

## Bio Alai, el desarrollo de un local sostenible de consumo casi cero de 632m<sup>2</sup> shop for an ecologic supermarket in Vitoria-Gasteiz

Bio Alai, the development of a NZEB 632m<sup>2</sup> sustainable shop for an ecologic supermarket in Vitoria-Gasteiz

Iker Gómez-Iborra<sup>1</sup>, Noemi Fradejas-Aguillo<sup>1</sup>, Itziar Gorosabel-Fernández<sup>1</sup>, Yana Tsvetkova<sup>1</sup>

### ABSTRACT

Bio Alai es una asociación de consumo ecológico sin ánimo de lucro de Vitoria-Gasteiz, con más de 1.400 socios, fundada en 1993. Casi desde el comienzo cuentan con un local comercial en el que vender productos de consumo ecológico a sus asociados.

En el año 2013, la asociación decide mudarse a otro local tres veces más grande (632 m<sup>2</sup>) para poder dar servicio a un mayor número de socios y de productos en venta: así como de disponer de un espacio específico para el desarrollo de actividades sociales, charlas, exposiciones, talleres, etc.

El uso corresponde con el de un local comercial del tipo Supermarket (área de venta: entre 280 y 1400m<sup>2</sup>). El área que corresponde a la venta total del local de 300 m<sup>2</sup>.

La intensidad energética (kWh/m<sup>2</sup>·año) de este tipo de locales es de las más elevadas; por lo que conseguir un local de consumo mínimo es una prioridad.

El local, en un edificio de finales de los años 80, se encuentra vacío, de obra y sin accesibilidad (con un escalón de 20cm). La geometría es totalmente contraria a la compacidad. Para adecuar el local se debe afrontar una adecuación integral del mismo.

El proyecto de reforma debe lograr los siguientes objetivos: ser un local sostenible, de consumo energético casi 0, lo más cercano posible a la filosofía de la bioconstrucción y calidad del aire, funcional, laboralmente seguro y adecuado al, más que reducido, presupuesto disponible.

Para poder llevar a cabo el encargo se desarrolla un proyecto que, constructivamente hablando, desarrolla soluciones ingeniosas y asequibles que, tras varios años de uso, se están demostrando eficaces.

La ponencia muestra el proceso de toma de decisiones del proyecto para poder cumplir, de modo equilibrado, los objetivos señalados.

La ponencia muestra también la importancia de desarrollar soluciones ingeniosas para poder cumplir los objetivos; en especial el equilibrio entre prestaciones y coste

En la ponencia también se explican las dificultades que surgen al construir un local comercial de bajo coste lo más cercano posible a la filosofía de la bioconstrucción y los sacrificios que hay que hacer para lograr los objetivos.

La ponencia muestra el balance y estado de la obra después de 3 años de uso, incluyendo el análisis de consumos energéticos, la evolución del local y en especial de las soluciones no convencionales, el grado de satisfacción de los trabajadores y usuarios, etc.

La ponencia compara la intensidad energética del local con las intensidades energéticas de otros estudios en el ámbito internacional (EEUU, UK, Suecia, REWE passivhaus) para valorar si realmente se ha conseguido un local de mínimo consumo energético.

Finalmente, la ponencia desarrolla en conclusiones los sistemas y protocolos que merece la pena ser repetidos y las cuestiones que requieren mejora.

Esta ponencia es un caso de estudio, una experiencia real de construcción, que ha podido ser usada de modo real el tiempo suficiente como para poder ser valorada adecuadamente.

**Key Words:** ECCN, bioconstrucción, supermercado, reducción COV, bajo coste, desarrollo constructivo

(1) IG karratu arkitektura, Arantzabal 8 8C, +34 945245641, info@igkarratu.com

## 1. Introducción a la asociación de consumo ecológico de BIO ALAI

Bio Alai es una asociación de consumo ecológico sin ánimo de lucro de Vitoria-Gasteiz, con más de 1.400 socios, fundada en 1993. Casi desde el comienzo cuentan con un local comercial en el que vender productos de consumo ecológico a sus asociados.

En la fecha en la que se deciden cambiar de local están usando un local de 290 m<sup>2</sup>c en el mercado de Gazalbide. La superficie de venta es de 188 m<sup>2</sup>u.

El sitio es manifiestamente pequeño; dando problemas no sólo en poner al alcance los miles de referencias de productos con las que cuentan, sino que generan problemas de salud laboral a los trabajadores ya que tienen que realizar posturas difíciles para el desarrollo de trabajos de reposición.

Hay demasiados consumidores para una tienda tan pequeña, tanto que resulta habitual ver atascos con los compradores y sus carritos de la compra.

Además, el local tiene un problema de climatización; ya que las 2 máquinas de aire acondicionado de 14kw de potencia térmica no son suficiente para satisfacer una demanda energética elevada en invierno y verano.

Adicionalmente se constata que en verano la temperatura del local se eleva sobre los 25 °C; dando como resultado problemas en la duración y calidad del producto fresco expuesto.

La intensidad energética del local es de 340 kWh/m<sup>2</sup>v-a (sobre la superficie de venta) o, en referencia a la superficie total, 220 kWh/m<sup>2</sup>-a.

## 1. Introduction to BIO ALAI association

Bio Alai is a non-profit ecological consumer association in Vitoria-Gasteiz, with more than 1,400 members, founded in 1993. Almost from the beginning, they have a commercial space where they can sell organic and ecofriendly products to their members.

Before this new store Bio Alai was using a 290 m<sup>2</sup>c store in the Gazalbide market of Vitoria-Gasteiz. The Sales area is 188 m<sup>2</sup>u.

The Gazalbide store is manifestly small; giving problems not only in putting within reach the thousands of product references that they have, but it also generates labor health problems for the workers since they have to work in difficult positions for the development of their work; especially during product reposition. Consumers are too many for the shop also so there is always a problem while shopping as "traffic jams" are made with buyers and trolley carts.

Moreover, the store has an air conditioning problem. They have 2 air conditioning machines of 14kw of thermal power each which are not enough to satisfy a high energy demand in winter and summer.

Additionally, it is noted that in summer the temperature of the store rises above 25 °C; resulting in problems of durability and quality of the exposed fresh product.

The energy intensity of the premises is 340 kWh / m<sup>2</sup>s-a (referring to the sales area) or, referring to the total area, 220 kWh / m<sup>2</sup>-a

Due to all these problems, the board of directors



**Figura 1.**

El anterior local de la asociación de consumo ecológico Bio Alai en el mercado de Gazalbide.

Debido a todos esos problemas, la junta directiva busca y valora diferentes locales de alquiler a largo plazo, dando como resultado la contratación del alquiler del que va a ser el nuevo local.

## 2. El local de BIO ALAI

En el año 2013, la asociación decide mudarse a otro local tres veces más grande (632 m<sup>2</sup>) para poder dar servicio a un mayor número de socios y de productos en venta: así como de disponer de un espacio específico para el desarrollo de actividades sociales, charlas, exposiciones, talleres, etc.

El nuevo local se encuentra en estado de obra. La mayor parte del forjado del local se encuentra 20cm por encima de la calle lo que hace necesaria una modificación del forjado para poder dotar de accesibilidad al local.

El proyecto original, sito en el archivo municipal, cuenta con una carga admisible de 400 kg/m<sup>2</sup> para el uso y de 50kg/m<sup>2</sup> para el solado. No incluye definición ni mención del tipo de forjado empleado por lo que no se puede plantear mayor carga que la señalada. Decidimos acudir al archivo del Colegio de Arquitectos y, casualmente, este expediente está extraviado. Entonces nos ponemos en contacto con los arquitectos. Tampoco disponen de información adicional; pero nos ponen en contacto con el calculista. Tampoco tiene información adicional, pero recuerda el sistema empleado y nos da las hojas técnicas de los tipos de forjado empleados; información e indicaciones adicionales que tampoco sirven para permitir una mayor sobrecarga a los forjados.

Debido a las reticencias de los vecinos, que retrasan la actuación de accesibilidad al local durante más de

sought different long-term rental places, resulting in the renting of the place for the new premises.

## 2. The premises of BIO ALAI

In 2013, the association decided to move to another location three times larger (630 m<sup>2</sup>) to be able to serve a greater number of partners and products for sale: as well as having a specific space for the development of social activities, discussions, exhibitions, workshops, etc.

The new premises are in blank (as working construction). Most of the slab of the premises is 20cm above the street level, which makes a modification of the floor necessary to provide accessibility to the premises.

The floor has an admissible load of 450 kg/m<sup>2</sup> for the entire floor package and use. The documentation in municipality's archive tells nothing about the slab's structure. So, we search unsuccessfully more information in the Architects office. Finally, we could reach to the structure engineer who calculated the building 30 years ago, so he spared us some information in order to see if it was possible to gain more advantage of the structure; which was not.

Due to the reluctance of the neighbors, who delayed the action of providing accessibility to the premises for more than half a year, we cannot develop a substructure under the current floor to earn a little more payload (150-250kg /m<sup>2</sup>). Otherwise, we are constrained to use light solutions and a study of the limitations for the exposed product with indication of admissible loads.



**Figura 2.** Composición de imágenes del proyecto original y estado del local.

medio año, y a la limitación económica nos es imposible desarrollar una subestructura debajo del forjado actual para poder ganar un poco más de carga útil (150-250kg/m<sup>2</sup>) En su defecto nos vemos constreñidos a emplear soluciones ligeras y un estudio de pesos y cargas para el producto expuesto.

### 3. Condicionantes de la obra

Han sido condicionantes de la obra:

- el precio destinado a la obra:
- la superficie de la envolvente:
  - suelo (sobre garaje)
  - techo en contacto con el exterior
  - techo en contacto con forjado
  - paredes medianeras y en contacto con el portal
- criterios de calidad:
  - reducción de consumo energético
  - materiales lo más sostenibles posibles
  - reducción de peso de la actuación
  - si es posible; confort
- la estructura del edificio y al acceso a instalaciones
- el programa del local:
  - zona administrativa confortable
  - vestuarios y zona de descanso
  - tienda
  - zona social
  - almacén con cámaras frigoríficas

### 4. El proyecto

durante las primeras fases del proyecto (anteproyecto y comienzos del proyecto básico), los arquitectos socios trabajamos en cooperación para el desarrollo del proyecto.

Durante el desarrollo del proyecto, en la primera fase del proyecto, por motivos propios y personales, el equipo de arquitectos queda reducido al equipo de ig karratu arkitektura (Itziar Gorosabel, Iker Gómez Iborra y Noemí Fradejas) con la colaboración de Itsaso Gancedo e Itziar Ibarrondo. La dirección de obra la llevan a cabo en exclusiva ig karratu arkitektura.

Durante el proyecto animamos a la participación de los miembros de la asociación y de la junta, organizándose diversas sesiones para recabar ideas, comprobar y retocar propuestas, conocer prioridades.

La superficie total de venta es de 300 m<sup>2</sup> (incluyendo la zona de distribución interior y acceso). El almacén ocupa 90 m<sup>2</sup>, la zona administrativa 80 m<sup>2</sup> y la zona

### 3. Conditioners of the project and the building itself

There have been determining the factors of the work

- the price of the construction work:
- the surface of the envelope:
  - floor (over the garage)
  - roof in contact with the exterior
  - roof in contact with the first-floor slab
  - dividing walls, which are in contact with the portal
- Quality criteria:
  - reduction of energy consumption
  - materials as sustainable and ecofriendly as possible
  - weight reduction of the performance
  - if possible; comfort
- The structure of the building and access to facilities

### 4. The project

During the first phases of the project (preliminary project and beginning of the conceptual project), the partner architects worked in cooperation for the development of the project.

During the development of the project, in the first phase of the project, for personal reasons, the team of architects is reduced to the team of ig karratu arkitektura (Itziar Gorosabel, Iker Gómez Iborra and Noemí Fradejas) with the punctual collaboration of Itsaso Gancedo and Itziar Ibarrondo. ig karratu arkitektura ended up developing the project and the D.O.

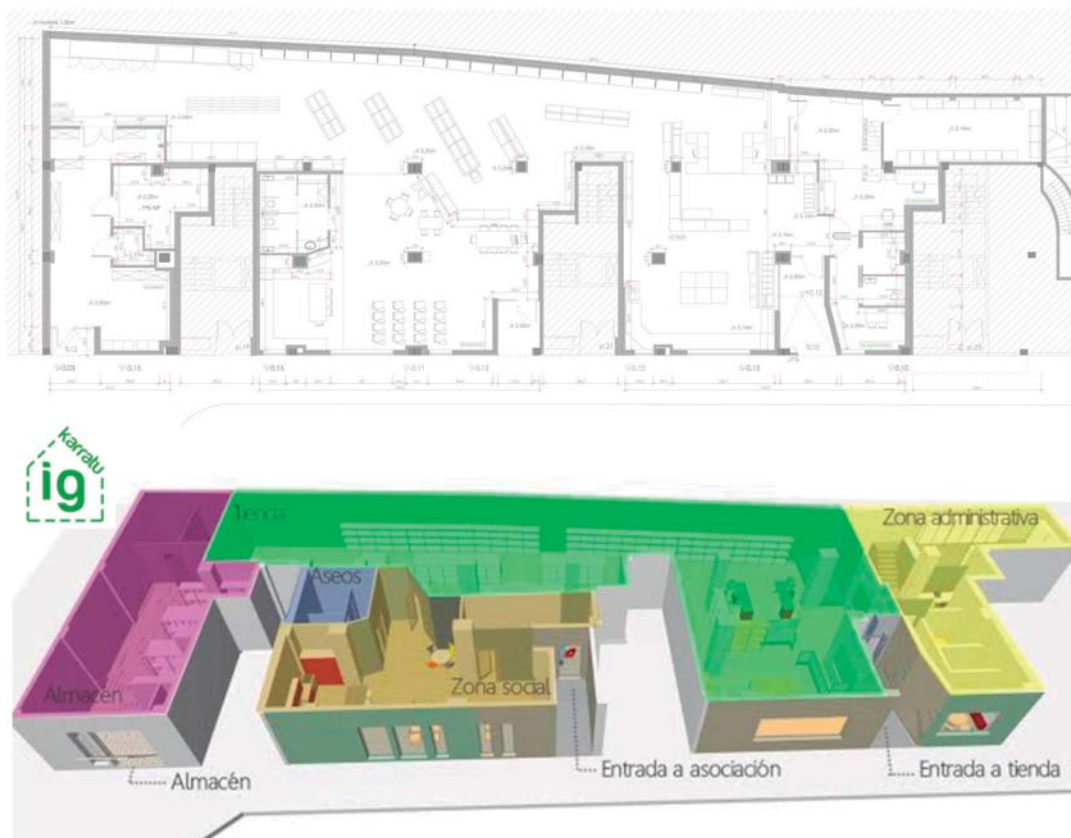
During the process we encourage participation of the members and the board. There were prepared some sessions in order to gather ideas, check proposals, make modifications and understand priorities.

The sales area is 300 m<sup>2</sup> (including access distribution). Storage is 90m<sup>2</sup>, offices 80 m<sup>2</sup> and social area 92 m<sup>2</sup>. The useful area dedicated to supermarket use is 431 m<sup>2</sup>.

### 5. Consumption and energy intensity of supermarkets

The energy intensity of food stores is very high. According to the Commercial Buildings Energy Consumption Survey, this use (food sales) is the 3rd most intensive users of energy behind of inpatient health care (2nd) and food services (1st) [7]

According to the Energy consumption and conser-



**Figura 3.**  
Plano de fin de obra y  
Axonometría del local en las  
primeras etapas.

social 92 m<sup>2</sup>. El área útil dedicada al uso de supermercado son 431 m<sup>2</sup>.

## 5. Consumo e intensidad energética de los supermercados

La intensidad energética de las tiendas de alimentación es muy elevada. Según la encuesta general de consumo general de energía de edificios comerciales, éste uso es el 3º de mayor intensidad por detrás del usos hospitalario (2º) y alimentación (1º) [7]

Según el artículo de "Energy consumption and conservation in food retailing", [1], el consumo energético (intensidad de energía eléctrica) es medible en relación al área de venta del supermercado. Extrapolando los datos de dicho estudio (análisis del consumo energético de 2570 tiendas de alimentación de UK) Para el área de venta de este local tendríamos una proyección de consumo medio de:

$W_e = 3600 \times A_s^{-0.18} = 1289 \text{ kWh/año} \cdot \text{m}^2$  para una superficie de venta de 300m<sup>2</sup>; con una oscilación tipo de unos 140 kWh

Es decir, la proyección se sitúa entre 345.000 y 428.700 kWh/año para el consumo total del edificio. (intensidad energética).

Por otro lado, Jaime Arias en su tesis [2] recoge los valores de intensidad energética por m<sup>2</sup> total de 471 kWh/año·m<sup>2</sup> (para supermercado en Suecia, Olsson 1998) y 565 kWh/año·m<sup>2</sup> (EEUU, Energy Star 2003).

variation in food retailing [1], the Energy consumption in UK supermarkets can be measure in relation to the sales area. Said study analyzes the electrical energy intensity of 2570 UK stores of sales area between 80 m<sup>2</sup> and 10.000 m<sup>2</sup> in order to develops a formulae for the energy intensity projection:  $W_e = 3600 \times A_s^{-0.18} \text{ kw} \cdot \text{h} / \text{year} \cdot \text{m}^2$ .

In this case, with a sales area of 300m<sup>2</sup>; the projection reaches 1289 kw · h / year · m<sup>2</sup>s. With a standard deviation of 140 kWh/m<sup>2</sup>·y

This means that energy consumption of a standard UK retail store with 300 m<sup>2</sup> Sales Area would be between 345,000 and 428,700 kWh / year (energy intensity).

On the other hand, Jaime Arias [2] in his thesis collects energy intensity values per total m<sup>2</sup> of 471 kW · h / year · m<sup>2</sup> (for supermarket in Sweden, Olsson 1998) and 565 kw · h / year · m<sup>2</sup> (USA, Energy Star 2003).

Values that would give an estimate of consumption for a Total Area (related to supermarket use) of 540m<sup>2</sup> between 254.340 and x 305.100 kw · h / year. And an energy intensity referring to sales area of 847,8 - 1.017 kWh / m<sup>2</sup>·a. Similar numbers of energy intensity can be taken from the Supersmart project reports [5,6].

On the other hand, the monitoring of the Hannover Passivhaus supermarket (Rewe supermarket) shows

Valores que darían una estimación de consumo de 500 kWh x 632m<sup>2</sup> = 316.000 kWh/año. (1053 kWh/m<sup>2</sup> v año, en relación a los 300m<sup>2</sup> de venta). Valores similares se recogen en el proyecto Supersmart [5,6].

Por otro lado, la monitorización del supermercado Passivhaus de Hannover (Rewe supermarket) arroja un resultado de 240 kWh/m<sup>2</sup>·a [3]. El estudio no especifica si se estima en relación a la superficie en venta o en total; se estima que es consumo respecto del total de la superficie. No obstante, debido a que el estándar Passivhaus hace siempre referencia a la superficie útil total, entenderemos ese valor dado al respecto de la superficie útil del supermercado.

En cuanto a supermercados locales cabe destacar el proyecto LifeZeroStore para el desarrollo de supermercados con un balance cero de consumo; aunque no se ha encontrado la declaración de intensidad energética de los supermercados catalogados Zero de Eroski [9 y otros]. Por ello el paper no ha podido incluir comparación al respecto de estos supermercados.

El reparto de consumo entre usos para una tienda de alimentación tipo de EEUU, de mayor a menor importancia: Refrigeración (39%), ventilación y climatización (28%), Iluminación (23%), Resto (10%),

En climas más fríos (Suecia) el consumo de ventilación y climatización puede representar sólo un 13% del consumo), ascendiendo iluminación (27%) y Refrigeración (47%), Resto (13%).

En referencia al anterior local de la asociación (Gazalbide), y aún sin cumplir condiciones de calidad en la climatización, la intensidad energética en relación al área de venta (188 m<sup>2</sup>) es de 340 kWh/m<sup>2</sup>·a y de 220 kWh/m<sup>2</sup>·a en relación a la superficie total (290 m<sup>2</sup>).

Cabe señalar que Bio Alai no vende producto congelado ni elabora horneados. Por ello, el consumo energético va a ser más reducido que en un supermercado normal. Se estima que el horneado y preparación de productos puede suponer un +10 a +15% del consumo [1]. La refrigeración de los productos congelados podrían llegar a representar hasta un +15 a +25% de la intensidad energética de un supermercado [9]. Por ello podemos plantear que el consumo energético de la asociación, para ponerse en relación con otros supermercados a igualdad de productos en venta, puede mayorarse en torno a los +25 a +45%.

## 6. La envolvente térmica

En primer lugar, cabe señalar la distinta temperatura de los espacios. Por un lado, tenemos una tienda que puede estar en una temperatura adecuada (invierno, verano) entre los 18°C y los 24°C, mientras que la zona administrativa debe estar entre los 21 y

a result of 240 kWh / m<sup>2</sup> [3] The study does not specify whether it is analyzed in relation to the sale area or total built area or total useful area. We will take the assumption that it is estimated in reference of the total useful area; as it is the reference for Passivhaus measures.

As for local supermarkets, the LifeZeroStore project for the development of supermarkets with a zero energy consumption should be highlighted; although the declaration of energy intensity of Eroski Zero cataloged supermarkets has not been found; so no comparison has been made for the paper [9].

The distribution of consumption between uses for a US-type retail store, from highest to lowest importance is: Refrigeration (39%), ventilation and air conditioning (28%), lighting (23%), and rest (10%).

In colder climates (Sweden) the consumption of ventilation and air conditioning can represent only 13%

of consumption), increasing lighting (27%), refrigeration (47%), and rest (13%).

In reference to the previous premises of the association (Gazalbide), and even without complying with quality conditions in the air conditioning, the energy intensity in relation to the sales area (188 m<sup>2</sup>) is 340 kWh / m<sup>2</sup>·y; and 220 kWh / m<sup>2</sup>·y in relation to the total area (290 m<sup>2</sup>).

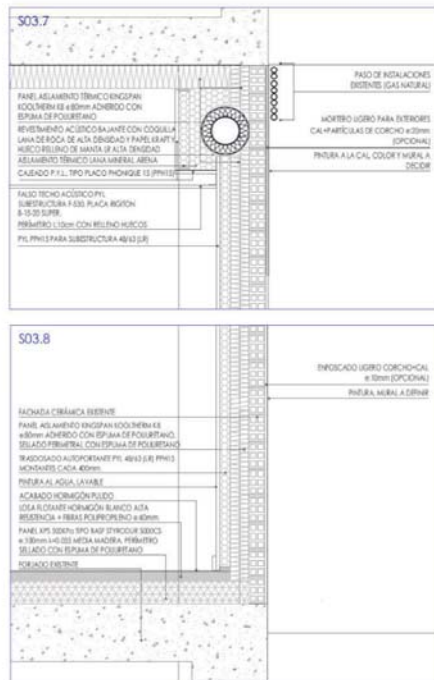
It should be noted that Bio Alai does not sell frozen products nor make any bakery.

It is estimated that baking and product preparation can account for +10 to + 15% of consumption [1]. Refrigeration of frozen products could represent up to +15 to + 25% of the energy intensity of a supermarket [9]. Therefore, we can state that Bioalal energy consumption can be increased by +25 to + 40%, in order to be compared with other supermarkets in equal products for sale.

## 6. The thermal envelope

First of all, it is worth noting the different temperature of the spaces. First, we have a shop that can be at an appropriate temperature (winter, summer) between 18°C and 24°C. Meanwhile, the administrative area must be between 21-24°C; just like the social zone during times of use. Finally, the warehouse may be below 15 °C without further problem. So it is important to understand the real needs of the use it serves must be taken into account.

The thermal envelope is decided from a cost estimation and investment depreciation study; taking into account the difference in temperatures between the areas they serve and the adjoining spaces (street, access to garages, portals, other shops and enclosu-



los 24°C; al igual que la zona social durante los momentos de uso. Mientras, el almacén puede estar por debajo de los 15°C sin mayor problema. Es decir, hay que tener en cuenta las necesidades reales del uso al que sirve.

La envolvente térmica se decide a partir de un estudio de estimación de coste y amortización de la inversión; teniendo en cuenta la diferencia de temperaturas entre las zonas a las que sirven y los espacios contiguos (calle, acceso a garajes, portales, otras tiendas y recintos...)

En la medida de lo posible se acomete con materiales de bioconstrucción (corcho negro aglomerado) dejando, para suelo y techo materiales de tipo técnico.

El suelo se aísla con 3+4cm de XPS montado en 2 capas; siendo la primera de alta capacidad portante (5MPa) y la segunda del tipo estándar; con la intención de ajustar costes.

También para adecuar los costes ajustamos los espesores de los aislamientos de fachadas y trasdoses según el local contiguo (exterior, portales, entrada a garaje, otros locales...) y el uso interior. El aislamiento varía desde los 490mm de corcho negro aglomerado hasta los 120mm de corcho con 70mm de lana mineral.

Para el techo se emplea el aislamiento de resina fenólica Kooltherm K8 ya que permite, desde el punto de vista legal y sanitario dejar el falso techo visto. Se aísla el techo en contacto con el exterior con

res...)

As far as possible, it is undertaken with bioconstruction materials (agglomerated black cork) leaving technical materials for the floor and ceiling.

The floor is isolated with 3+4cm of XPS mounted in 2 layers; the first being of high load capacity (5MPa) and the second of the standard type; with the intention to adjust costs.

To adjust costs (we also change the thickness of the isolation of the facades and drywalls depending on the adjacent space (outdoors, residential doorways and corridors, other stores...) varying from 40 mm cork to 120mm cork + 70mm mineral wool

The Kooltherm K8 phenolic resin insulation is used for the roof, since it allows, from the legal and sanitary point of view, to leave the false ceiling seen. The roof is isolated in contact with the exterior with 74mm isolation, while for the roof in contact with housing 41mm isolation is used. Perimeter and junctions are sealed properly, joints are taped with aluminum foil. Note that EDP of the Kooltherm isolation is asked and studied in order to accept it as a sustainable construction material.

Finally, the roof is hidden; by installing a false ceiling, based on heraklith boards (wood chips and magnesite) suspended in semi-concealed system (leaving only one profile seen).

For the windows a carpentry of pine wood with a capacity to house a triple low emissivity glass with

**Figura 4.**

Una de las secciones constructivas y el montaje de aislamientos térmicos.

74mm mientras que, para el techo en contacto con vivienda se emplea 41mm sellando encuentros y perímetro y encintando todas las juntas con cinta de aluminio. Nótese que se solicita y estudia el ACV del Kooltherm de cara a poder aceptarlo en el edificio como material sostenible.

Finalmente se instalará un falso techo registrable del tipo grandes luces (para reducir el número de perforaciones del aislamiento) a base de paneles de heraklith (fibras de madera y magnesita) suspendido en sistema semioculto (dejando sólo un perfil visto)

Para las ventanas se emplea una carpintería de madera de pino con capacidad de albergar un vidrio triple con doble bajoemisorio con laminado de seguridad (Ug:0,5). Para reducir costes se reducen la practicabilidad de las carpinterías a las puertas. En las zonas de uso de tienda y en las puertas se emplea un vidrio doble con bajo emisorio para una (Ug de 1,1).

Al respecto de la estanqueidad del local, no se trabaja ésta con objetivo específico (p.e. estándar Passivhaus) pero si se sellan, encintan y/o aíslan los pasos de instalaciones, las juntas de aislamientos y tableros de cerramientos con el principal fin de evitar las juntas térmicas (thermal gapping).

No se ha hecho prueba de estanqueidad.

## 7. Ventilación y climatización

La ventilación queda garantizada por un sistema de ventilación mecánica controlada con recuperador de calor capaz de mover hasta 2.000m<sup>3</sup>/h de la marca Soler & Palau. Dotando de calidad IDA2-IDA4 según la cantidad de gente. Para la distribución del caudal se recurre a una sonda de CO<sub>2</sub> que dirige una compuerta que divide el sistema en 2 sectores principales (tienda y zona social). Por desgracia, no es económicamente posible acometer un sistema de control de la ventilación de mayor precisión.

En la zona de oficina se instala un sistema independiente; sin recuperador de calor, para un caudal de 200m<sup>3</sup>/h. Se prevé la sustitución de éste por un sistema de VMC con recuperador de calor específico para instalar en la medida de lo posible durante el 2019. Durante el 2019 se lleva a cabo una medición de la calidad de al aire en la zona administrativa, con el resultado de valores medios en ocupación de 900-1100 ppm de CO<sub>2</sub> y alcanzando valores extremos de hasta 1450 ppm. Estos valores nos han permitido convencer al cliente para la mejora del sistema de ventilación con un equipo de ventilación con recuperador de calor Lossnay de 500m<sup>3</sup>/h.

El almacén consta también de sistema independiente con motores silenciosos para evitar tener que ejecutar la insonorización de la zona de almacén.

Para climatizar el local se recurre a 3 máquinas de AA

safety laminate (Ug: 0,5) is used. To reduce costs, the practicability of carpentry is reduced: no window can open; just the doors.

In the areas, which function as shops and in the doors, a double low emissivity glass is used. (Ug of 1.1).

Regarding the air tightness of the store, it was not a specific issue of the project (in contrast to standard Passivhaus projects)

Nevertheless the installation entrances, the insulation gaps and new enclosure were properly sealed with the main purpose of avoiding thermal gapping issues.

Air tightness test of the store has not been done.

## 7. Ventilation and air conditioning

The ventilation is guaranteed by a Soler & Palau controlled mechanical ventilation system with heat recovery, capable of moving up to 2,000m<sup>3</sup> / h. Providing quality IDA2-IDA4 according to the number of people. For the distribution of the flow, a CO<sub>2</sub> probe is used, in order to command a gate that divides the system into 2 sectors (shop and social area). Unluckily more control of the ventilation system is too expensive to be included

In the office area an independent system will be installed; without heat recovery, for a flow of 200m<sup>3</sup> / h. It is planned to be replaced with a VMC system with specific heat recovery, to be installed as far as possible in 2019. During 2019 CO<sub>2</sub> measurement of the administrative zone has been done in order to improve ventilation system in the administrative zone. We have found values of 900-1100 CO<sub>2</sub> ppm and an extreme of 1450 ppm. Values which help us convince clients to improve the system with a 500m<sup>3</sup>/h Lossnay heat recovery ventilation system.

The warehouse ventilation system consists of independent system with quiet in line ventilation motors in order to avoid acoustic isolation.

In order to acclimatize the premises: 3 Mitsubishi AC machines of 10kw thermal power each for the store and social place and a 3.5kw split machine for the administrative zona are used. The total sum of installed thermal power is only 33.5kW; about 53W / m<sup>2</sup>. The installed power is half the usual for this kind of stores. The decision is given by a study of the thermal loads and demand of cold/heat in the room, to provide the space with the necessary comfort; with the minimum possible investment. The study indicated the possibility of acquiring smaller machines (7.5kw instead of 10kw) but the reduction of the investment didn't compensate the risk of being underpower. After 3 years of use we must note that the machines are rather used at the same time and full power. We





**Figura 5.** Estudio de iluminación con dialux y resumen de encendidos .

de Mitsubishi de 10kw para la tienda y zona social y un equipo split de 3.5kw para la zona de admón. Con ello tenemos una suma total de potencia térmica instalada de sólo 33.5kW; unos 53W/m². La decisión de apostar por una potencia instalada menor de la habitual viene dada por un exhaustivo estudio de las cargas térmicas y demanda de frío calor en el local para dotar al espacio del confort necesario; con la mínima inversión posible. Estuvimos barajando la posibilidad de adquirir máquinas más pequeñas pero la diferencia de inversión no compensaba el riesgo asumido de la propuesta. Cabe decir que las máquinas de aire acondicionado se encienden esporádicamente; ya que hay muy pocos días en los que son realmente necesarias. Durante estos 3 años de uso, no se ha tenido constancia de una falta de potencia para la climatización del local.

### 8. Central de producción de frío

Adicionalmente se instala una cámara frigorífica de obra con central de producción de frío para los murales. Se dimensiona la central de frío en previsión de una futura sustitución progresiva de los existentes. Al igual que con los ventiladores del almacén, se recurre a una máquina del tipo silenciosa. No obstante, y a pesar de la contratación de la máquina bajo especificación acústica determinada, la potencia

have had no day in which the workers felt a lack of power.

### 8. Central cold production system and refrigerated decks

Additionally, a refrigeration chamber is installed with a cold central production system for the refrigerated glassed multidecks. Future expansions are considered in order to replace open refrigerated independent multidecks

As with the warehouse fans, a silent type of machine is used. Despite asking the machine under acoustic specification, the sound power of it is much higher than that indicated in the contract files. This causes a complaint from one of the affected neighbors. Consequently, it was decided to check the origin of the noise, which were both the cold production central and the vibrations of the refrigerated chamber fans. That took us to retain the payments of the installed machine and the corresponding improving and soundproofing of the system by the installer of the centralized cooling system; at his expense.

### 9. Lighting

For lighting, the installation of LED panels of the

sonora real de la misma resulta muy superior a la señalada en fichas; llegando a tener mediciones de más de 60 db (mediciones efectuadas con el teléfono móvil). Dicho ruido, junto con las vibraciones de los ventiladores de las cámaras frigoríficas, conllevan una queja por parte de uno de los vecinos afectados. En consecuencia, se decide comprobar el origen del problema y retener los pagos de la instalación. Finalmente, el instalador acepta, a su costa, la mitigación de las vibraciones de los ventiladores de la cámara frigorífica y la insonorización del sistema de frío centralizado; no sin cierta reticencia por su parte.

A modo de apunte cabe destacar que hemos tenido que exigir al instalador el aumento de espesores de aislamiento en las cámaras frigoríficas y mejoras en el sistema de cierre de los muros (empleo de muros de congelados para productos fríos). Si bien la primera de las exigencias se pudo poner parcialmente en práctica, la segunda, muy a nuestro pesar, nos ha sido imposible.

## 9. Iluminación

Para la iluminación se recurre a la instalación de paneles LED de la marca Philips; en concreto coreline panel LED34S/840 PSU 60x60.

El objetivo es tener una iluminación lo más homogénea posible. Para ello se aprovecha la apertura del haz de luz (120°), el empleo de superficies lo más claras posibles y una potencia lumínica "normal"; buscando mantener la tienda en torno a los 300-400lm; iluminación suficiente para leer las etiquetas y conocer el producto. Y todo ello con una densidad de cargas internas de sólo 7.43W/m<sup>2</sup> para la zona de tienda y 6.40 W/m<sup>2</sup> para la zona social.

Cabe destacar que ésta es una asociación de consumo ecológico que no busca potenciar ni promover productos por encima de otros. La única referencia en la promoción de productos consiste en indicar el nombre del productor y, mediante un asterisco de color rojo, señalar los productos de origen local a los que la asociación sólo les sube el precio un 10% de lo que cobra el agricultor o productor. En Bio Alai, por filosofía, no puede haber iluminación de venta ni de refuerzos; más aún si ello implica una mayor inversión en iluminación y en aire acondicionado (aumento de cargas internas).

Para comprobar el correcto funcionamiento de los supuestos se emplea como herramienta de cálculo el DIALUX.

La disposición de los paneles sigue un sentido geométrico, adaptándose a la compleja forma del local, lo que permite mantener una armonía en la tienda que, junto con el confort acústico, incide en la relajación de compradores y trabajadores

brand Philips is used; in particular coreline panel LED34S / 840 PSU 60x60.

The objective is to have a lighting as homogeneous as possible. For this purpose, the light beam opening angle (120°), the use of the clearest possible surfaces and a "normal" light output are used; in order to keep the store around 300lm; which is enough lighting to read the labels and recognize the product virtues.

It should be noted that this is an ecological consumer association that does not seek to promote some products over others. The only reference related to promotion is marking with a red star the products of local origin which are associated with Bio Alai so only a 10% of the production cost is added to the cost of the product. In Bio Alai there cannot be neither sales lighting nor reinforcements; especially if this implies a greater investment in lighting and air conditioning (due to the increased internal loads).

In order to verify the correct functioning of the assumptions, DIALUX is used as a calculation tool.

The layout of the panels follows a geometrical sense, even in spite of the complex shape of the premises, which allows keeping a harmony in the store, which together with the acoustic comfort, affects the relaxation of buyers and workers.

The distribution of lightning is also developed in order to allow a reduction of intensity and taken advantage of the natural illumination occurring near windows. Regulation is an on-off manual and depends on the criteria of the workers.

The lightning energy density installed is: 7,43 W/m<sup>2</sup> for sales area, 6,40 W/m<sup>2</sup> for social area, 4,92 W/m<sup>2</sup> for storage and 9,73 W/m<sup>2</sup> for the office.

These values are lower than those of the passive e-Park supermarket in Hannover (12 W / m<sup>2</sup>) or the usual ones in this type of use (25 W / m<sup>2</sup>). [8]

## 10. Looking after the economics

As it has been said throughout the paper, the economy has been fundamental for the development of the project.

In order to obtain this economy, a measured project is used, a 2 phase licitation and the direct contracting of special facilities by Bio Alai association.

The first licitation phase is used to choose a construction company. The second licitation allows us to work with the builder to be able to make, with definitive prices, the amortization study of materials and equipment and modify the project in order to adjust and reduce costs.

La distribución de encendidos se desarrolla para facilitar una iluminación homogénea de menor intensidad, facilitando la iluminación natural en las zonas cercanas a las ventanas. La regulación es puramente manual y depende del criterio de los trabajadores.

La eficiencia energética instalada es de: 7,43 W / m<sup>2</sup> para el área de ventas, 6,40 W / m<sup>2</sup> para el área social, 4,92 W / m<sup>2</sup> para el almacenamiento y 9,73 W / m<sup>2</sup> para la oficina. Estos valores son inferiores a los del supermercado pasivo e-Park de Hannover (12 W / m<sup>2</sup>) o los habituales en este tipo de uso (25 W/m<sup>2</sup>) [8].

## 10. Buscando la economía

Como se ha dicho a lo largo del documento, la economía de medios ha sido fundamental para el desarrollo del proyecto.

Para ello se recurre un proyecto comedido, una licitación en 2 fases y la contratación directa de instalaciones especiales por parte de la asociación como promotora.

La primera licitación, entre tres constructoras sirve para elegir constructora. La segunda fase de licitación nos permite trabajar con el constructor para poder hacer, con precios definitivos, el estudio de amortización de materiales y equipos y modificar el proyecto de cara a ajustar y reducir costes.

Dentro de los estudios ejecutados a partir de costes directos cabe destacar el desarrollo de un análisis simple de amortización para el ajuste de aislamientos térmicos respecto de la transmitancia del local y el consumo estimado. Para ello se recurre a una hoja de cálculo de confección propia en la que, de modo estático y con coeficientes de minusvaloración (orientación, defectos de ejecución, puentes térmicos y "thermal by pass" subyacentes al sistema, se analiza el consumo del local; incluyendo las cargas térmicas (maquinaria, iluminación, ocupación, equipamiento, radiación solar, ordenadores y puestos de trabajos, ...) y el aumento o reducción de costes en la instalación de climatización.

Se recurre al desarrollo de una hoja de cálculo específica por ser una herramienta de muy fácil ejecución, edición y comparación de diferentes escenarios.

Con los resultados de la hoja de cálculo resulta más fácil mostrar a la junta directiva la importancia de destinar gran parte del presupuesto de obra (239.147 €) en el aislamiento térmico (65.843€), carpinterías exteriores de altas prestaciones (13.260 €) y trasdosados térmicos (21.930 €). Además del presupuesto de obra, se destinan otros 22.872 € para la climatización del local y la ventilación con recuperación de calor y 31.000€ aprox. para central de frío y cámaras frigoríficas

Within the studies executed from direct costs, it is worth highlighting the development of an amortization analysis for the adjustment of thermal insulation, with respect to the local transmittance and the estimated consumption. For this purpose, a self-made spreadsheet is used in which the consumption of the premises is analyzed statically and with defect coefficients (such as orientation, job defects, thermal bridges and by passes). It includes the thermal loads (machinery, illumination, occupancy, equipment, sun radiation, computers...) and the increase or reduction of costs in the air conditioning installation.

The development of a specific spreadsheet is used because it is a very easy tool to execute, edit and compare different scenarios.

Based on the results of the spreadsheet, the board of directors is convinced of the importance of allocating a large part of the works budget (€ 239,147) in thermal insulation (€ 65,843), high-performance exterior carpentry (€ 13,260) and thermal backings (€ 21,930). In addition to the construction budget, another € 22,872 is allocated for the air conditioning of the premises and ventilation with heat recovery and € 31,000 for cold storage and cold rooms.

Of the total of the work, € 293,000 approximately, € 101,000, 34% of the investment correspond to the thermal envelope.

At the same time, they are part of the politics of economy of means:

- the lighting strategy
  - if the illumination should as homogeneous as possible, despite having reduced-contained values, if the set is homogeneous, the human eye (moderately healthy) does not perceive the difference between normal and high lumen standard
- the acoustic strategy
  - Incorporated machines, specifically ventilation and cold producing ones must be of superior acoustic quality, so soundproofing can be reduced or avoid.
  - It is a risky decision, but it can be profitable even more if we consider the workers and consumer health and comfort perception.
- minimization of electrical installations
  - it is necessary to adapt the facilities to the current use; allowing evolution and leaving room for it.
- reduction of finishing works

Es decir, del total de la obra, 293.000 € aproximadamente, 101.000 €, un 34% de la inversión corresponden con el aislamiento de la envolvente (aislamientos, trasdosados y carpinterías exteriores).

A su vez, la política de economía de medios conlleva el desarrollar el proyecto de un modo sensato:

- estrategia lumínica
  - la iluminación debe ser homogénea, a pesar de tener valores reducidos-contenidos, el ojo humano (medianamente sano) se adapta muy bien en entornos de luminosidad media (300 lm) para actividades que no requieran gran detalle visual
- estrategia acústica
  - el empleo de equipos de baja sonoridad (máquinas de aire acondicionado y ventilación, compresor de central de frío...) permiten reducir, o eliminar los costes de una insonorización específica del local.
  - Es una decisión arriesgada, pero que, en caso de funcionar bien resulta muy rentable. Más aún si tenemos en cuenta la salud laboral y la percepción de confort de los compradores.
- minimización de instalaciones eléctricas
  - hay que adecuar las instalaciones al uso actual y cercano; facilitando y dejando espacio para la progresión de las instalaciones.
- reducción y simplificación de acabados
  - los acabados del local son simples y sencillos:
  - el suelo es lo más económico y ligero posible:
    - para la tienda se emplea una solera de hormigón de unos 5-6 cm de espesor armada con fibras de polipropileno y acabado en resinas válidas en entornos alimentarios.
    - Para el local se emplea una tarima de pino sobre enrrastrelado de madera sobre aislamiento térmico y cámara rellena de granulado de corcho.
  - el falso techo, quizás una de las partidas más caras no relacionadas directamente con el aislamiento térmico, aporta salubridad, ocultación de las instalaciones y un excepcional confort acústico.
  - aprovechamos la experiencia y posibilidades de la constructora elegida (una empresa basada en la carpintería) para desarrollar soluciones económicas basadas en

- the finishes of the premises are simple and neat:
- the floor is as economic and light as possible:
  - for the shop, a 5-6 cm thick concrete slab, reinforced with polypropylene fibers and finished in valid resins in food environments, is used.
  - for the association zone, a cheap pine wooden platform filled with cork granules is used.
- the ceiling, perhaps one of the most expensive items not directly related to thermal insulation, provides healthiness, concealment of the facilities and acoustic comfort for which it is worth the investment.
- we take profit of the knowledge and possibilities of the contractors (mainly carpenters) in order to develop economic solutions based on carpentry (facade, corners and column protections, separations, decking...)
- knowing and studying the construction systems
  - It is important to understand the functioning and needs of the store in order to develop the construction systems, simplifying and eliminating everything which is unnecessary.
- assuming inevitable imperfections
  - Regarding the slab, from the beginning it is assumed that there is a difference in height between one point
  - and another of the store of about 25cm; that cannot be avoided. There are areas where the shopping carts move alone. To avoid this, we place strings on the wheels to increase friction, so they find hard to move.
  - The structure of the slab cannot be reinforced. A study of admissible loads of the shelves and pallets is made; and it is explained to the operators so they can follow it easily.
  - Windows are fixed. Ventilation is developed through its own system and, if needed, doors can be opened
  - There are no skylights. A 30-year-old impermeabilization cannot be modified if you want to keep your budget under control.

All this allows us to have a PEC + facilities of € 293,000 for the development of a commercial space of 632m<sup>2</sup> built. That estimates a cost of 463 € / m<sup>2</sup> c.

la carpintería (fachada, protecciones de esquinas, mamparas, elementos de mobiliario y estanterías...)

- conocer y estudiar los sistemas constructivos
  - Se debe conocer el funcionamiento y las exigencias del local para poder desarrollar las secciones constructivas; simplificando y eliminando todo aquello prescindible.
- asumir imperfecciones inevitables
  - al respecto del suelo, desde el principio se asume que hay una diferencia de cota entre una punta y otra del local de unos 25 cm; que no se puede salvar. Hay zonas en las que los carros de la compra se mueven; porque el suelo no es horizontal. Para evitarlo se recurre a colocar cordeles en las ruedas para aumentar ligeramente la fricción de los carros
  - La estructura de forjado por economía y reticencias vecinales no se puede reforzar. Se hace por tanto un estudio de cargas admisibles de las baldas y paletizaciones; y se explica a los operarios.
  - Se emplean ventanas fijas. La ventilación se desarrolla con el sistema; y en caso extremo con la apertura de puertas.
  - no hay lucernarios ya que no se deseaba tocar una impermeabilización de 30 años de edad. Hubiese sido muy probable que nos hubiese tocado rehacer completamente la impermeabilización.

Todo ello nos permite tener un PEC + instalaciones de 293.000 € para el desarrollo de un local comercial de 632m<sup>2</sup> construidos. Es decir, un coste de: 463 €/m<sup>2</sup> c.

## 11. Herramientas de cálculo y valoración

Para poder hacer la toma de decisiones se ha estudiado y modelado el local según distintas opciones disponibles.

Podríamos haber tratado de emplear programas de cálculo intensivo, con valoración del comportamiento energético hora a hora, programas de tipo exhaustivo, pero, aparte de un coste difícil de asumir, nos hubiese faltado la rapidez y adaptabilidad que una buena hoja de cálculo aporta.

Por ello, para los cálculos energéticos y control de costes y amortización de la inversión desarrollamos una hoja de cálculo partiendo de las que ya tenía desarrolladas para el proyecto de investigación sobre la rehabilitación ecoeficiente de edificios de viviendas de Vitoria-Gasteiz, trabajo publicado en CONAMA 2011: Estudio sobre la edificación Eco-eficiente para

## 11. Calculation and assessment tools

In order to make the decision, the store has been studied and modeled according to different available options.

We could have tried to use intensive calculation programs, with assessment of energy behavior hour by hour, but we would have lacked the speed and adaptability that a good spreadsheet provides.

For this reason, for energy calculations and cost control and investment amortization, we developed a spreadsheet based on the ones already developed for the research project on eco-efficient rehabilitation of residential buildings in Vitoria-Gasteiz, work published in CONAMA 2011: Study on the Eco-efficient building for the housing of residential buildings in Vitoria-Gasteiz, GÓMEZ IBORRA, Iker)

From that work, it was necessary to estimate the internal thermal loads (analysis of machinery, illumination and occupation), the solar loads (modeling of radiation received with Energy plus), the energies in heating the air, etc.

With all this, it is possible to work with the thermal envelope to assess the estimated consumption, the thermal needs and the amortization of the investments for the efficiency of the equipment.

To finish, it is necessary to make an energy certification, resulting in an A qualification

## 12. Data gathering while use

During this time the consumption has been monitored in a simple way.

On first instance we thought on monitoring the energy consumption depending on the use (cold production, climatization, lightning...) but it has not been possible due to the lack of resources.

As said during the paper, the resources have been used in the most sensible way possible; and the monitoring, although interesting, can't meet the economic possibilities of the association.

That is why the monitoring of the premises focuses on the study, and explanation of energy consumption from the invoices of energy provider cooperative Goiener. Note that this store is one of the first stores to be served in three phase current by Goiener ecologic energy cooperative.

In a simple way several facts can be noticed:

- there is a time of adaptation to the premises so that the consumption is adapted to a stable work base. Until then the workers do not manage to

la envolvente de los edificios residenciales de Vitoria-Gasteiz, GÓMEZ IBORRA, Iker)

A partir de ese trabajo, tocaba estimar las cargas térmicas internas (análisis de máquinas y ocupación) las solares (modelización de radiación recibida con Energy plus), las energías en calentar el aire, etc.

Con todo ello es posible trabajar con la envolvente para valorar el consumo estimado, las necesidades térmicas y la amortización de las inversiones por eficiencia de los equipos.

Para finalizar es necesario hacer una certificación energética, dando como resultado una calificación de A.

## 12. Datos del uso y monitorización

Durante este tiempo se ha monitorizado el consumo energético; de modo simple.

En su momento se planteó la posibilidad de monitorizar el consumo energético por sectores (central de frío y cámaras, climatización, iluminación) mediante un sistema acoplado en el cuadro de distribución eléctrica; pero no ha sido posible por falta de recursos.

Como se ha dicho los recursos se han tratado de emplear del modo más sensato posible; y la monitorización si bien es interesante, se escapa de las posibilidades económicas de la asociación a corto plazo

Es por ello que la monitorización del local se centra en el estudio de los consumos energéticos a partir de las facturas del distribuidor eléctrico Goiener. Nótese que éste es uno de los primeros locales en trifásico servidos por Goiener. (cooperativa eléctrica)

De modo sencillo se pueden apreciar varios hechos:

- Se ha conseguido reducir el consumo energético mejorando las cotas de confort.
- El consumo energético es estable, sin picos
- Existe un tiempo de adaptación al local para que se adapten los consumos a una base de trabajo estable, hasta entonces los trabajadores no controlan del todo los sistemas de climatización y cometen fallos que llevan a un exceso de consumo como:
  - poner innecesariamente los sistemas de climatización
  - no aprovechar el mapa de circuitos de iluminación
  - no cerrar la puerta de las cámaras frigoríficas al ordenar los productos para almacenar o reponer.
  - poner temperaturas de consigna inal-

control the systems and they can make some errors:

- heating and cooling unnecessarily
  - not using properly the lightning zoning
  - not closing the door of the refrigerated storage rooms when storing or replenish products
  - improper use of AC system due to asking them unreachable setpoint temperatures; so energy consumption rises and machines can broke down due to continuous full speed demand.
- Once this base of work is reached, it is necessary to remember occasionally the need to control and monitor consumption. The constancy allows to maintain a tight consumption.
  - The replacement of the old independent open refrigerated decks by closed one's cold production system dependable is also noticeable.

All this means that the consumption of the premises has evolved from 95.78 kWh / m<sup>2</sup>b-y in the 2016-2017 period down to 88.6 kWh / m<sup>2</sup>b-y for the 2018-2019 period.

This means a reduction of consumption of 8.7%; most of it due to the adaptation of the workers to the new store.

The total annual electricity consumption has been, on average, about 58,850 kWh per year (2016-2019 period);

In relation to the sales area (300m<sup>2</sup>), the store has obtained an average energy intensity of 196,2 kWh / m<sup>2</sup>s · year. Reaching in the 2018-2019 the value of 186,7 kWh / m<sup>2</sup>s·y. These values are much lower than the projection indicated at point 6 of this paper: 1,289 and 1,053 kWh / m<sup>2</sup>v · year. That is, the actual consumption of the premises is being between 15 and 19% of the UK estimates.

Regarding the total area of the premises at (632m<sup>2</sup>), the consumption for the period 2018-2019 is 88.6 kWh / m<sup>2</sup>b-y.

Regarding to the useful area for the use of a supermarket (431 m<sup>2</sup> without counting the exhibition area, or access or other irrelevant spaces for the supermarket), the consumption for the period 2018-2019 is 129.9 kWh / m<sup>2</sup>u·y.

The specific consumption of air conditioning could not be measured. However, it is estimated that this will mean between 10-20% of total consumption: 13-26 kWh / m<sup>2</sup>u·y

canzable en los equipos de climatización, hace que se disparen los consumos y que se estropeen las máquinas por estar funcionando a tope.

- Una vez alcanzada esa base de trabajo, es necesario recordar ocasionalmente la necesidad de tener un control y seguimiento del consumo. La constancia permite mantener un consumo ajustado.
- El reemplazo de cámaras frigoríficas abiertas independientes por cámaras cerradas conectadas a la central de frío también se deja notar

Todo ello hace que el consumo del local haya evolucionado desde los 95,78 kWh/m<sup>2</sup>c-a del periodo 2016-2017 hasta los 88,6 kWh/m<sup>2</sup>c-a del periodo 2018-2019.

Ello supone una reducción del consumo del 8,7%; parte de ello debido a la adaptación de los trabajadores a la gestión y manejo de la nueva tienda.

El consumo eléctrico total anual, ha sido, de media, de unos 58.850 kWh anuales (periodo 2016-2019); con lo que, en relación con el área de venta (300m<sup>2</sup>), tenemos un resultado de unos 196 kWh/m<sup>2</sup>v-año y un resultado de 186,7 para el periodo 2018-2019. Estos valores son muy inferiores a la proyección señalada en el punto 6: 1.289 y 1.053 kWh/m<sup>2</sup>v-año. Es decir, el consumo real del local está siendo de entre el 15 y el 19% de las estimaciones tipo.

Respecto del área total del local a (632m<sup>2</sup>), el consumo para el periodo 2018-2019 es de 88,6 kWh/m<sup>2</sup>c-a.

Respecto de la superficie útil destinada al uso de supermercado (431 m<sup>2</sup> sin contar la zona de exposiciones, ni accesos u otros espacios irrelevantes para el supermercado), el consumo para el periodo 2018-2019 es de 129,9 kWh/m<sup>2</sup>u-a.

El consumo específico de climatización no se ha podido medir. No obstante, se estima que ésta supondrá entre un 10-20% del total del consumo: 13-27 kWh/m<sup>2</sup>u-a.

### 13. Conclusions

This paper wants to show that, to develop a project of low energy consumption simple ways can be used. Although interesting, we architects are not obliged to use exquisite calculation tools (high accuracy at a high cost) or to build with high cost materials or get to an exhaustive monitoring and gathering of data. We architects can, and must, adapt to the possibilities to design buildings and premises with very low energy consumption; even despite having few means available.

To do this we must understand how buildings (and their uses) work and then put some imagination and creativity in order to develop a good project.

It is necessary that all involved professionals developing the project, the construction or its systems are involved in achieving a low energy project. It is remarkably difficult to make a non-believer to work with the precision and the detail that a low energy consumption construction demands.

In addition, it should be noted that the saving potential of retail stores is enormous.

In this case, even when there is no adequate compactness, nor advanced control and management systems, and even knowing that there are various possible improvements in the refrigeration systems, Bioalai store has managed to reduce the energy intensity between 80-85% compared to the usual of this type of International uses.

If compared to the previous location of the association, energy consumption has been reduced with respect to the sales area by 45% and, with respect to the total area by 60%; getting better HVAC conditions.

If compared to the Rewe supermarket (Passivhaus certificate) in Hannover (intensity Energy monitored of 240 kWh / m<sup>2</sup>) also Bio Alai stands favorably with an intensity per useful area of 129.9 kWh / m<sup>2</sup>a, 55% of consumption. However, more knowledge is needed from Rewe supermarket (products for sale,



**Figura 6.** Gráfica de consumos de la asociación hasta la fecha.

### 13. Conclusiones

Lo que se traslada en esta ponencia es que, para desarrollar un proyecto de bajo consumo energético no hace falta emplear unas herramientas de cálculo exquisitas (de gran exactitud, pero de elevado coste), o solucionar las secciones constructivas a base de aumentar el presupuesto, o ir a una monitorización exhaustiva, los arquitectos podemos, y debemos, adaptarnos a las posibilidades para proyectar edificios y locales de muy bajo consumo energético; aun a pesar de tener pocos medios disponibles.

Para ello hay que saber cómo funcionan los edificios, tener algo de imaginación y creatividad, y aplicarse en la tarea de proyectar.

Es fundamental contar con profesionales comprometidos con el desarrollo de un proyecto de bajo consumo energético. Si las empresas contratadas no están concienciadas, exigirles que trabajen con el grado de detalle necesario se convierte en una tarea inagotable.

Además, se debe señalar que el potencial de ahorro de las tiendas de alimentación es enorme.

En este caso, aún cuando no se cuenta con la compactidad adecuada, ni tampoco sistemas de gestión y control avanzados, y teniendo en cuenta diversas mejoras posibles en el conjunto de refrigeración, se ha conseguido reducir la intensidad energética entre un 80-85% respecto del habitual de este tipo de usos a nivel internacional.

A su vez, en comparación con el local previo de la asociación, se ha reducido el consumo energético respecto del área de venta en un 45% y, respecto del área total en un 60%; consiguiendo mejores condiciones de climatización.

Al respecto del supermercado con categoría Passivhaus (Rewe supermarket) en Hannover, de intensidad energética declarada 240 kWh/m<sup>2</sup>a también Bio Alai, con una intensidad por superficie útil de 129,9 kWh/m<sup>2</sup>a, se sitúa de modo favorable, 55% de consumo.

Se debe tener en cuenta que, debido a la ausencia de productos congelados o de horneados, se puede aumentar la intensidad energética de Bio Alai en un +25 a + 45% para una comparativa en similares condiciones de servicio.

En cualquier caso, la tienda de Bio Alai es uno de las de menor intensidad energética de su categoría a nivel internacional.

refrigeration systems, baking, compactness) and monitoring more exhaustive of Bio Alai to be able to make a better comparison.

Note that due to the lack of frozen products nor bakery, consumption of Bio Alai can be increased up to +25 or +45% in order to be properly compared with other supermarkets.

Nevertheless Bio Alai food retail store energy intensity is one of the lowest worldwide of its category.





**Figura 7.**  
Imágenes del local terminado.

## REFERENCIAS / REFERENCES

- [1] Energy consumption and conservation in food retailing, S.A. Tassou\*, Y. Ge, A. Hadawey, D. Marriott, UK, 2010.
- [2] Energy Usage in Supermarkets - Modelling and Field Measurements Jaime Arias 2005.
- [3] Deliverable D5.4.1 "Common evaluation of the beacons implemented within PassREg", Darmstadt and Milano, 2015.
- [4] Performance indicators for energy efficient supermarket buildings Sietze M. van der Sluisa, Ulla lindbergb, Anna-Lena Laaneb, Jaime Arias; 12th IEA Heat Pump Conference 2017.
- [5] State of the arte Retail SME Energy CheckUP, IEE/13/384/S12.675577, CIRCE, Polonia (data > 2013).
- [6] SuperSmart., Expertise hub for a market uptake of energy-efficient supermarkets by awareness raising, knowledge transfer and pre-preparation of an EU Ecolabel. Varios documentos, 2017-2019.
- [7] Commercial Buildings Energy Consumption Survey (CBECS), USDA, NREL, 2012.
- [8] PassregSOS / Zero e-park Supermarket.
- [9] LIFEZEROSTORE - Supermarket retrofit for zero energy consumption, LIFE12 ENV/ES/000787.
- [10] Energy Savings Potential and RD&D Opportunities for Commercial Building HVAC Systems, USDA, NREL, 2017.
- [11] Strategies to Save 50% Site Energy in Grocery and General Merchandise Stores , Adam Hirsch, Elaine Hale, and Matthew Leach, National Renewable Energy Laboratory, 2010 ACEEE Summer Study on Energy Efficiency in Buildings.
- [12] Development of Commercial Building Shell Heating and Cooling Load Factors U.S. EIA , 2018.
- [13] Energy-Efficient Supermarket Heating, Ventilation, and Air Conditioning in Humid Climates in the United States, J. Clark USDA National Renewable Energy Laboratory, 2015.
- [14] Commercial Building Design Pathways Using Optimization Analysis, Nicholas Long, Adam Hirsch, Chad Lobato, Daniel Macumber National Renewable Energy Laboratory 2010.
- [15] Guía de auditorías energéticas en supermercados, Juan A. de Isabel García, Mario García Galludo, Carlos Egido Ramos Fenercom. Madrid 2012.