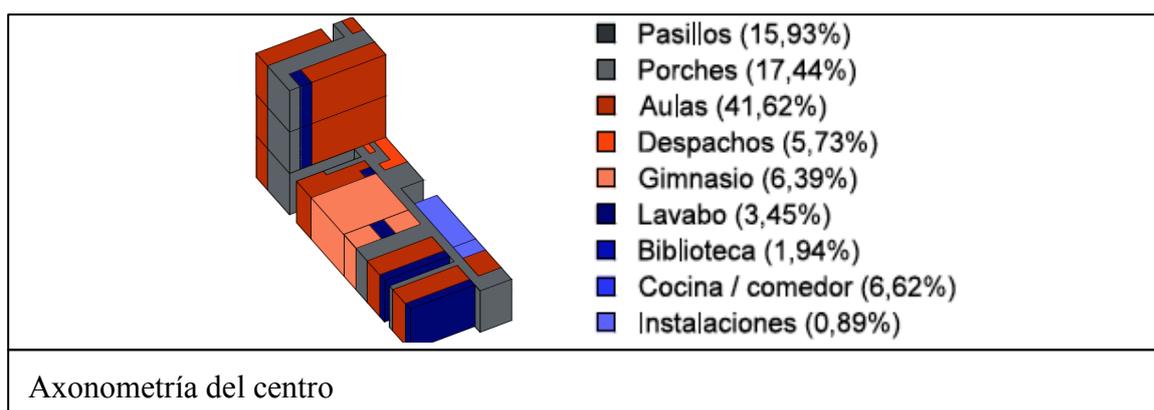
Planta general del centro



Matriz de clasificación 1202



Sección del centro



Axonometría del centro

## **Descripción funcional**

El edificio se dispone buscando la buena orientación principalmente del volumen de las aulas, y esta compuesto por bandas edificatorias separadas por patios transversales que fragmentan dicha edificación, y aportan la escala adecuada a la intervención más relacionada con las pequeñas edificaciones vecinas. Son estas edificaciones que encontramos en el entorno, las que no supondrán ningún tipo de obstáculo lumínico en nuestro edificio, además este se encuentra en el linde de la trama urbana, como ocurre en muchos de otros casos que hemos analizado.

Se plante la planta baja de la escuela en un mismo nivel, adaptando de esta manera el edificio a la topografía que encontramos en el terreno. Se disponen los patios del centro en el mismo nivel que la escuela, mejorando de tal manera su funcionamiento, y unificando visualmente todos los espacios que encontramos en el exterior del centro y que son de ocio, exceptuando el patio donde se ubica la pista de juegos de la educación primaria, el cual queda situado en una cota inferior, deduciendo que es por la topografía del terreno que obliga a tener que ejecutarlo de tal manera.

La relación con la zona deportiva que encontramos adjunta al centro, como es el campo de fútbol, se resuelve con un talud con acabado vegetal el cual salva el desnivel existente y la formación de una rampa que permitirá así la conexión entre ambos espacios.

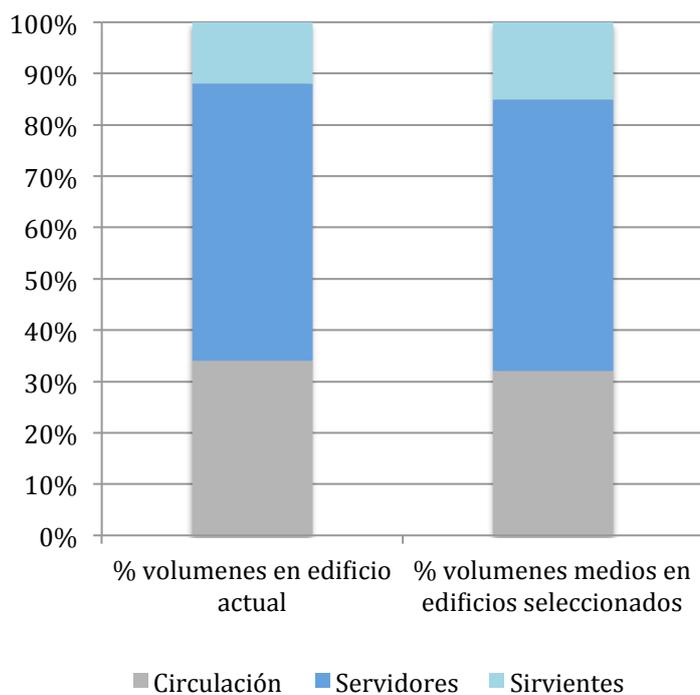
Las bandas edificadas se plantean de forma compacta, minimizando así los espacios de circulación, y unificando también los núcleos de acceso vertical como son las escaleras para acceder a las diversas plantas. Es en planta baja donde encontramos el patio el cual en parte queda cubierto, produciéndose por ahí el acceso principal, ya que resulta el espacio ideal para la entrada a la escuela; creando de tal manera un espacio controlado que filtra la relación del centro con la calle que hay, y controlando las entradas y salidas de este.

Las áreas comunas se proponen alrededor del patio de acceso, facilitando de tal manera la conectividad de esta zona con la totalidad del centro. Un eje vertebrador paralelo a los patios de juegos y a la calle conecta todas las áreas de la escuela y el porche en la zona central, el cual queda orientado hacia el sur-oeste, y en su extremo norte-oeste sobre la zona libre exterior.

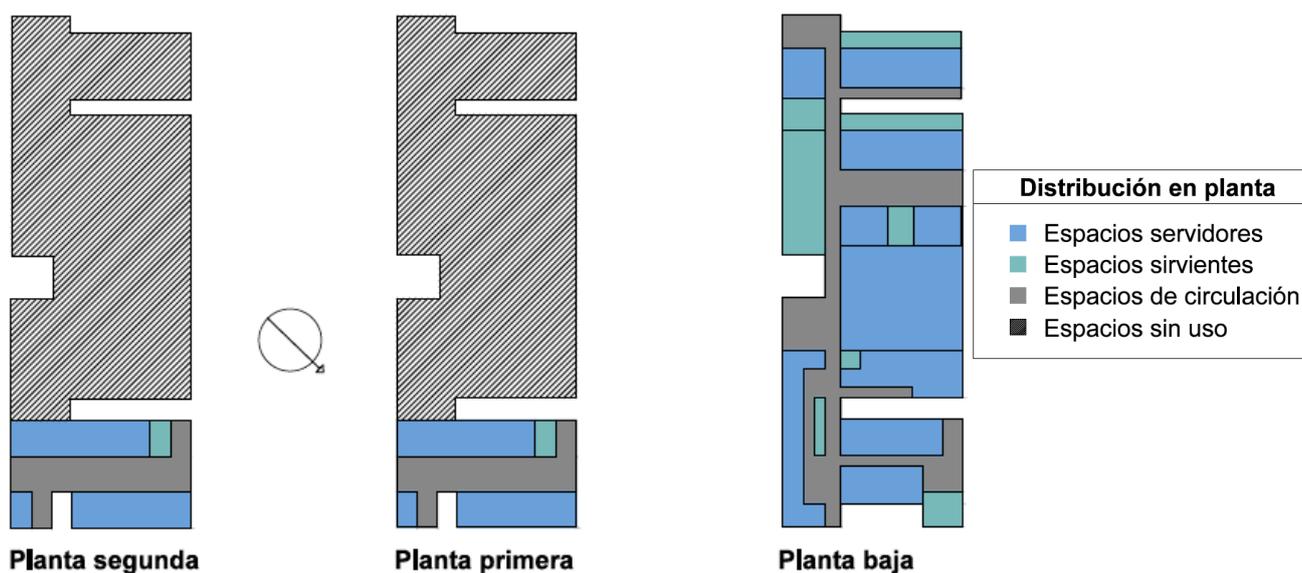
Las aulas de primaria se concentran en un único volumen, que optimiza en altura el uso del ascensor, facilitando así dos accesos, o por el núcleo de escalera o por este último que se ha comentado. Estas aulas se organizan en un ciclo por planta y se orientan las aulas a norte-este y a sur-este siendo estas las mejores orientaciones para la captación del asoleamiento y de la radiación solar, aun así contando con una protección solar formada por lamas orientable de aluminio lacado microperforadas con control manual.

Y por último las aulas de infantil se plantean con un acceso independiente, tal y como ocurría en otros centros. La luz de sur se consigue mediante los patios orientados hacia sur-este los cuales nos ayudan a que penetre la luz de forma intermitente. Por lo que hace referencia a la área de juegos de infantil también quedan independizada de la de primaria a través de un pequeño huerto. A parte encontraremos como en todos los centros los usos comunes como las aulas de pequeños grupos o especiales que se encuentran envolviendo al patio de acceso cubierto.

### Gráficos referentes al interior del edificio



	Edificio actual	Media edificios	Diferencia
Pasillos	16 %	17 %	-1,00
Porches	18 %	15 %	+3,00
Aulas	42 %	36 %	+6,00
Despachos	6 %	7 %	-1,00
Gimnasio	6 %	10 %	-4,00
Lavabos	3 %	4 %	-1,00
Biblioteca	2 %	3 %	-1,00
Coc./Com.	6 %	7 %	-1,00
Instala.	1 %	1 %	+0,00
<b>Circula.</b>	<b>34 %</b>	<b>32 %</b>	<b>+2,00</b>
<b>Servidores</b>	<b>54 %</b>	<b>53 %</b>	<b>+1,00</b>
<b>Sirvientes</b>	<b>12 %</b>	<b>15 %</b>	<b>-3,00</b>



Repartición del % del volumen en las distintas plantas del centro			
	Circulación	Servidores	Sirvientes
m <sup>3</sup> PB	2323 m <sup>3</sup>	3038 m <sup>3</sup>	894 m <sup>3</sup>
% m <sup>3</sup> PB	26 %	34 %	10 %
m <sup>3</sup> P1	375 m <sup>3</sup>	894 m <sup>3</sup>	90 m <sup>3</sup>
% m <sup>3</sup> P1	4 %	10 %	1 %
m <sup>3</sup> P2	375 m <sup>3</sup>	894 m <sup>3</sup>	90 m <sup>3</sup>
% m <sup>3</sup> P2	4 %	10 %	1 %

### **Análisis térmico**

Tal y como hemos observado en el proyecto anterior se sigue en este también una estrategia permeable desde del punto de vista constructivo, separando los diferentes módulos según su demanda energética que puedan tener, pudiendo conseguir así una calidades óptimas para cada uno y adecuándolos a su uso tanto en épocas de invierno como de verano.

Todo esto realizado también a través de un buen aislamiento, y controlando la permeabilidad al aire y la exposición a la radiación solar, intentando reducir así la posible aparición de humedades que puede perjudicar tanto a la estructura en general del edificio, como a las características higrotermicas para las que ha sido proyectado.

La agrupación térmica de los diferentes módulos tal y como se ha comentado, se realiza con la separación de estos diferentes volúmenes a partir de patios que nos aportaran una mejor captación de la radiación para cada uno de los espacios, mejorando así también la ventilación cruzada de estos, creando distancias menores en las que se puede producir tal efecto.

Facilitando de tal manera la regulación de cada uno de los espacios, y adecuando las protecciones térmicas correspondientes a cada uno de ellos, como por ejemplo la captación de la radiación solar o la permeabilidad de este espacio hacia el exterior, sobretodo en el caso de las aulas que son las que tienen mayor demanda energética por su uso prolongado a lo largo del día, y por su volumen que en conjunto suele ser el mayor en relación al volumen total del centro.

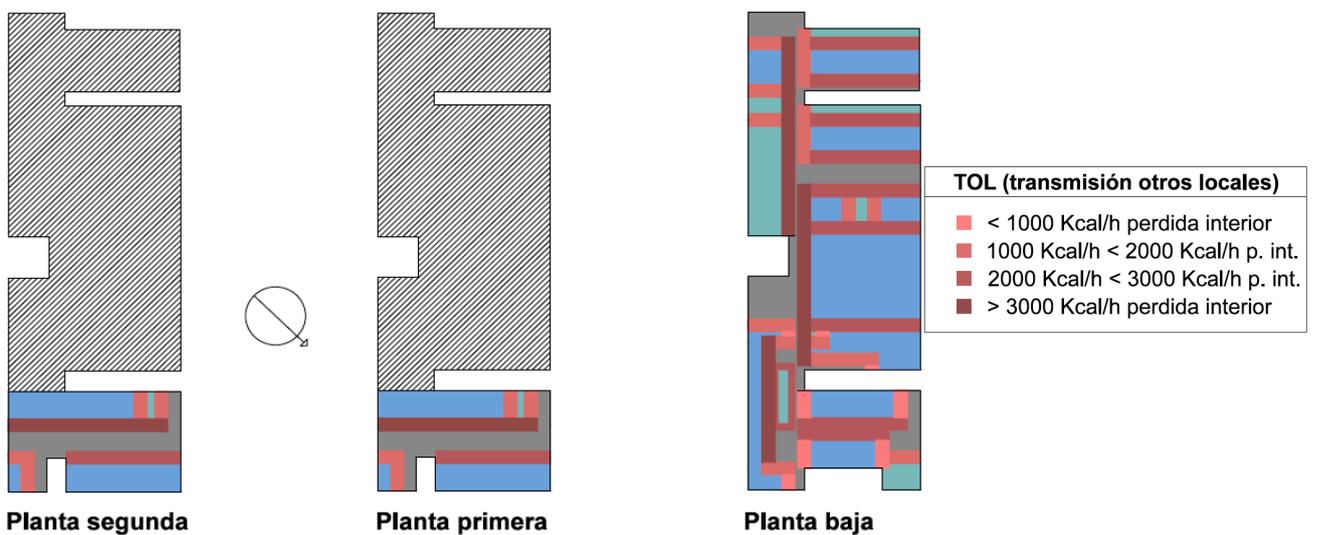
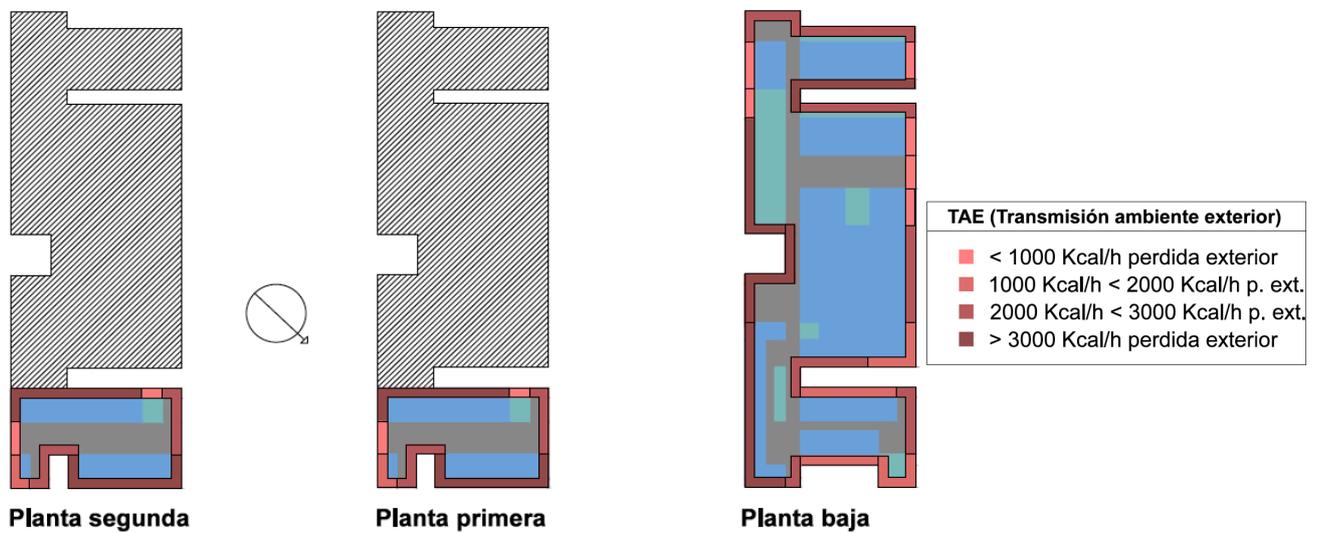
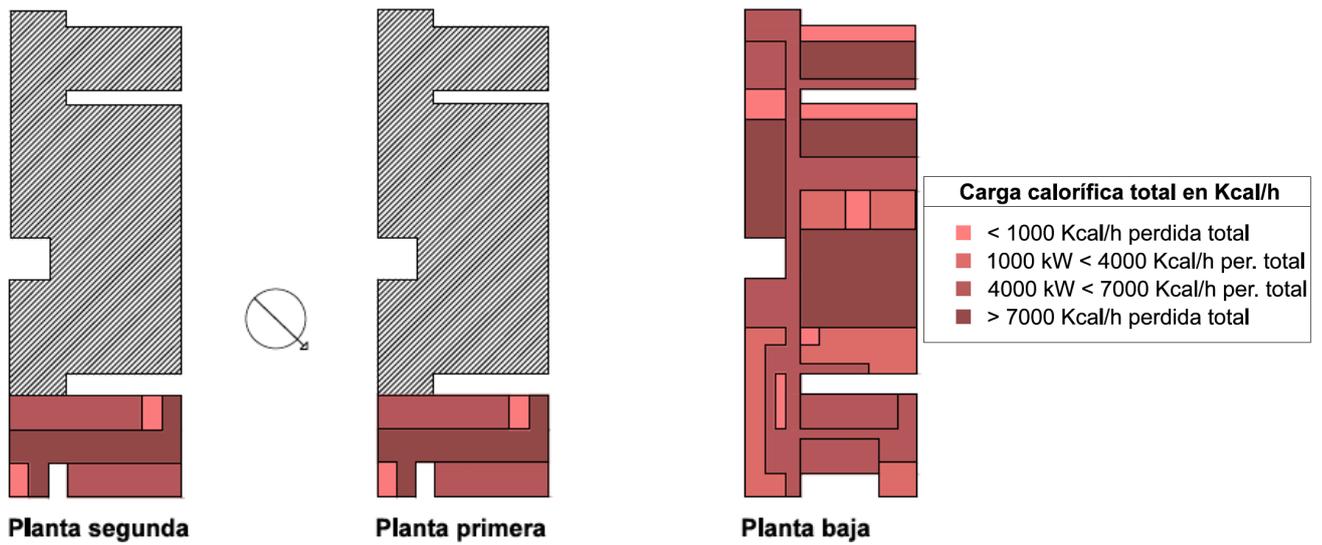
Serán estas aulas las que queden orientadas tanto a norte como a sur, en las fachadas secundarias que se crean al dividir el centro en diferentes volúmenes, siendo por donde podemos captar más luz solar, y al mismo tiempo una radiación directa ayudando a crear un mejor clima interior en invierno, y a la vez protegernos de ella en verano y favorecer la ventilación interior.

Se utilizara una menor parte de espacios de circulación en relación a otros proyectos, aun así se sigue una estrategia similar, utilizándolos de espacio tampón en las fachadas más frías, dichas así ya que es por donde tenemos menos captación solar, y nos aislaran en invierno de una menor temperatura y en verano será un espacio más fresco que nos ayudara a disminuir la temperatura interior del centro a través de su inercia térmica.

De la misma manera que en estos módulos adyacentes al principal quedan situadas las diferentes aulas del centro, es en el modulo principal donde encontramos los servicios comunes del centro, los cuales no tienen un uso tan prolongado a lo largo de todo el día, y que por lo tanto no tenemos la necesidad de crear un clima tan específico a partir de la captación de la radiación, quedando así estos situados en la fachada principal del centro por donde el asoleamiento no es tan prolongado como en la orientación de las aulas.

También estos patios interiores, nos ayudaran a captar radiación al interior de la zona de circulación, que es un espacio que sino fuera por los patios interiores no tendría ninguna aportación térmica, gracias a estos podemos modular la energía que queremos captar dentro de estos, calefactandolos en invierno cuando tenemos menos energía calorífica en este espacio que tiene una circulación intermitente.

**Gráficos de transmisión de temperatura**



### **Análisis lumínico**

Como se ha comentado anteriormente por lo que ha entorno se refiere no tendremos ningún obstáculo lumínico, debido a que son construcciones de baja altura y no aportaran sombra a nuestro edificio, facilitando así la captación lumínica siempre y cuando la necesitamos.

Pero de manera similar a como ocurría en el anterior proyecto, la sombras pueden venir provocadas debido a la misma geometría del edificio, la cual en su conjunto de patios transversales, los diferentes volúmenes o módulos pueden arrojar sombra y perjudicar a la captación lumínica, aun así el módulo que tiene mayor altura y que por lo tanto es el que podría perjudicar más, se sitúa el ultimo de los diferentes volúmenes por la parte sur del edificio, donde no tenemos una captación del asoleamiento.

Por lo que hace referencia a las aberturas en el proyecto las cuales son importantes tanto en el análisis térmico como el lumínico, encontramos que las mayores aberturas son en las fachadas que quedan orientadas al norte, es ahí donde encontramos las aulas, que son los elementos que mayor captación necesitan para iluminar de manera natural los espacios, reduciendo la necesidad de una iluminación artificial.

En otros servicios dedicados a servicio como por ejemplo serian lavabos, cocinas, o salas de instalaciones, la captación de luz natural es mucho menos importante, situando en estos casos muchas aberturas únicamente por temas de seguridad pero no de iluminación.

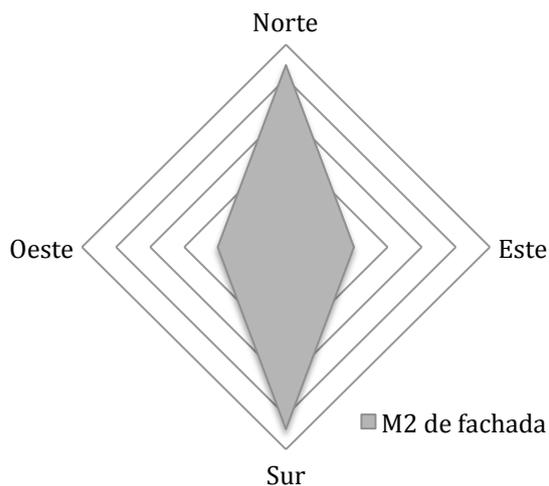
También cabe comentar que la forma del edificio, al ser alargada esto ayudara a la reflexión interior de la luz, y a su conducción por los pasillos, aun así este efecto no se producirá de manera perfecta ya que el edificio es demasiado largo para ello; aunque para eso han sido proyectados espacios intermedios de luz, pero donde tendremos más problemas de iluminación natural es en los pasillos, aunque gracias a los cristales de las puertas, iremos consiguiendo pequeños puntos de iluminación natural.

Un punto importante de la lumínica son los elementos de control que podemos encontrar, como por ejemplo las protecciones pasivas en las aberturas de las fachadas, estas están presentes en todas las aulas; estas lamas son modulares cosa que nos ayuda a modificar la entrada de luz natural a las necesidades que haya ese día, para intentar depender lo mínimo posible de la luz artificial en el interior.

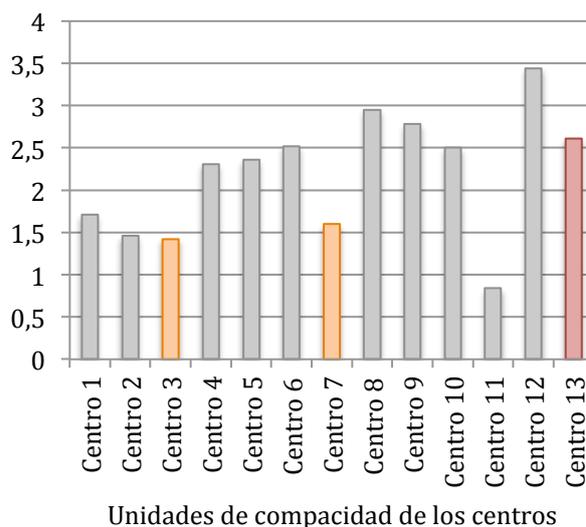
La orientación de las aulas también esta diseñada para captar la mayor cantidad de luz natural posible, suponiendo esto un menor gasto energético; las aulas de la fachada principal como hemos comentado anteriormente están orientadas al norte lo que facilitan problemas de asoleamiento o de reflexión de la luz, esto nos facilita captar la luz solar pero evitar de otra manera una captación directa de la radiación.

Las otras aulas si nos fijamos con atención ninguna es interior, todas captan la luz solar a través ya sea del patio interior que hay entre los dos módulos izquierdos, o ya sea a través del patio que funciona como núcleo central; también mezclando no solo motivos lumínicos sino también térmicos y funcionales.

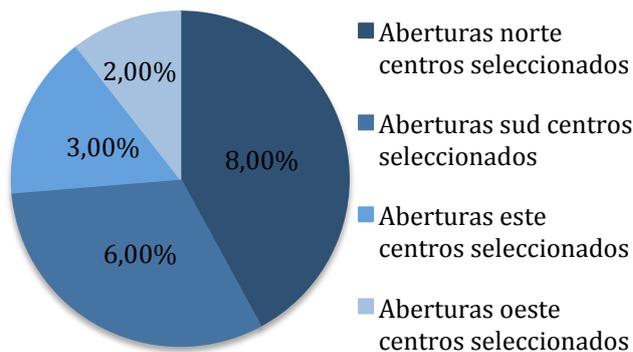
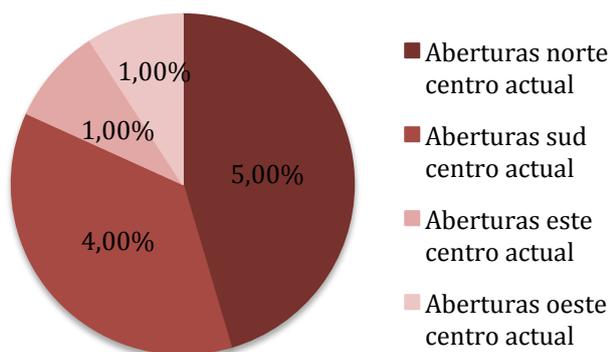
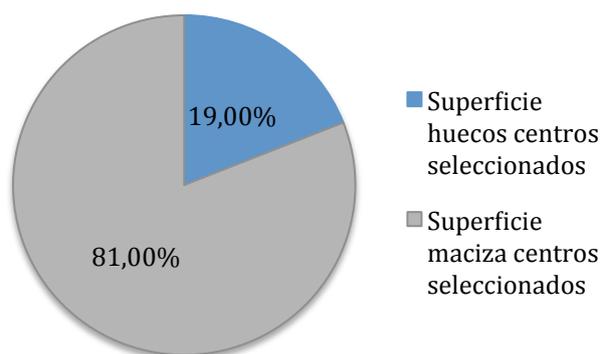
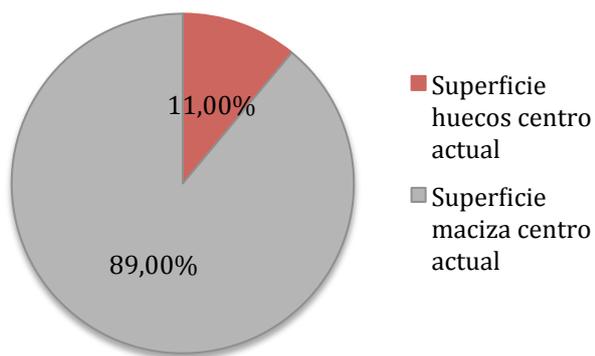
**Gráficos referentes a la piel del edificio**



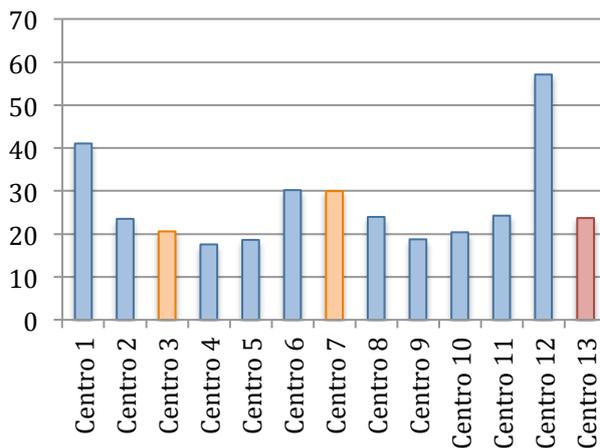
	M <sup>2</sup> por fachada
Norte	247
Sur	247
Este	230
Oeste	230



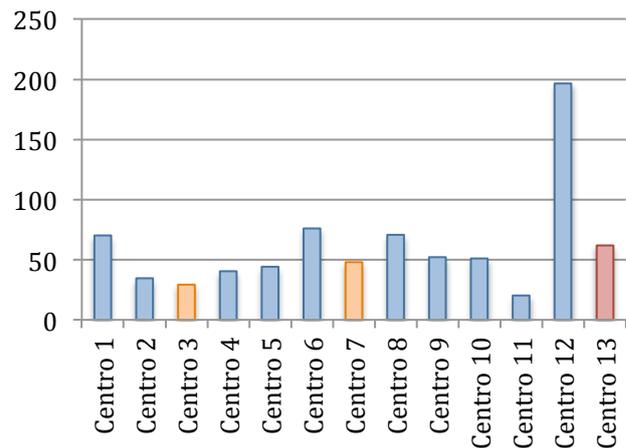
■ Datos de centro actual  
 ■ Datos de centro con misma matriz de clasificación



**Gráficos referentes a la ocupación del centro**

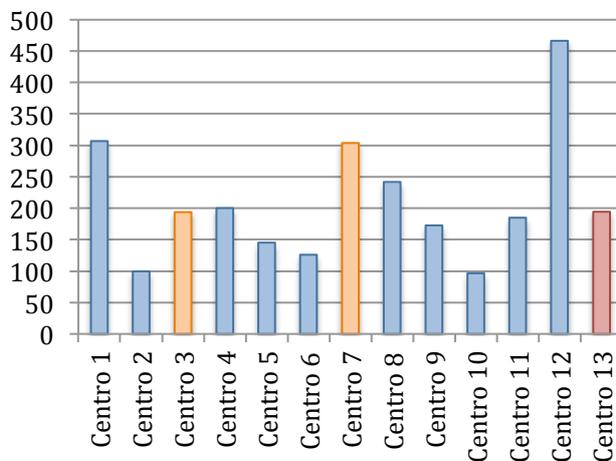


Ratio de ocupación de m3 por persona sin aplicar la compactad (m3/p)

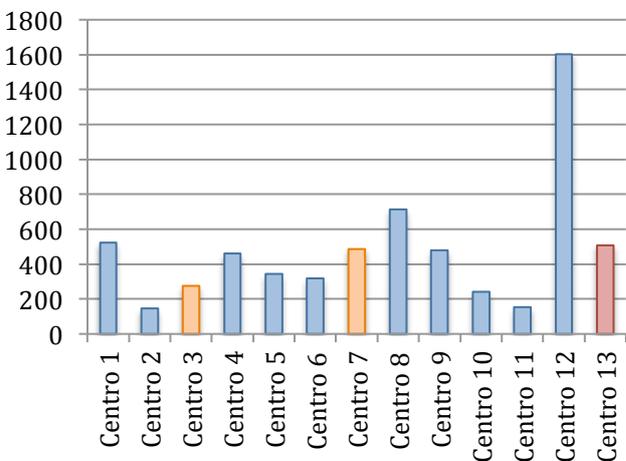


Ratio de ocupación de m3 por persona aplicando la compactad (m3/p)

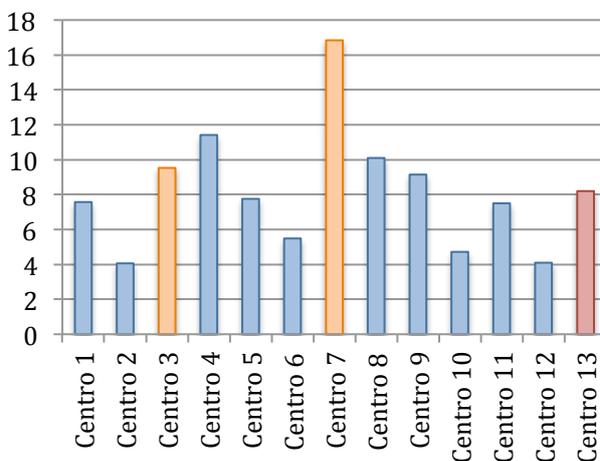
**Gráficos referentes al consumo energético**



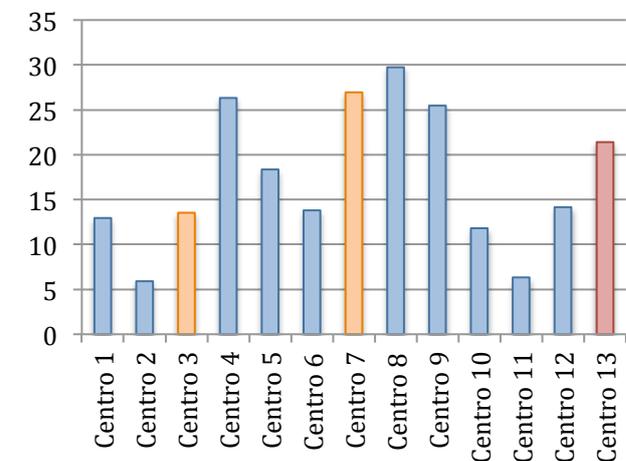
kWh medio anual por persona sin aplicar la compactad (kWh/p)



kWh medio anual por persona aplicando la compactad (kWh/p)



kWh medio anual por m3 útil sin aplicar la compactad (kWh/m3)



kWh medio anual por m3 útil aplicando la compactad (kWh/m3)

■ Datos de centro actual  
 ■ Datos de centro con misma matriz de clasificación

### **Análisis de los resultados**

En primer lugar podemos observar como la ocupación que marca la Generalitat de Cataluña sobre el centro que es de 450 alumnos en el total del centro, la ocupación que hay actualmente es de 331 alumnos y una cantidad de 46 empleados; en este caso la ocupación del centro es aceptable, haciendo al edificio mucho más eficiente contra mayor ocupación tenga este ya que la repercusión por alumno de kW/h será mucho menor, y además si el consumo no es exponencial al numero de alumnos la repercusión respecto al volumen construido también será mucho menor, por eso es importante la densidad del centro para poder valorar la eficiencia que tiene este.

La distribución de los volúmenes en comparación al total, es bastante común en respecto a otros proyectos, se mantiene en la media de estos, se puede observar sobretodo que tal y como ya se intentaba, de crear un centro con una estrategia permeable, al mismo tiempo los espacios de circulación quedaran compactados dándole mayor importancia en otros servicios.

Esta ultima observación la podemos ver sobretodo en el volumen de los pasillos, el cual es mucho menor que en proyectos de la misma envergadura, aun así los porches son abundantes debido a la necesidad de protegernos de la radiación solar directa en espacios muy abiertos como por ejemplo suelen ser los patios, además la altura de estos suele ser superior a las del interior de un edificio.

Las aulas son el elemento vertebrador de cualquier proyecto de enseñanza, pero hay en algunos en los cuales se predomina más este volumen por encima del volumen total del centro, como por ejemplo es este caso, donde el volumen de las aulas supone prácticamente la mitad del volumen total, siendo estas la parte principal del centro.

Contra más se avanza en los proyectos y observamos sus repartos de los diferentes volúmenes, se puede observar como sobretodo la zona de administración sufre disminuciones de volumen respecto a otras construcciones que observamos con 10 años de anterioridad, dando mayor importancia a otros espacios como serian las aulas.

También sufren esta disminución los gimnasios, donde no hay una necesidad de tener un espacio cubierto con un único uso durante el día, sino que cada vez se trasladan más usos a la zona exterior, teniendo además en este proyecto un campo anexo el cual puede ser utilizado, minorando así el volumen del gimnasio de forma considerable.

En ultimo lugar los espacios sirvientes siendo estos los de menor volumen y los que dan utilidad a un mayor volumen como son los servidores, manteniéndose siempre en un 10-15% lo cual hace pensar que a medida que se ha ido avanzando en las construcciones de centros docentes se han ido optimizando estos espacios, que realmente no tienen un uso constante, para poder adaptarlos y dejar sitio a otros volúmenes más importantes.

Como se puede observar la mayor cantidad de servicios la encontramos en planta baja, siendo también la mayor parte de volumen construido que hay en el centro, aun así podemos observar que en las dos plantas superiores que se desarrollan en un único modulo, su volumen construido no es muy grande, aun así se encaban los volúmenes de aulas que suponen prácticamente 1/3 del total, sin tener que añadir mucho volumen ni de circulación ni de espacios sirvientes.

De nuevo podemos ver como las estrategias más permeables por lo que a geometría del edificio suponen, tienen unos consumos menos continuos a lo largo de todo el año.

El consumo también puede estar relacionado con la proporción de huecos en el edificio es de un 10,65% (418,97 m<sup>2</sup> de huecos respecto a 3923,76 m<sup>2</sup> de fachadas), siendo así un claro ejemplo de que la permeabilidad en la geometría del edificio no tiene que tener una relación directa con la permeabilidad en sus fachadas, siendo este no el único caso que se comporta de la misma manera o similar.

La orientación también puede afectar en el consumo debido a las pérdidas energéticas que se puede producir, en este caso encontramos una tendencia hacia el norte y el sud, aun así también hacia este y oeste pero en menor grado, esto es debido a los diferentes volúmenes que encontramos los cuales hacen que se establezca bastante la orientación ya que hay muchas fachadas diferentes.

## 12.14-Tabla de todos los edificios

Información burocrática								
Información ITeC				Contacto ayuntamiento				
	Nombre proyecto	Año de licitación	Año de finalización	Codigo ITeC	Nombre	Vía de contacto	Nombre	Vía de contacto
1	CEIP Bellpuig - Zer els Munts	2004	2006	PNC-02532	Montse Vilaro	vilaromm@vilartorta.cat	Centre	ceipbellpuig@xtex.cat
2	CEIP El Catllar	2004	2006	PNT-02726	Eduard Padro	epadro@elcatllar.cat	Centre	e3012812@xtec.cat
3	CEIP Lluís Vives	2004	2007	PNA-02455	Jordi Ronda Leon	Jordi.Ronda@castelldefels.org	Centre	a8015843@xtec.cat
4	CEIP Nostra Llar	2004	2006	PNV-02520	Oficina energia sabadell	oficinaenergia@ajsabadell.cat	Centre	info@escolanostrallar.cat
5	CEIP Ferrer i Guàrdia	2004	2006	PNC-02471	Ajuntament	bustia.ceb@gencat.cat		
6	CEIP Vallirana (la ginesta)	2004	2007	PNA-03363	Ajuntament	comunicacio@vallirana.cat		
7	CEIP Ull del Vent	2004	2006	PNT-02442	Maguy Antoli	maguy@bibalpenedes.com	Centre	e3000597@xtec.cat
8	CEIP Ignasi Iglesias	2004	2007	PNA-03464	Anna Barbosa	ABarbosa@aj-cornella.cat	Centre	a8037966@xtec.cat
9	CEIP Molins de rei (la sinia)	2005	2007	PNA-03531.1	Ajuntament	ajuntament@molinsderei.cat	Centre	a8061610@xtec.cat
10	CEIP Bisbat d'Egara	2005	2008	PNV-05322	Gemma Rasset	Gemma.Raset@terrassa.cat	Centre	ceip-bisbat-egara@xtec.cat
11	CEIP Canet de Mar	2005	2008	PNC-03527	Silvia Amatller	amatllers@canetdemar.cat	Centre	a8060836@xtec.cat
12	IES Joan Amigó i Callau	2005	2007	IAT-03587	Maria Pilar	pgarrel@esplugadefrancoli.cat	Eugeni	977 870 154
13	CEIP l'Amistat	2005	2008	PNG-04328	Xavier Turró	XTURRO@figueres.org		
14	CEIP Francesc Macià	2005		PNC-02559	Josep Gabarron	gabarronsj@vilassardedalt.cat		
15	CEIP Quatre vents	2006	2008	PNC-05383	Dolors Colom	colombd@manlleu.cat		
16	CEIP Sant Pau	2006	2009	PNC-03536				
17	CEIP a Gavà	2006	2009	PNA-06365				
18	CEIP Alella La Serreta	2006	2009	PNC-04453	Jordi Serrano Alcaraz	serranoj@alella.cat		
19	CEIP Antoni Gaudí	2007	2013	PNA-04329.2	Josep Escarra	jescarra@santboi.cat		
20	CEIP Màrius Torres	2008	2011	PNC-06343	Santiago Esteban			a8033560@xtec.cat
21	CEIP Can Bassetes	2008		PNV-05432.2	Samuel Romero Díaz	sromero@castellarvalles.cat	Xavier	a8064027@xtec.cat
22	CEIP Josep Boada	2008	2011	PNG-06420				
23	CEIP Rossend Montané	2008	2011	PNC-06423	Emili Hidalgo	hidalgocem@olerdola.cat	Àngels	a8022367@xtec.cat
24	CEIP Sant Llätzer	2009	2014	PNT-08510	Francesc Ortega	FOrtega@tortosa.cat		

Perfil de usuario													
Tipo de formación					Horarios del centro								
Infantil	Primaria	Líneas educativas	Número días abierto	Porcentaje de días que se usa el centro	Horario lectivo personal	Horario lectivo alumnos	Horas total de uso al día	Porcentaje de horas usado	Ocupación de personal	Capacidad de alumnos	Ocupación de alumnos	Porcentaje de ocupación del centro respecto su capacidad	
1	X	X	2	168,00	46,03	9:00-17:00	9:00-17:00	8,00	33,33	15	450	180	40
2	X	X			0,00	8:00-17:00	8:30-16:00	9,00	37,50	33			
3	X	X	2	195,00	53,42	8:00-17:00	9:00-16:30	9,00	37,50		450		0
4	X	X	3		0,00	8:00-18:00	9:00-17:00	10,00	41,67	35	675	465	69
5	X	X	1	187,00	51,23	9:00-16:30	9:00-16:00	7,50	31,25	41	225		0
6	X	X		174,00	47,67	9:00-17:00	9:00-16:30	8,00	33,33	19			
7	X	X	2	164,00	44,93	9:00-17:00	9:00-16:30	8,00	33,33	37	450	240	53
8	X	X	2	163,00	44,66	9:00-17:00	9:00-16:30	8,00	33,33	43	450		0
9	X	X	2	170,00	46,58	9:00-17:00	9:00-17:00	8,00	33,33	35	450	310	69
10	X	X	3	176,00	48,22	9:00-17:00	9:00-17:00	8,00	33,33	52	675		0
11	X	X	2	167,00	45,75	9:00-17:00	9:00-17:00	8,00	33,33	40	450	400	89
12			2	175,00	47,95	8:00-17:00	8:00-17:00	9,00	37,50	21	450	310	69
13	X	X			0,00				0,00				
14	X	X	3		0,00				0,00		675	480	71
15	X	X	2		0,00				0,00	21	450	415	92
16	X	X			0,00				0,00				
17	X	X			0,00				0,00				
18	X	X	2		0,00				0,00	46	450	331	74
19	X	X			0,00				0,00	21	225	127	56
20	X	X	2	177,00	48,49	8:30-16:30	8:30-16:30	8,00	33,33	44	450	458	102
21	X	X	2		0,00				0,00	35	650	450	69
22	X	X	2		0,00				0,00	20	450	324	72
23	X	X	2	168,00	46,03				0,00	22	450	264	59
24	X	X	2	176,00	48,22	9:00-16:30	9:00-16:30	7,50	31,25	15	450	97	22

Programa funcional																	
Superficies generales del centro			Número de estancias														
Sup. útil teórica (m <sup>2</sup> )	Superficie construida (m <sup>2</sup> )	Sup. útil según GDC	Núm. lavabos GDC	Núm. lavabos	Núm. pasillos	Núm. aulas GDC	Núm. aulas	Número bibliotec. GDC	Número bibliotec.	Núm. com. GDC	Núm. Com.	Núm. porches	Número despacho GDC	Número despacho	Núm. gimnasio GDC	Núm. gimnasio	
1	2.685,90	2.779,00	2.800,00	9	7	6	28	16	1	1	1	1	5	10	11	1	1
2		2.551,00	0,00														
3	2.891,20	3.395,47	2.760,00	9			28		1		1			10		1	
4	3.521,70	3.166,78	0,00					24				1					1
5	2.026,70	2.553,82	1.783,00	3			16		1		1	1		11		1	
6		3.546,11	0,00														
7	2.596,00	2.469,97	2.800,00	9	8	2	28	15	1	1	1	1	2	10	10	1	1
8	2.891,20	3.370,69	2.800,00	9			28		1	1	1	1		10		1	1
9	2.657,00	2.798,76	2.800,00	9	11	9	28	24	1	1	1	1	3	10	10	1	0
10	3.521,70		0,00														
11	2.891,20	3.160,67	0,00														
12	2.891,20	2.944,30	0,00		4	8		16				1			14		1
13			0,00														
14	3.521,70		0,00														
15	2.891,20		0,00														
16			0,00														
17			0,00														
18	2.891,20		0,00														
19			0,00														
20	2.891,20	4.384,40	0,00		22	13		36				4	1		6		1
21	2.891,20		0,00														
22			0,00														
23	2.891,20		0,00														
24	2.891,20	5.154,13	0,00		13	2		34				1	2		10		1

Programa funcional																	
Superficies útiles del centro																	
	Sup. útil lavabos GDC (m2)	Sup. útil lavabos (m2)	M2 unidad lavabo	Sup. útil pasillos GDC (m2)	Sup. útil pasillos (m2)	M2 unidad pasillo	Sup. útil aulas GDC (m2)	M2 unidad aula GDC	Sup. útil aulas (m2)	M2 unidad aula	Sup. útil biblio. GDC (m2)	M2 unidad biblio. GDC	Sup. útil biblio. (m2)	M2 unidad biblio.	Sup. útil comedor y cocina GDC (m2)	M2 por unidad de comedor y cocina GDC	Sup. útil comedor y cocina (m2)
1	95,00	97,92	13,99	605,00	441,10	73,52	1.190	42,50	698,89	43,68	60,00	60,00	60,00	60,00	150,00	150,00	183,53
2																	
3	95,00			605,00			1.190	42,50			60,00	60,00			150,00	150,00	
4										0,00							
5	60,00			441,00			432	27,00			60,00	60,00			150,00	150,00	
6																	
7	95,00	62,62	7,83	605,00	432,95	216,48	1.190	42,50	711,58	47,44	60,00	60,00	65,90	65,90	150,00	150,00	175,25
8	95,00			605,00			1.190	42,50			60,00	60,00		0,00	150,00	150,00	
9	95,00	96,66	8,79	605,00	572,48	63,61	1.190	42,50	1.088,4	45,35	60,00	60,00	60,35	60,35	150,00	150,00	195,35
10																	
11																	
12		70,00	17,50		506,50	63,31			830,25	51,89				61,85	61,85		150,10
13																	
14		76,77			513,92				1.202,7					61,30			222,90
15		63,60			407,80				1.240,8					62,16			203,06
16																	
17																	
18		176,95			693,02				1.248,7					66,15			228,97
19		92,00			0,00				602,00					60,00			122,00
20		149,80	6,81		723,10	55,62			1.399,0	38,86				61,00	61,00		256,60
21		113,85			670,30				1.395,0					61,65			215,47
22		99,66			281,36				930,66					69,39			207,57
23		80,11			442,35				768,08					64,47			163,35
24		111,70	8,59		1.267,5	633,75			1.559,4	45,86				60,00	60,00		256,20

Programa funcional																	
Superficies útiles del centro																	
	Sup. útil porche GDC (m2)	Sup. porche(m2)	M2 unidad porche	Sup. útil despa. GDC (m2)	M2 unidad despa. GDC	Sup. útil zona admin. (m2)	M2 unidad despa.	Sup. útil gim. GDC (m2)	M2 unidad de gim. GDC	Sup. útil gim.	M2 unidad gim.	% sup. lavabo respecto total	% sup. pasillos respecto total	% sup. aulas respecto total	% supe. biblio. respecto total	% sup. comedor respecto total	% sup. porche respecto total
1	180,00	545,65	109,13	155,00	15,50	175,30	15,94	330,0	330,00	334,9	334,97	3,79	17,08	27,06	2,32	7,11	21,13
2												0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
3	180,00			115,00	11,50			330,0	330,00			0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
4										0,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5	120,00			155,00	14,09			330,0	330,00			0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
6		290,00										0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	9,00
7	180,00	242,80	121,40	155,00	15,50	123,20	12,32	330,0	330,00	337,6	337,69	2,74	18,94	31,12	2,88	7,67	10,62
8	180,00			155,00	15,50			330,0	330,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
9	180,00	202,28	67,43	155,00	15,50	176,46	17,65	330,0	330,00	0,00		3,95	23,37	44,43	2,46	7,97	8,26
10																	
11												0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
12		100,40	100,40			272,55	19,47			638,1	638,10	2,62	18,95	31,07	2,31	5,62	3,76
13																	
14		279,40				177,49				332,4		2,65	17,71	41,44	2,11	7,68	9,63
15		216,85				166,51				350,8		2,30	14,78	44,96	2,25	7,36	7,86
16																	
17																	
18		728,70				175,73				339,9		4,78	18,74	33,76	1,79	6,19	19,70
19		212,56				275,00				140,0		6,12	0,00	40,04	3,99	8,11	14,14
20		1.045	1.045			125,45	20,91			252,9	252,90	3,67	17,74	34,32	1,50	6,29	25,66
21		212,56				192,31				104,9		3,66	21,54	44,82	1,98	6,92	6,83
22		221,36				176,04				334,2		4,19	11,82	39,10	2,92	8,72	9,30
23		172,69				169,58				345,9		3,47	19,15	33,24	2,79	7,07	7,47
24		2.489,6	1.244,8			166,30	16,63			279,6	279,60	1,79	20,34	25,03	0,96	4,11	39,96

Programa funcional																	
Coeficientes de superficie útil				Volúmenes			Factores de la forma exterior del edificio										
Superficie útil teórica / capacidad (m2/p)	Superficie útil / ocupación (m2/p)	Superficie útil GDC / capacidad (m2/p)	Superficie construida / ocupación alumnos (m2/p)	Volu. útil (m3)	Volu. constr. (m3)	Volumen útil / ocupación alumnos (m3/p)	Form.	Orientación	Nº planta máx.	Ocupa. parcela (m2)	Altura total	Altura libre	Compacida d (m)	Sup. hueco (m2)	Porosi dad (%)	Esb eltez	
1	5,97	14,35	6,22	15,44	7.928	8.531	44,05	1601	Norte-Oeste	2	2.032,0	6,00	3,07	1,71	962	19,30	3,39
2					0,00	0,00		1402									
3	6,42		6,13		0,00	0,00		1601	Norte-Este								
4	5,22	6,19	0,00	6,81	0,00	0,00	0,00	1505	Norte-Este	3	1.320,4						
5	9,01		7,92		0,00	0,00		1505	Norte-Este	2	1.117,4						
6					0,00	0,00		1506	Norte-Este	1	1.700						
7	5,77	9,53	6,22	10,29	6.515	7.039	27,15	1503	Norte-Oeste	2	1.497,4	7,21	2,85	1,46	488	10,15	2,08
8	6,42		6,22		0,00	0,00		1503	Norte	2	962,40						
9	5,90	7,90	6,22	9,03	7.104	8.116	22,92	1202	Norte-Este	2	3.001	7,00	2,90	1,42	989	17,34	4,29
10	5,22		0,00		0,00	0,00		1201									
11	6,42	7,18	0,00	7,90	0,00	0,00	0,00	1202	Norte-Este	2	2.055,0						
12	6,42	8,62	0,00	9,50	7.482	8.244	24,14	1603	Sur-Oeste	2	1.990	6,80	2,80		570		2,93
13					0,00	0,00		1504									
14	5,22	6,05	0,00	0,00	8.416	8.416	17,53				6,80	2,90	2,31	923,5	25,35	0,00	
15	6,42	6,65	0,00	0,00	8.141	8.141,0	19,62					2,95	2,36	911,3	26,40		
16					0,00	0,00		1202									
17					0,00	0,00		1503									
18	6,42	11,17	0,00	0,00	11.39	11.392	34,42					3,08	2,52	1.006	22,26		
19	0,00	11,84	0,00	0,00	4.435	4.435,0	34,93					2,95	1,60	308,5	11,15		
20	6,42	8,90	0,00	9,57	12.02	12.933	26,26	1402	Norte-Este	4	1.324,9	15,00	2,95	2,95	1.046	23,78	0,88
21	4,45	6,92	0,00	0,00	9.119	9.119,0	20,26					2,93	2,78	717,6	21,87		
22	0,00	7,35	0,00	0,00	7.021	7.021	21,67					2,95	2,50	787	28,04		
23	6,42	8,75	0,00	0,00	6.931	6.931	26,26					3,00	0,84	1.643	20,03		
24	6,42	64,23	0,00	53,14	18.69	15.462	192,69	1001	Oeste	3	3.021,0	11,47	3,00	3,44	626,3	13,95	2,63

Programa funcional														
Superficie de fachadas								Superficies teóricas			Datos del lugar			
	Norte	Sur	Este	Oeste	Cubierta	Asentada	Adosada	Área total envolvente (m2)	Superficie asentamiento (m2)	Sup. Adosami. (m2)	Sup. perforación (m2)	Localización	Zona clima CTE	Radiación climática
1	710,16	1.065	365	715	2.132,00	0,00	0,00	4.988,40	0,00	0,00	962,79	Sant Julià de Vilatorta	D1	II
2								0,00	#¡DIV/0!	#¡DIV/0!	0,00	Tarragona	B3	III
3								0,00	#¡DIV/0!	#¡DIV/0!	0,00	Castelldefels	C2	II
4								0,00	#¡DIV/0!	#¡DIV/0!	0,00	Sabadell	C2	III
5								0,00	#¡DIV/0!	#¡DIV/0!	0,00	Granollers	C2	III
6								0,00	#¡DIV/0!	#¡DIV/0!	0,00	Vallirana	C2	III
7	356,51	402	863	517	2.668,00	0,00	0,00	4.808,28	0,00	0,00	488,09	La Bisbal del Penedés	C3	III
8								0,00	#¡DIV/0!	#¡DIV/0!	0,00	Cornellà de Llobregat	C2	II
9	1.160	1.173	460	460	2.448,09	0,00	0,00	5.703,79	0,00	0,00	989,03	Molins de Rei	C2	II
10								0,00	#¡DIV/0!	#¡DIV/0!	0,00	Terrassa	D2	
11								0,00	#¡DIV/0!	#¡DIV/0!	0,00	Canet de Mar	C2	II
12								0,00	#¡DIV/0!	#¡DIV/0!	570,07	L'Espluga de Francolí	C3	
13								0,00	#¡DIV/0!	#¡DIV/0!	0,00	Figueres	C2	III
14	296,00	428	314	350	2.255,00	0,00	0,00	3.643,00	0,00	0,00	923,58	Vilassar de Dalt	C2	II
15	456,38	591	500	345	1.558,12	0,00	0,00	3.452,05	0,00	0,00	911,35	Manlleu	D1	II
16								0,00	#¡DIV/0!	#¡DIV/0!	0,00	Sant pol de mar	C2	III
17								0,00	#¡DIV/0!	#¡DIV/0!	0,00	Gavà	C2	II
18	468,14	421,8	231	201	3.198,12	0,00	0,00	4.521,56	0,00	0,00	1.006,35	Alella	C2	II
19	442,80	442	163	163	1.552,82	0,00	0,00	2.766,02	0,00	0,00	308,50	Sant Boi de Llobregat	C2	II
20	823,47	845,6	647	671,7	1.124,40	265,71	176,06	4.378,51	0,06	0,04	1.041,26	L'Hospitalet	C2	II
21	660,54	637,3	195	167,2	1.620,02	0,00	0,00	3.280,55	0,00	0,00	717,62	Castellar del Vallès	D2	III
22	337,09	354,2	187	195,0	1.736,08	0,00	0,00	2.809,78	0,00	0,00	787,94	Riudarenes	C2	III
23	1.032	700,8	580	1.042	4.849,20			8.205,70	0,00	0,00	1.643,75	Olèrdola	C2	III
24	583,96	605	316	155,4	2.826,49	0,00	0,00	4.488,67	0,00	0,00	626,35	Tortosa	B3	IV

Programa energético real																
Datos de facturación a las escuelas				Instalaciones del centro				Factores del consumo								
Consumo medio anual eléctrico. (kW/h)	Consumo medio anual gas (kW/h)	Consumo medio anual eléctrico. (€)	Consumo medio anual gas (€)	Calefacción	Aire acondicionado	Inst. solar	Caldera	Consumo medio eléctrico./ Sup. útil (kW/hm <sup>2</sup> )	Consumo medio gas / Sup. útil (kW/hm <sup>2</sup> )	Consumo medio eléctrico./ Sup. útil (€/m <sup>2</sup> )	Consumo medio gas / Sup. útil (€/m <sup>2</sup> )	Consumo medio eléctrico./ ocupa. (kW/hp)	Consumo medio gas / ocupa. (kW/hp)	Consumo medio eléctrico./ cap. (kW/hp)	Consumo medio gas / cap. (kW/hp)	
1	37.435	154.299			Si	No	No	Si	14,50	59,75	0,00	0,00	207,97	857,22	83,19	342,89
2	57.690		13.564						25,27	0,00	5,94	0,00				
3	55.472	11.384,0	9.274	4.896	Si	No	Si		16,99	3,49	2,84	1,50			123,27	25,30
4	54.344				Si	No	Si	Si	18,88	0,00	0,00	0,00	116,87	0,00	80,51	0,00
5	50.483		11.244		Si	No	Si	Si	21,74	0,00	4,84	0,00			224,37	0,00
6	48.271		10.160		Si	No	No	Si	14,97	0,00	3,15	0,00				
7	24.676				Si	No	No	Si	10,79	0,00	0,00	0,00	102,82	0,00	54,84	0,00
8	53.376		12.213		No	No	No	Si	14,57	0,00	3,33	0,00			118,61	0,00
9	66.863				Si	No	No	Si	27,29	0,00	0,00	0,00	215,69	0,00	148,58	0,00
10	53.704														79,56	0,00
11	78.065		16.532		Si	No	Si	Si	27,17	0,00	5,75	0,00	195,16	0,00	173,48	0,00
12	28.220				Si	No	Si	Si	10,56	0,00	0,00	0,00	91,03	0,00	62,71	0,00
13	58.757	16.719	14.071	1.281												
14	82.357		15.611						28,38	0,00	5,38	0,00	171,58	0,00	122,01	0,00
15	68.815	198.292							24,93	71,85	0,00	0,00	165,82	477,81	152,92	440,65
16	59.375		12.965													
17	70.638		14.933													
18	51.580	147.018	15.737	10.134					13,94	39,75	4,25	2,74	155,83	444,16	114,62	326,71
19	44.932								29,88	0,00	0,00	0,00	353,80	0,00	199,70	0,00
20	96.796		16.518		Si	No	Si	Si	23,75	0,00	4,05	0,00	211,34	0,00	215,10	0,00
21	67.128		14.105						21,57	0,00	4,53	0,00	149,17	0,00	103,27	0,00
22	33.169								13,94	0,00	0,00	0,00	102,38	0,00	73,71	0,00
23	26.106								11,30	0,00	0,00	0,00	98,89	0,00	58,01	0,00
24	25.617		6.826		Si	No	Si	Si	4,11	0,00	1,10	0,00	264,09	0,00	56,93	0,00

