



Escola Politécnica Superior  
d'Edificació de Barcelona

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA

## **GRADO EN CIENCIAS Y TECNOLOGÍAS DE LA EDIFICACIÓN** TRABAJO FIN DE GRADO

### **EVALUACIÓN ENERGÉTICA DE LA FACULTAD DE ÓPTICA Y OPTOMETRÍA DE TERRASSA**

**Proyectista:** PEDRO OSUNA GAVIRA

**Directores:** MONTSERRAT BOSCH GONZALEZ  
FRANCISCO JORDANA RIBA

**Convocatoria:** JUNIO 2015



## Resumen

El objetivo de este trabajo es realizar una evaluación energética sobre la Facultad de Óptica y Optometría de Terrassa (FOOT), con la finalidad de encontrar las deficiencias energéticas tanto a nivel constructivo como de uso y gestión, y así proponer una serie de mejoras para reducir el consumo.

Este trabajo está ligado a un Plan de Optimización Energética (POE) de la UPC. Este plan supone un retorno económico del 25% del ahorro total obtenido. La finalidad es reinvertirlo sobre el edificio para conseguir, aun más, reducir el consumo y con ello, el gasto.

Para ello utilizaremos diferentes metodologías:

- Visitas al edificio.
- Entrevistas con los encargados de la gestión del edificio.
- Encuestas sobre confort a los usuarios.
- Consulta del Proyecto Ejecutivo y memorias del edificio.
- Revisión y análisis de planos del edificio.
- Análisis de las instalaciones del edificio.
- Análisis a través del aplicativo Sirena de la UPC de los consumos.
- Certificación energética con el programa CEX.
- Seguimiento de temperaturas y humedades con termohigrómetros.
- Análisis con Dialux y luxómetro de la iluminación de las aulas.
- Simulación de incidencia solar a través de Sketchup.

Una vez realizado todo el estudio se obtienen los siguientes resultados:

- Exceso de calor en las estancias de la fachada oeste.
- Defectos importantes en las juntas de la carpintería de la P2.
- Exceso de iluminación en varias aulas.
- Gestión deficiente de la calefacción.
- Consumo fantasma muy elevado.

Para solventar estos problemas se han propuesto una serie de mejoras:

- Intervención sobre la iluminación en aulas.
- Cambio en la gestión de la calefacción.
- Reducción del consumo fantasma.
- Reparación de las juntas de carpintería de la P2.
- Incorporación de protecciones solares.
- Instalación de detectores de presencia en lavabos.

Después de realizar todo el proceso de evaluación, podemos decir que, el edificio tiene un exceso de gasto en calefacción, es más de la mitad del consumo total anual. Igual de elevado resulta el consumo fantasma de éste.

Cabe decir que, las carpinterías cubren gran parte de la envolvente del edificio y éstas están muy anticuadas. Son carpinterías metálicas y de vidrio simple, no se admite la opción de la sustitución de ésta por el coste económico que representa.

En conclusión, se pueden obtener grandes ahorros energéticos y a coste cero centrándonos únicamente en la gestión y uso de las instalaciones.

**Índice**

Resumen.....	1	Capítulo 4: Líneas de actuación.....	22
Capítulo 1: Introducción.....	2	4.1 – Envolvente: Protección solares.....	22
Capítulo 2: Toma de datos.....	3	4.2 – Envolvente: Carpintería.....	24
2.1 Datos estáticos.....	3	4.3 – Instalaciones: Iluminación.....	26
2.1. A – Arquitectura del edificio.....	3	4.3. A - Aula tipo grande (2.1/2.2/2.3/2.4).....	26
2.1. B – Construcción.....	4	4.3. B - Aula pequeña (1.1/1.2).....	27
2.1. C – Instalaciones.....	5	4.3 C - Colocación de detectores de movimiento.....	28
2.1. D – Perfiles de uso.....	6	4.4 – Instalaciones: Calefacción.....	29
2.2 Datos dinámicos.....	7	4.4. A – Hora de encendido y apagado.....	29
2.2. A – Consumo.....	7	4.4. B – Control manual de la calefacción.....	30
2.2. B – Intensidad de uso.....	8	4.5 – Reducción del consumo fantasma.....	31
2.2. C – Gestión del edificio.....	10	Capítulo 5: Plan de acción.....	32
2.2. D – Condiciones de confort.....	11	Conclusiones.....	33
Capítulo 3: Evaluación y diagnóstico.....	12	Bibliografía.....	34
3.1 Certificación energética.....	12	ANEXO 1: Planos zonificación	
3.2 Consumo de recursos.....	13	ANEXO 2: Planos generales	
3.2. A – Electricidad.....	13	ANEXO 3: Certificado energético	
3.2. B – Gas.....	15	ANEXO 4: Presupuesto Toldos Esplugues	
3.3 – Envolvente del edificio.....	16	ANEXO 5: Tercera lengua: inglés	
3.4 – Instalación calefacción.....	18		
3.5 – Instalación lumínica.....	19		
3.6 – Ocupación.....	21		
3.7 – Gestión y mantenimiento.....	21		



Ilustración 1: Vista aérea edificio.

## Capítulo 1 – Introducción

El edificio ante el que nos encontramos es el FOOT (Facultad de Óptica y Optometría de Terrassa) perteneciente a la UPC. [Ilustración 1](#).

El objetivo de este trabajo es mejorar la eficiencia energética del edificio para reducir su consumo y con ello su gasto. Me dispongo a realizar un estudio detallado de lo que ocurre actualmente, evaluar y proponer las mejoras más adecuadas para satisfacer las necesidades de los usuarios y propietarios.

Para ello, utilizaremos diferentes métodos de análisis como consulta de consumos durante los dos últimos años, uso de termohigrómetros para medir temperatura y humedad, estudio de los planos de las instalaciones, simulaciones de situaciones solares.

Utilizaremos de guía el libro '*Avaluació energètica d'edificis*' de (Montse Bosch, 2006).

En la [tabla 1](#), podemos ver datos básicos de consumos de los 2 últimos años. Como podemos apreciar se ha reducido el consumo de electricidad y el de agua en un tanto por ciento muy reducido, y el de gas incluso ha aumentado.

Podríamos entrar en comparaciones con diferentes facultades, pero dado que el uso varía mucho en función de la maquinaria de cada una, es más real mirar la tendencia de ahorro energético media del campus de Terrassa. La tendencia media de reducción de consumo del campus del 2013 al 2014 es la que se muestra en la [tabla 2](#).

Únicamente tenemos una tendencia similar en el ahorro del agua. En cuanto a electricidad y gas, estamos muy por detrás.

	Electricidad			Gas			Agua		
	Cons.Anual (KWh)	Cons./m2 (KWh/m2)	Cons./Usuario (KWh/us)	Cons.Anual (KWh)	Cons./m2 (KWh/m2)	Cons./Usuario (KWh/us)	Cons. Anual (m3)	Cons./m2 (m3/m2)	Cons./Usuario (m3/us)
2013	195.707	30	391	278.831	43	558	965	0,150	1,930
2014	189.965	29	380	284.545	44	569	956	0,148	1,912
%	-3%			2%			-1%		

Tabla 1: Consumos últimos 2 años

	Media Campus Terrassa	FOOT
Electricidad	-12%	-3%
Gas	-17%	2%
Agua	-1%	-1%

Tabla 2: tendencia media consumo



## Capítulo 2 – Toma de datos

### 2.1 Datos estáticos

#### 2.1. A – Arquitectura del edificio

La facultad de Óptica y Optometría está ubicada en Terrassa, a 25km de Barcelona.

Este edificio fue construido en 1992 por el arquitecto Enric Rello Roque.

Es un edificio aislado que consta de PB+3 con una superficie total construida de 6.494m<sup>2</sup>. Su planta es rectangular con dos grandes patios interiores y la entrada al edificio se realiza a la planta 2 a través de la fachada Este. [Ilustración 2](#) e [Ilustración 3](#).

Las sombras que recibe el edificio son las siguientes:

- Fachada Norte (M4): no tiene ningún edificio enfrente.
- Fachada Sur (M2): edificio PB+4, distancia 13m, árboles frente a ventanas.
- Fachada Este (M3): edificio PB+3, distancia 18m.
- Fachada Oeste (M1): edificio PB, distancia 10m.



Ilustración 2: Planta ubicación



Ilustración 3: Fachada Este

2.1. B – Construcción

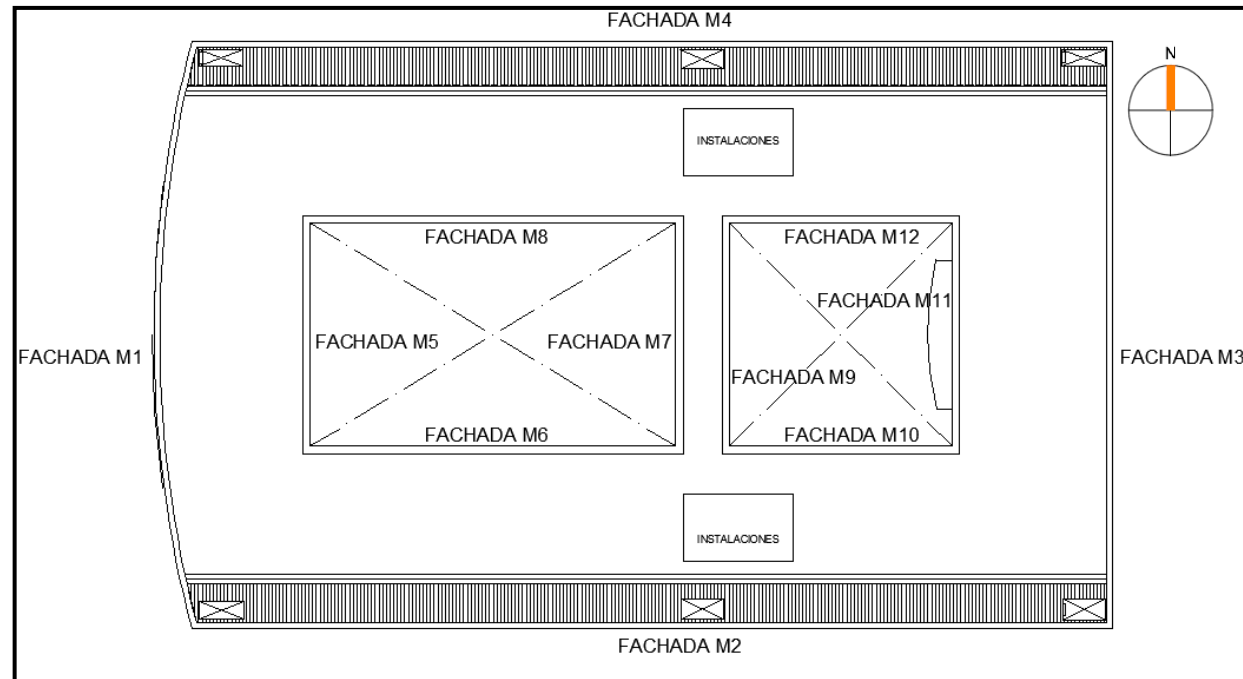


Ilustración 4: Planta fachadas

Envolvente					
	Orientación	Sup. Total	% opaco	% hueco	Materiales
Fachada M1	OESTE	556,92	62,13%	37,87%	1. Ladrillo perforado cara vista (11cm) 2. Cámara de aire con fibra de vidrio (6cm) 3. Ladrillo (5cm)
Fachada M2	SUR	729,36	65,17%	34,83%	
Fachada M3	ESTE	290,57	65,52%	34,48%	
Fachada M4	NORTE	680,51	62,68%	37,32%	
Fachada M5	OESTE	210,00	50,00%	50,00%	1. Ladrillo perforado cara vista (11cm) 2. Cámara de aire con fibra de vidrio (6cm) 3. Ladrillo (5cm)
Fachada M6	SUR	173,60	50,32%	49,68%	
Fachada M7	ESTE	210,00	50,00%	50,00%	
Fachada M8	NORTE	173,60	50,32%	49,68%	
Fachada M9	OESTE	105,00	50,00%	50,00%	1. Ladrillo perforado cara vista (11cm) 2. Cámara de aire con fibra de vidrio (6cm) 3. Ladrillo (5cm)
Fachada M10	SUR	105,00	47,46%	52,54%	
Fachada M11	ESTE	105,00	66,60%	33,40%	
Fachada M12	NORTE	105,00	47,46%	52,54%	
CUBIERTA	-	2.471,11	100,00%	0,00%	1. Hormigón celular para formación pendientes. 2. Lámina impermeable PVC. 3. Aislante Styrodur (4cm) 4. Pavimento flotante de losa prefabricada o geotextil + grava.
CIMENTACIÓN	-	-	100,00%	0,00%	Zapatillas aisladas combinadas y zapatillas corridas.



2.1. C – Instalaciones

La instalación de calefacción consta de una caldera central y 3 circuitos. Se encuentran divididos en norte, sur y centro. Los radiadores de todos los circuitos son de panel de chapa. Ilustración 5

La producción de frío se consigue a través de 1 enfriadora general y 6 bombas. Ilustración 6

REFRIGERACIÓN			
Tipo	Elementos	Pot(W/h)	Total W
Ventilador	1	36225	36.225
Enfriadora	1	60100	60.100
Bombas tipo 1	3	1020	3.060
Bombas tipo 2	3	1550	4.650
Fancoils	13	95	1.235
<b>Potencia Total Refrigeración</b>			<b>105 kWh</b>
CALEFACCIÓN			
Tipo	Elementos	Pot(W/h)	Total W
Caldera Roca NTD 360	1	360000	360.000
Bomba Roca MC 65	3	570	1.710
Bomba Roca PC 1065	1	240	240
<b>Potencia Total Calefacción</b>			<b>362 kWh</b>
ILUMINACIÓN			
Tipo	Elementos	Pot/ud(W/h)	Total W
Fluorescente 28W	219	28	6.132
Fluorescente 36W	374	36	13.464
Fluorescente 58W	761	58	44.138
Bombilla 18W	190	18	3.420
<b>Potencia Total Iluminación</b>			<b>67 kWh</b>
FUERZA			
Tipo	Elementos	Pot/ud(W/h)	Total W
Ascensor hidráulico EBYP	1	4500	4.500
Ordenadores	150	200	30.000
Monitores PC	150	75	11.250
Impresoras	20	150	3.000
Fotocopiadora	2	900	1.800
Sala de servidores	1	3500	3.500
Maquinaria especial óptica	250	40	10.000
Vending	6	500	3.000
Microondas	2	900	1.800
Proyectores	11	500	5.500

**Potencia Total Electricidad 74 kWh**

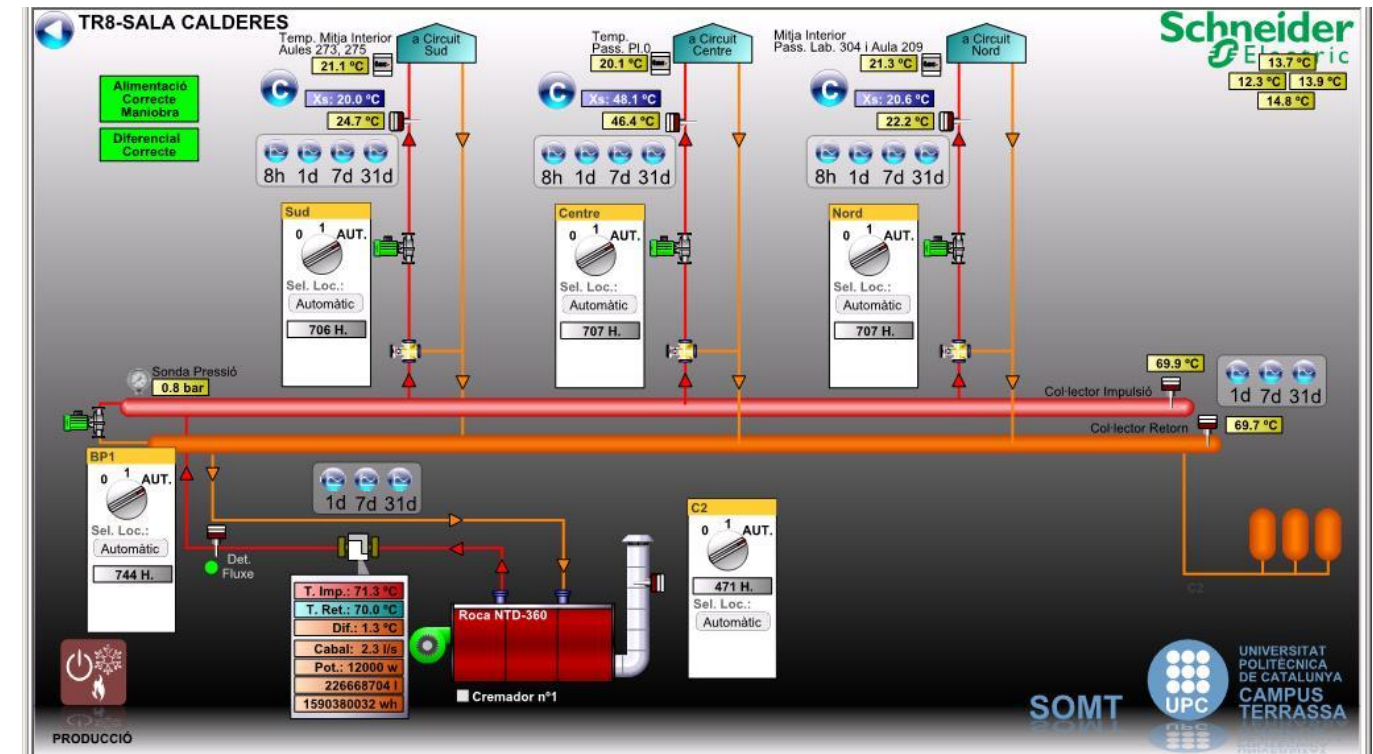


Ilustración 5: Esquema Circuitos.

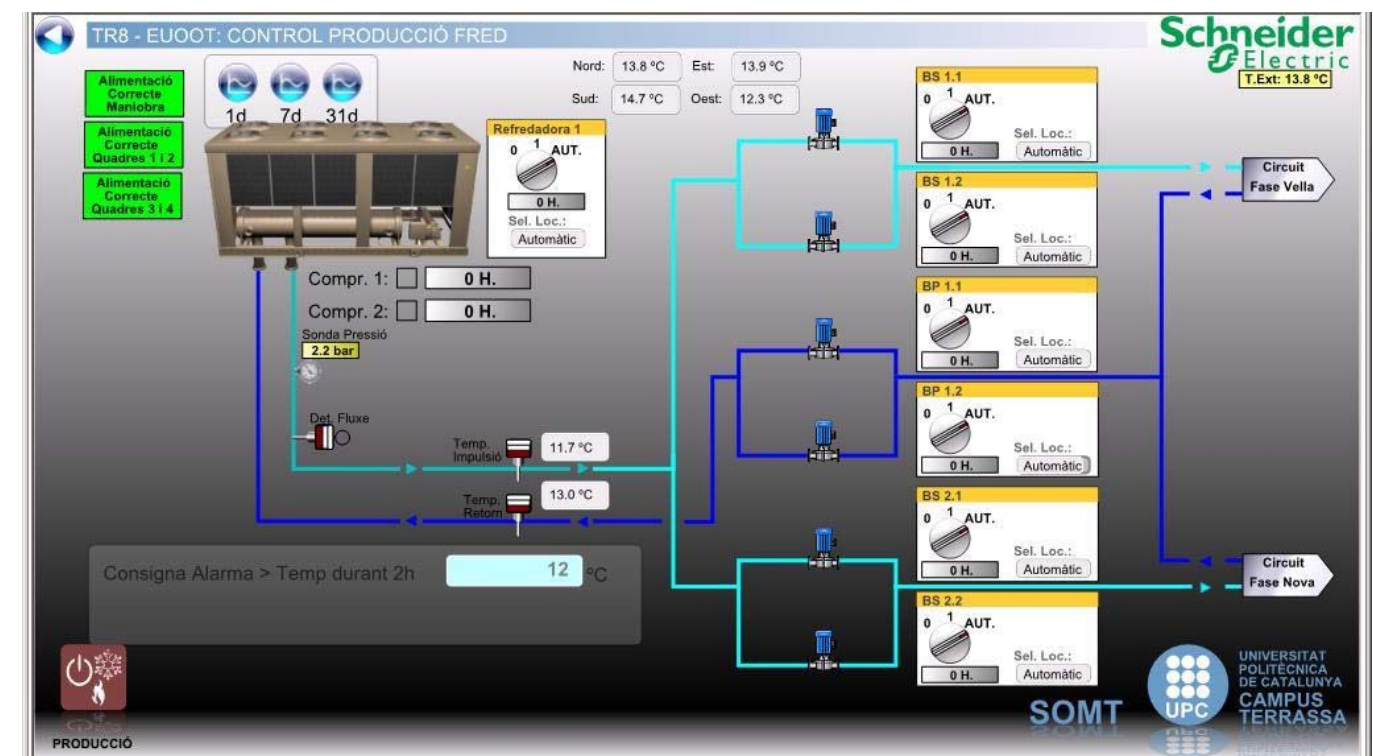
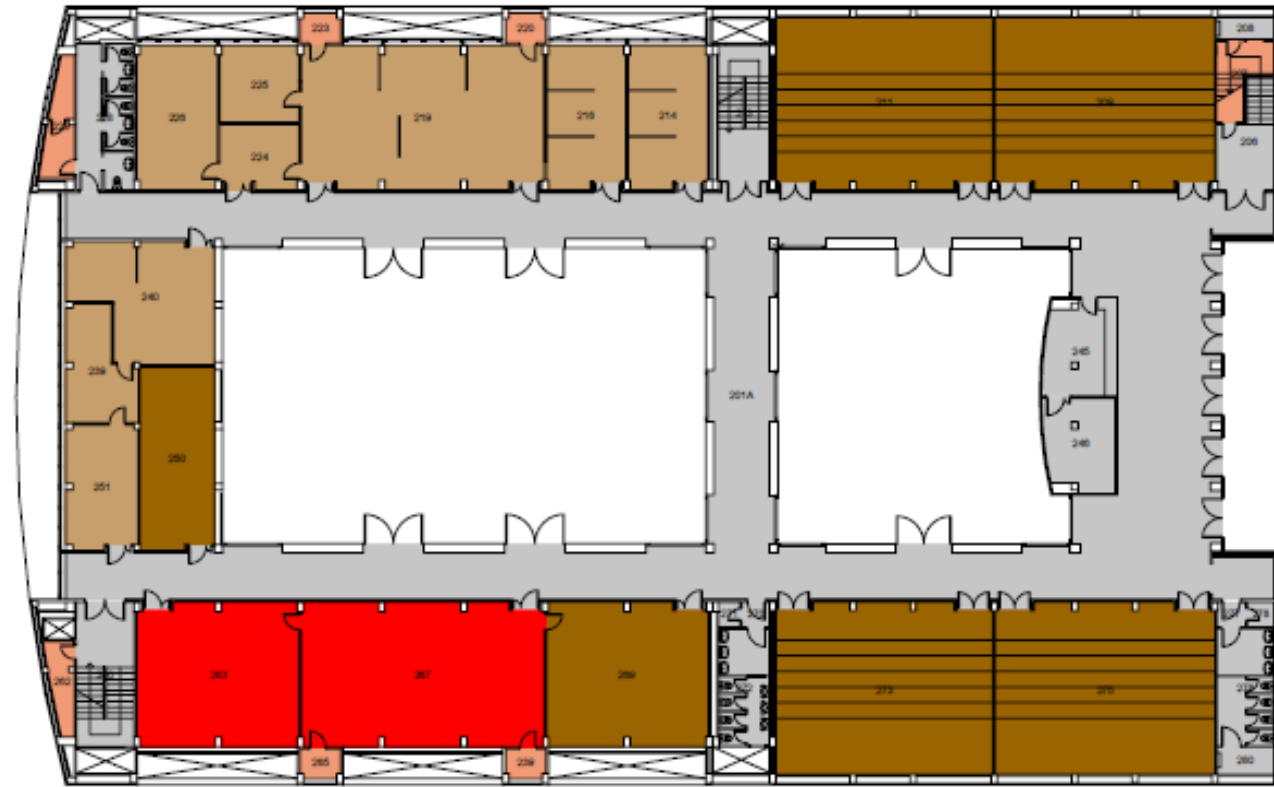


Ilustración 6: Esquema Producción Frío.





#### TIPO DE ESPACIO

<span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: #C8A27A; border: 1px solid black;"></span>	ESPACIOS DE TRABAJO Y REUNIÓN
<span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: #8B4513; border: 1px solid black;"></span>	AULAS
<span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: #A0522D; border: 1px solid black;"></span>	LABORATORIOS
<span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: #FF0000; border: 1px solid black;"></span>	SALAS
<span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: #D3D3D3; border: 1px solid black;"></span>	ESPACIOS COMUNES
<span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: #FFB6C1; border: 1px solid black;"></span>	OTRO TIPO DE ESPACIOS
<span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: #FF8C00; border: 1px solid black;"></span>	CONCESIONES

#### 2.1. D – Perfiles de uso

Planos zonificación. ANEXO 1 ([Servei de Patrimoni de la Universitat Politècnica de Catalunya, 2011](#))

La intensidad media diaria de uso del edificio es de 12 horas.

La intensidad media anual de uso del edificio es de 205 días.

Tal como podemos observar en los planos, el espacio está dividido de la siguiente manera:

- Espacios de trabajo y reunión: zonas de trabajo de PDI/PAS.
- Aulas: lugar donde se imparten las clases.
- Laboratorios: para realizar prácticas o pruebas con maquinaria profesional.
- Salas: zonas de estudio o conferencias.
- Espacios comunes del edificio: pasillos, lavabos.
- Otro tipo de espacio: para almacenamiento, instalaciones o varios.
- Concesiones: para uso del alumnado o PDI/PAS como recreo o alimentación.

Para el estudio se tendrán en cuenta los siguientes parámetros:

- Horario facultad: de 8h a 20h.
- Periodo de clases:
  - 15/09/2014 a 22/12/2014
  - 23/02/2015 a 05/06/2015
- Semanas de exámenes:
  - Otoño: 09/01/2015 a 23/01/2015
  - Primavera: 08/06/2015 a 19/06/2015
- Periodos de vacaciones:
  - 23/12/2014 a 07/01/2015
  - Agosto
  - Semana santa

**2.2 Datos dinámicos**

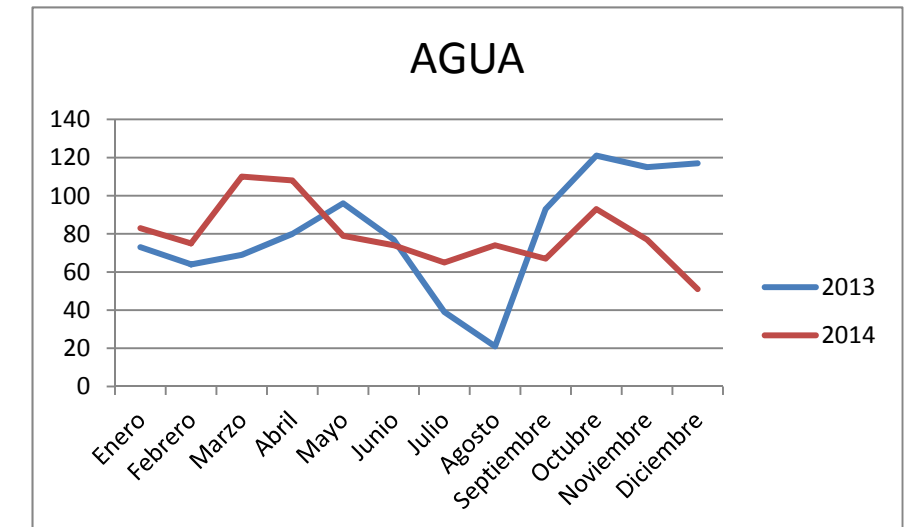
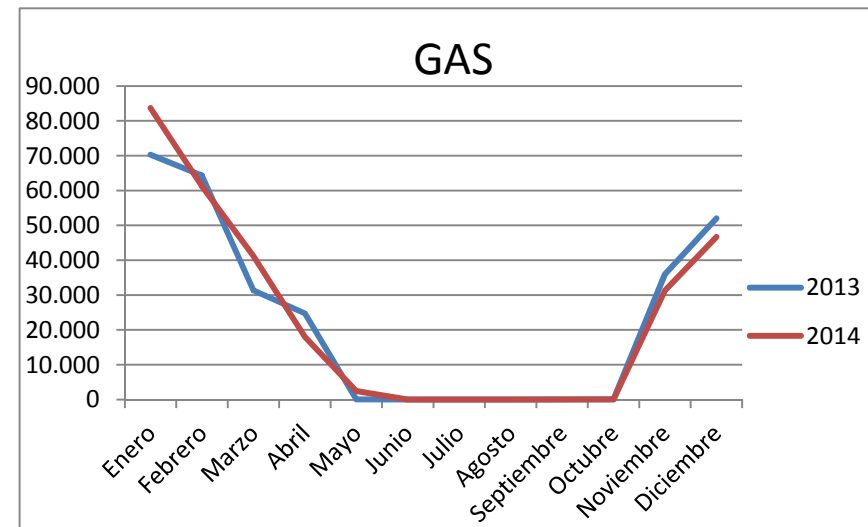
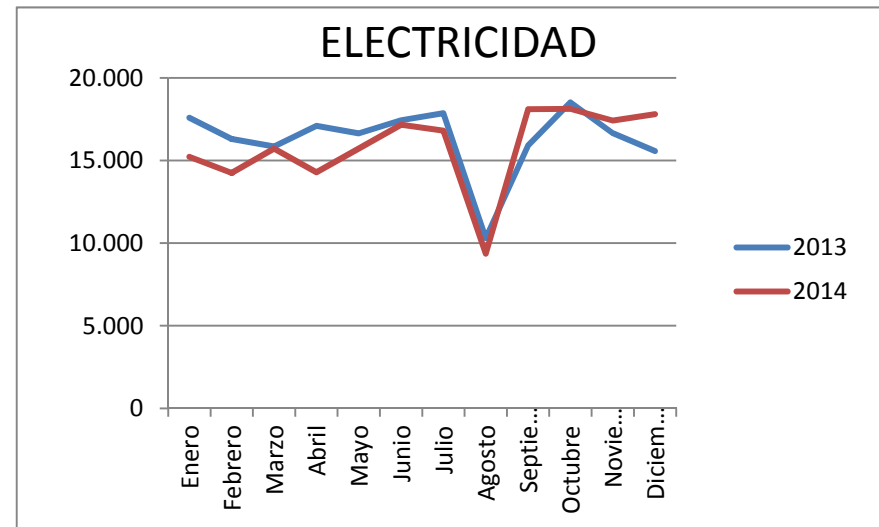
**2.2. A – Consumo**

		Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	
ELECTRICIDAD (KWh)	2013	17.581	16.301	15.842	17.094	16.637	17.433	17.864	10.298	15.916	18.523	16.653	15.565	195.707
	2014	15.218	14.243	15.722	14.282	15.723	17.165	16.803	9.361	18.101	18.124	17.417	17.806	189.965
		-13%	-13%	-1%	-16%	-5%	-2%	-6%	-9%	14%	-2%	5%	14%	-3%

		Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	
GAS (KWh)	2013	70.296	64.298	31.365	24.742	34	0	0	0	45	45	35.988	52.017	278.830
	2014	83.678	61.208	41.157	17.994	2.465	11	0	0	0	45	31.320	46.667	284.545
		19%	-5%	31%	-27%	99%	100%	-	-	-100%	0%	-13%	-10%	2%


		Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	
ELEC+GAS (KWh)	2013	87.877	80.599	47.207	41.836	16.671	17.433	17.864	10.298	15.961	18.568	52.641	67.582	474.537
	2014	98.896	75.451	56.879	32.276	18.188	17.176	16.803	9.361	18.101	18.169	48.737	64.473	474.510
		13%	-6%	20%	-23%	9%	-1%	-6%	-9%	13%	-2%	-7%	-5%	0%

		Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	
AGUA (m3)	2013	73	64	69	80	96	77	39	21	93	121	115	117	965
	2014	83	75	110	108	79	74	65	74	67	93	77	51	956
		14%	17%	59%	35%	-18%	-4%	67%	252%	-28%	-23%	-33%	-56%	-1%



2.2. B – Intensidad de uso

A continuación, podemos ver los horarios de las aulas y laboratorios de la facultad. (Catalonia Academic Developments Center, S.L., 2015)

 Ocupado

		Lab.Tecn. Óptica (0.05)				
		Lu	Ma	Mx	Ju	Vi
08:00-09:00						
09:00-10:00						
10:00-11:00						
11:00-12:00						
12:00-13:00						
13:00-14:00						
14:00-15:00						
15:00-16:00						
16:00-17:00						
17:00-18:00						
18:00-19:00						
19:00-20:00						

		Lab.Microbiologia (1.72)				
		Lu	Ma	Mx	Ju	Vi
08:00-09:00						
09:00-10:00						
10:00-11:00						
11:00-12:00						
12:00-13:00						
13:00-14:00						
14:00-15:00						
15:00-16:00						
16:00-17:00						
17:00-18:00						
18:00-19:00						
19:00-20:00						

		Lab.Lentes Oftal. (0.08)				
		Lu	Ma	Mx	Ju	Vi
08:00-09:00						
09:00-10:00						
10:00-11:00						
11:00-12:00						
12:00-13:00						
13:00-14:00						
14:00-15:00						
15:00-16:00						
16:00-17:00						
17:00-18:00						
18:00-19:00						
19:00-20:00						

		Aula 2.2 (2.09)				
		Lu	Ma	Mx	Ju	Vi
08:00-09:00						
09:00-10:00						
10:00-11:00						
11:00-12:00						
12:00-13:00						
13:00-14:00						
14:00-15:00						
15:00-16:00						
16:00-17:00						
17:00-18:00						
18:00-19:00						
19:00-20:00						

		Lab. V. Binocular (0.32)				
		Lu	Ma	Mx	Ju	Vi
08:00-09:00						
09:00-10:00						
10:00-11:00						
11:00-12:00						
12:00-13:00						
13:00-14:00						
14:00-15:00						
15:00-16:00						
16:00-17:00						
17:00-18:00						
18:00-19:00						
19:00-20:00						

		Aula 2.1 (2.11)				
		Lu	Ma	Mx	Ju	Vi
08:00-09:00						
09:00-10:00						
10:00-11:00						
11:00-12:00						
12:00-13:00						
13:00-14:00						
14:00-15:00						
15:00-16:00						
16:00-17:00						
17:00-18:00						
18:00-19:00						
19:00-20:00						

		Lab. Óptica (0.46)				
		Lu	Ma	Mx	Ju	Vi
08:00-09:00						
09:00-10:00						
10:00-11:00						
11:00-12:00						
12:00-13:00						
13:00-14:00						
14:00-15:00						
15:00-16:00						
16:00-17:00						
17:00-18:00						
18:00-19:00						
19:00-20:00						

		Aula dibujo (2.69)				
		Lu	Ma	Mx	Ju	Vi
08:00-09:00						
09:00-10:00						
10:00-11:00						
11:00-12:00						
12:00-13:00						
13:00-14:00						
14:00-15:00						
15:00-16:00						
16:00-17:00						
17:00-18:00						
18:00-19:00						
19:00-20:00						

		Lab. Física-Óptica (0.77)				
		Lu	Ma	Mx	Ju	Vi
08:00-09:00						
09:00-10:00						
10:00-11:00						
11:00-12:00						
12:00-13:00						
13:00-14:00						
14:00-15:00						
15:00-16:00						
16:00-17:00						
17:00-18:00						
18:00-19:00						
19:00-20:00						

		Aula 2.4 (2.73)				
		Lu	Ma	Mx	Ju	Vi
08:00-09:00						
09:00-10:00						
10:00-11:00						
11:00-12:00						
12:00-13:00						
13:00-14:00						
14:00-15:00						
15:00-16:00						
16:00-17:00						
17:00-18:00						
18:00-19:00						
19:00-20:00						

		Lab.Mate. y Quím. (1.02)				
		Lu	Ma	Mx	Ju	Vi
08:00-09:00						
09:00-10:00						
10:00-11:00						
11:00-12:00						
12:00-13:00						
13:00-14:00						
14:00-15:00						
15:00-16:00						
16:00-17:00						
17:00-18:00						
18:00-19:00						
19:00-20:00						

		Aula 2.3 (2.75)				
		Lu	Ma	Mx	Ju	Vi
08:00-09:00						
09:00-10:00						
10:00-11:00						
11:00-12:00						
12:00-13:00						
13:00-14:00						
14:00-15:00						
15:00-16:00						
16:00-17:00						
17:00-18:00						
18:00-19:00						
19:00-20:00						

		Aula 1.2 (1.32)				
		Lu	Ma	Mx	Ju	Vi
08:00-09:00						
09:00-10:00						
10:00-11:00						
11:00-12:00						
12:00-13:00						
13:00-14:00						
14:00-15:00						
15:00-16:00						
16:00-17:00						
17:00-18:00						
18:00-19:00						
19:00-20:00						

		Lab.Contactologia (3.19)				
		Lu	Ma	Mx	Ju	Vi
08:00-09:00						
09:00-10:00						
10:00-11:00						
11:00-12:00						
12:00-13:00						
13:00-14:00						
14:00-15:00						
15:00-16:00						
16:00-17:00						
17:00-18:00						
18:00-19:00						
19:00-20:00						

		Lab.Fisio/Neu/Farm(1.05)				
		Lu	Ma	Mx	Ju	Vi
08:00-09:00						
09:00-10:00						
10:00-11:00						
11:00-12:00						
12:00-13:00						
13:00-14:00						
14:00-15:00						
15:00-16:00						
16:00-17:00						
17:00-18:00						
18:00-19:00						
19:00-20:00						

		Lab.Optome. II y III (3.07)				
		Lu	Ma	Mx	Ju	Vi
08:00-09:00						
09:00-10:00						
10:00-11:00						
11:00-12:00						
12:00-13:00						
13:00-14:00						
14:00-15:00						
15:00-16:00						
16:00-17:00						
17:00-18:00						
18:00-19:00						
19:00-20:00						

		Aula Informática 2 (1.34)				
		Lu	Ma	Mx	Ju	Vi
08:00-09:00						
09:00-10:00						
10:00-11:00						
11:00-12:00						
12:00-13:00						
13:00-14:00						
14:00-15:00						
15:00-16:00						
16:00-17:00						
17:00-18:00						
18:00-19:00						
19:00-20:00						

		Lab.Instrument Opt(3.37)				
		Lu	Ma	Mx	Ju	Vi
08:00-09:00						
09:00-10:00						
10:00-11:00						
11:00-12:00						
12:00-13:00						
13:00-14:00						
14:00-15:00						
15:00-16:00						
16:00-17:00						
17:00-18:00						
18:00-19:00						
19:00-20:00						

		Aula 1.1 (1.30)				
		Lu	Ma	Mx	Ju	Vi
08:00-09:00						
09:00-10:00						
10:00-11:00						
11:00-12:00						
12:00-13:00						
13:00-14:00						
14:00-15:00						
15:00-16:00						
16:00-17:00						
17:00-18:00						
18:00-19:00						
19:00-20:00						

		Aula Nova (3.1)				
		Lu	Ma	Mx	Ju	Vi
08:00-09:00						
09:00-10:00						
10:00-11:00						
11:00-12:00						
12:00-13:00						
13:00-14:00						
14:00-15:00						
15:00-16:00						
16:00-17:00						
17:00-18:00						
18:00-19:00						
19:00-20:00						

		Aula Informática 1 (1.37)				
		Lu	Ma	Mx	Ju	Vi
08:00-09:00						
09:00-10:00						
10:00-11:00						
11:00-12:00						
12:00-13:00						
13:00-14:00						
14:00-15:00						
15:00-16:00						
16:00-17:00						
17:00-18:00						
18:00-19:00						
19:00-20:00						

		Lab. Optometria I (3.62)				
		Lu	Ma	Mx	Ju	Vi
08:00-09:00						
09:00-10:00						
10:00-11:00						
11:00-12:00						
12:00-13:00						
13:00-14:00						
14:00-15:00						
15:00-16:00						
16:00-17:00						
17:00-18:00						
18:00-19:00						
19:00-20:00						



	Lab.Anatomia/Hist. (1.63)				
	Lu	Ma	Mx	Ju	Vi
08:00-09:00					
09:00-10:00					
10:00-11:00					
11:00-12:00					
12:00-13:00					
13:00-14:00					
14:00-15:00					
15:00-16:00					
16:00-17:00					
17:00-18:00					
18:00-19:00					
19:00-20:00					

ILUMINACIÓN				
¿Las instalaciones son fácilmente accesibles para el mantenimiento?	<input checked="" type="checkbox"/>			
¿Hay una instalación de control para su regulación?		<input checked="" type="checkbox"/>		
¿Existe una preinstalación para incorporar el control?		<input checked="" type="checkbox"/>		
¿Dispone de sectorización de circuitos cada espacio?	<input checked="" type="checkbox"/>			
¿Hay previsto una regulación sectorizada?				
¿En espacios comunes, hay detectores de presencia?		<input checked="" type="checkbox"/>		
¿Los fluorescentes de estos espacios disponen de reactancia electrónica?		<input checked="" type="checkbox"/>		
En el exterior, ¿el encendido es con sensores de luz natural?		<input checked="" type="checkbox"/>		
FUERZA				
Ascensor				
¿Dispone de un motor de bajo consumo?		<input checked="" type="checkbox"/>		
Si hay más ascensores, ¿disponen de maniobra selectiva?				SOLO HAY UN ASCENSOR
¿El mantenimiento lo realiza el propio personal de la facultad?		<input checked="" type="checkbox"/>		LO REALIZA EL PERSONAL DE EMPRESA AUTORIZADA
En caso afirmativo, ¿este personal ha recibido la formación adecuada?			<input checked="" type="checkbox"/>	

## 2.2. C – Gestión del edificio

La gestión del edificio se divide en interna y externa.

La gestión externa, llevada a cabo por Gemma Santularia (Servicio de Obras y Mantenimiento de la UPC) consiste en encender y apagar los sistemas de producción de frío y calor, a través del programa de Schneider TAC, monitorizando constantemente el funcionamiento completo de las instalaciones de la facultad.

La gestión interna es realizada por los conserjes del edificio y los propios usuarios de cada espacio de éste. Este cuestionario ha sido completado gracias a Gemma Santularia y Francisco Ruiz (conserje).

CUESTIONARIO MANTENIMIENTO Y USO	S	N	NS/N C	COMENTARIOS
¿El edificio dispone de Libro del Edificio?		<input checked="" type="checkbox"/>		NO ERA OBLIGATORIO EN EL MOMENTO DE LA EJECUCIÓN
¿Se siguen las medidas preventivas y de mantenimiento que marca el Libro?			<input checked="" type="checkbox"/>	SE SIGUE EL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO DE LA UPC
¿Con qué periodicidad se realizan estas actividades de mantenimiento?				DEPENDEN, HAY PROGRAMAS SEMANALES, MENSUALES, TRIMESTRALES, ANUALES.....
¿Se oferta a usuarios cursos y formación sobre ahorro energético?	<input checked="" type="checkbox"/>			SE SIGUEN LOS PROGRAMAS POE
CLIMATIZACIÓN				
Calefacción				
¿Las instalaciones son fácilmente accesibles para el mantenimiento?	<input checked="" type="checkbox"/>			
¿Tienen termostato/purgador?	<input checked="" type="checkbox"/>			
¿Hay una instalación de control para su regulación?	<input checked="" type="checkbox"/>			
¿Existe una preinstalación para incorporar el control?			<input checked="" type="checkbox"/>	
¿Hay la posibilidad de regulación por zonas?	<input checked="" type="checkbox"/>			
¿Hay apoyo de instalación solar?		<input checked="" type="checkbox"/>		
¿Existe horario de encendido/apagado o está centralizado?	<input checked="" type="checkbox"/>			
Refrigeración				
¿El edificio dispone de elementos de refrigeración?	<input checked="" type="checkbox"/>			
¿Las instalaciones son fácilmente accesibles para el mantenimiento?	<input checked="" type="checkbox"/>			
¿Hay una instalación de control para su regulación?	<input checked="" type="checkbox"/>			
¿Existe una preinstalación para incorporar el control?			<input checked="" type="checkbox"/>	
¿Hay la posibilidad de regulación por zonas?	<input checked="" type="checkbox"/>			
¿Existe horario de encendido/apagado o está centralizado?	<input checked="" type="checkbox"/>			

## 2.2. D – Condiciones de confort

A continuación, adjunto un cuestionario sobre el confort en la facultad realizado a 50 usuarios de ésta, lo que supone una muestra del 10% sobre el total de usuarios del edificio.

CUESTIONARIO CONFORT	Si	No	NS/NC	%Si	%No	%NS/NC
<b>Climatización en el espacio de trabajo</b>						
¿Existe termostato?	24	14	12	48%	28%	24%
La temperatura en verano, ¿es de 26°C?	20	10	20	40%	20%	40%
La temperatura en invierno, ¿es de 21°C?	15	23	12	30%	46%	24%
¿En invierno abres la ventana por exceso de calor?	4	46	0	8%	92%	0%
¿Las ventanas disponen de persianas?	5	38	7	10%	76%	14%
Si disponen de persianas, ¿puedes hacer uso de ellas?	5	0	0	100%	0%	0%
¿Las ventanas disponen de cortinas?	11	32	7	22%	64%	14%
Si disponen de cortinas, ¿haces uso de ellas?	6	5	0	55%	45%	0%
¿En invierno hace falta llevar chaqueta?	25	25	0	50%	50%	0%
¿En verano hace falta llevar chaqueta?	5	45	0	10%	90%	0%
<b>Iluminación</b>						
¿Se puede trabajar con luz natural?	21	29	0	42%	58%	0%
¿Crees que la iluminación de las aulas es excesiva?	2	46	2	4%	92%	4%
¿Se apagan las luces cuando no son necesarias?	48	2	0	96%	4%	0%
¿Se apagan los aparatos eléctricos cuando no se usan?	41	9	0	82%	18%	0%
<b>Ventilación</b>						
¿El espacio dispone de ventilación natural?	18	27	5	36%	54%	10%
¿Se ventila el espacio? (10min/día)	14	24	12	28%	48%	24%

Los usuarios del edificio me explican que en las zonas comunes, es decir, en los pasillos alrededor de los patios de la planta 2, se producen grandes corrientes de aire en invierno, lo que implica un exceso de frío. El funcionamiento de la calefacción no se ve alterado debido a que no existen sondas de temperatura en las zonas comunes.

## Capítulo 3 – Evaluación y diagnóstico

### 3.1 – Certificación energética

Según el certificado energético realizado con el programa CEX, obtenemos las siguientes calificaciones energéticas. Facilitada por Adrián González Pérez, estudiante de la UPC. ANEXO 3 (Pérez, 2015)

Calificación energética del edificio:

INDICADOR GLOBAL	INDICADORES PARCIALES	
	78.76 D	
	CALEFACCIÓ	ACS
	D	G
	Emissions calefacció [kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> any]	Emissions ACS [kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> any]
	17.45	0.05
REFRIGERACIÓ	ENLLUMENAT	
G	C	
Emissions globals [kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> any]	Emissions refrigeració [kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> any]	Emissions enllumenat [kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> any]
78.76	11.01	43.2

Calificación parcial de la demanda de calefacción y refrigeración:

DEMANDA DE CALEFACCIÓ	DEMANDA DE REFRIGERACIÓ		
		66.19 F	18.03 E
		Demanda global de calefacció [kWh/m <sup>2</sup> any]	Demanda global de refrigeració [kWh/m <sup>2</sup> any]
		66.19	18.03

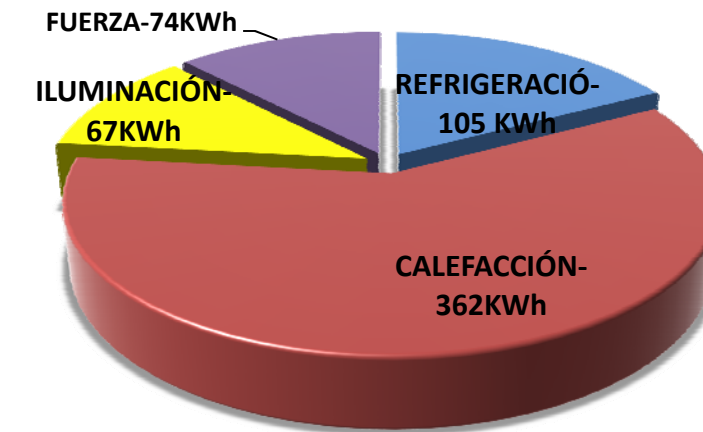
Calificación parcial del consumo de energía primaria:

INDICADOR GLOBAL	INDICADORES PARCIALES	
	332.96 D	
	CALEFACCIÓ	ACS
	E	G
	Energia primària de calefacció [kWh/m <sup>2</sup> any]	Energia primària ACS [kWh/m <sup>2</sup> any]
	86.37	0.21
REFRIGERACIÓ	ENLLUMENAT	
F	C	
Energia primària refrigeració [kWh/m <sup>2</sup> any]	Energia primària enllumenat [kWh/m <sup>2</sup> any]	
44.28	173.64	

### Diagnóstico

La calificación global del edificio es una **D** en cuanto a emisiones de CO<sub>2</sub>, ahora bien, centrándonos en la calefacción y refrigeración obtenemos valores de una **F** para la primera y una **E** (casi **F**) para la segunda, lo que nos indica que estamos en números muy poco eficientes y muy mejorables.

A continuación, podemos ver como los dos valores que producen más demanda, son la calefacción y la refrigeración, lo que nos ha dado una calificación parcial de **F** y **E**, respectivamente.

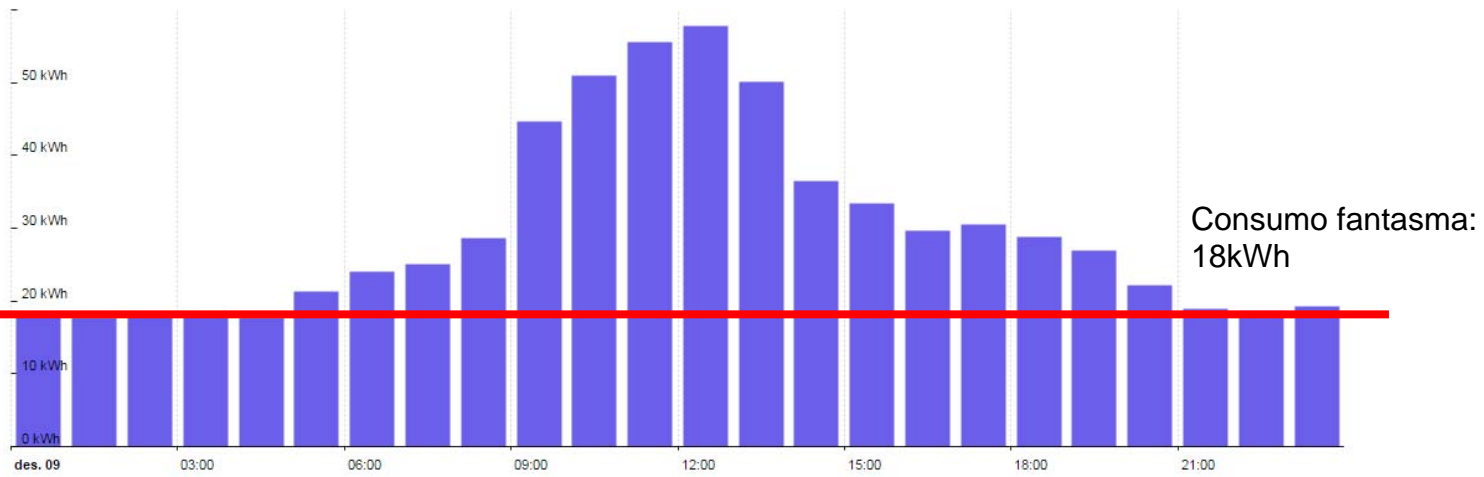


### 3.2 Consumo de recursos

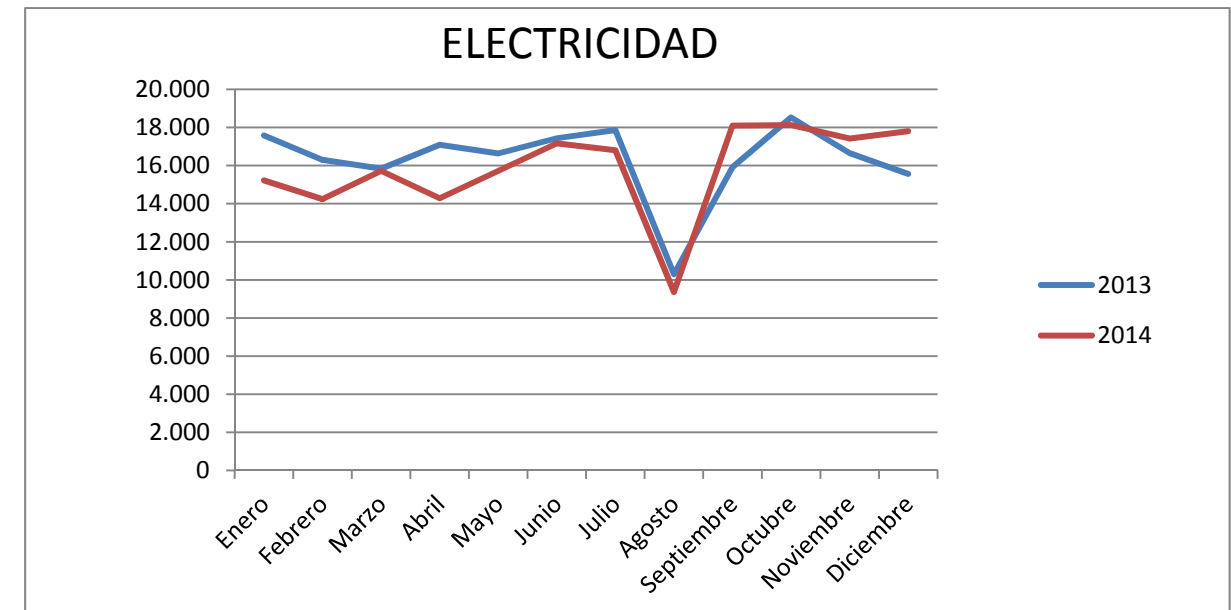
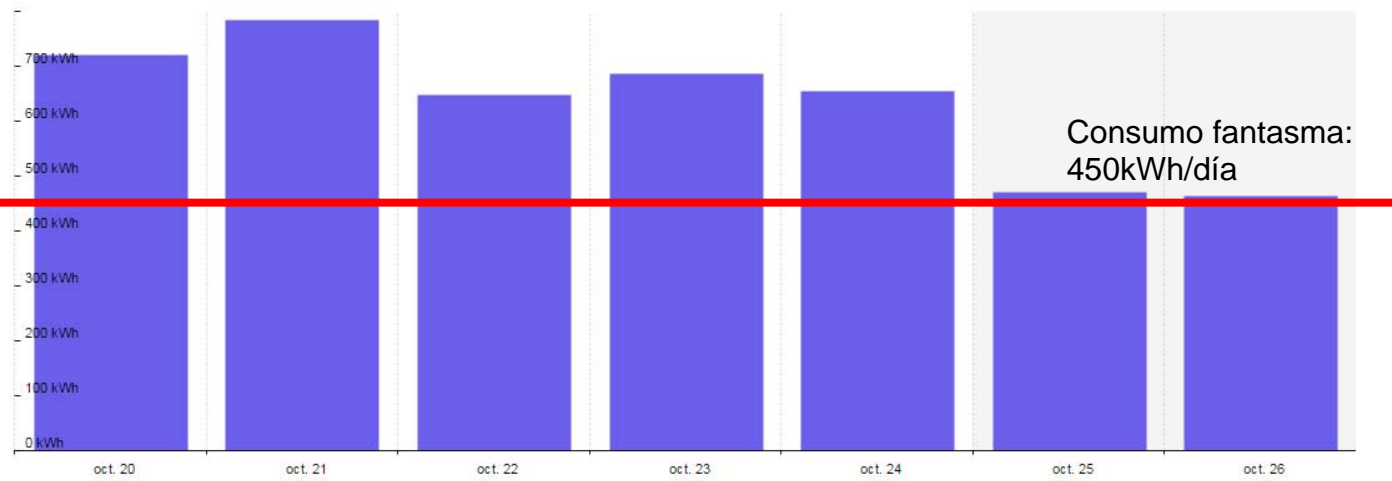
#### 3.2. A – Electricidad

- Consumo diario: podemos observar que el pico de consumo se encuentra entre las 9h y las 13h, correspondiendo con las horas de más uso de la facultad.

- Consumo anual: tal y como podemos observar en la gráfica, obtenemos un consumo muy regular durante todo el año, exceptuando una gran bajada en agosto cuando la facultad está cerrada.



- Consumo semanal: este consumo se comporta regularmente en los días laborables y se ve ligeramente reducido los fines de semana.





### Diagnóstico

Compararemos los consumos de la facultad con otras dos facultades situadas en la misma zona de Terrassa, utilizaremos los valores más significativos, los consumos por m2 y por usuario.

	Electricidad	
	Cons./m2 (KWh/m2)	Cons./US (KWh/US)
FOOT	29	380
EET	30	258
ETSEIAT	53	372

El consumo por m2 no es alto, pero al compararlo por la cantidad de usuarios, sí que resulta ligeramente más elevado que el resto.

Se observa un consumo fantasma muy elevado, tanto en el gráfico diario como en el semanal. En esta tabla los comparamos con las otras dos facultades de la zona.

	ELECTRICIDAD					
	Diario			Semanal		
	Total(kWh)	Fantasma(kWh)	%	Total(kWh)	Fantasma(kWh)	%
FOOT	57	18	32%	740	450	61%
EET	137	29	21%	1792	653	36%
ETSEIAT	336	99	29%	4838	2592	54%

Vemos como el consumo fantasma diario representa un 32%, el más elevado comparado con las otras dos facultades. Y el consumo fantasma que se produce los fines de semana representa hasta el 61% del consumo que se produce los días laborables, mucho más elevado que el resto.

Analizando que es lo que hace que se produzca un consumo fantasma tan grande encontramos dos motivos principales:

- Sala de servidores: en el caso de esta facultad se encuentra dentro del propio edificio. Climatizada constantemente a 22°C y con 2 deshumidificadores.
- Según la información facilitada por trabajadores del centro, disponen de un gran número de luces que quedan encendidas de forma permanente, 365 días al año, como método de seguridad para evitar que entren a robar al edificio.

Este es el consumo fantasma desglosado según el análisis realizado, los kWh que faltarían suponemos que son aparatos en stand by.

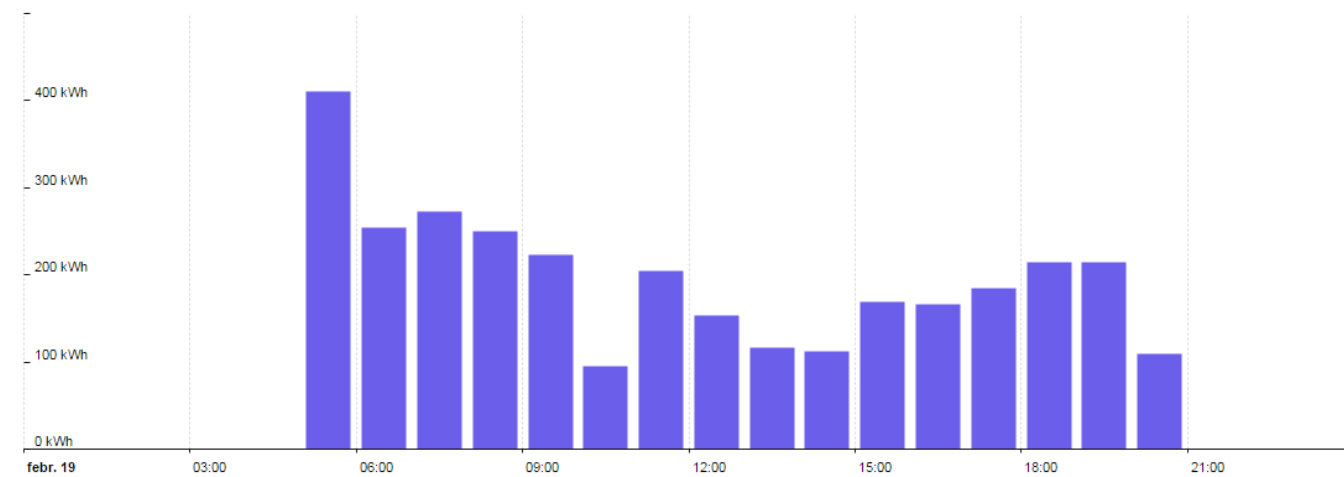
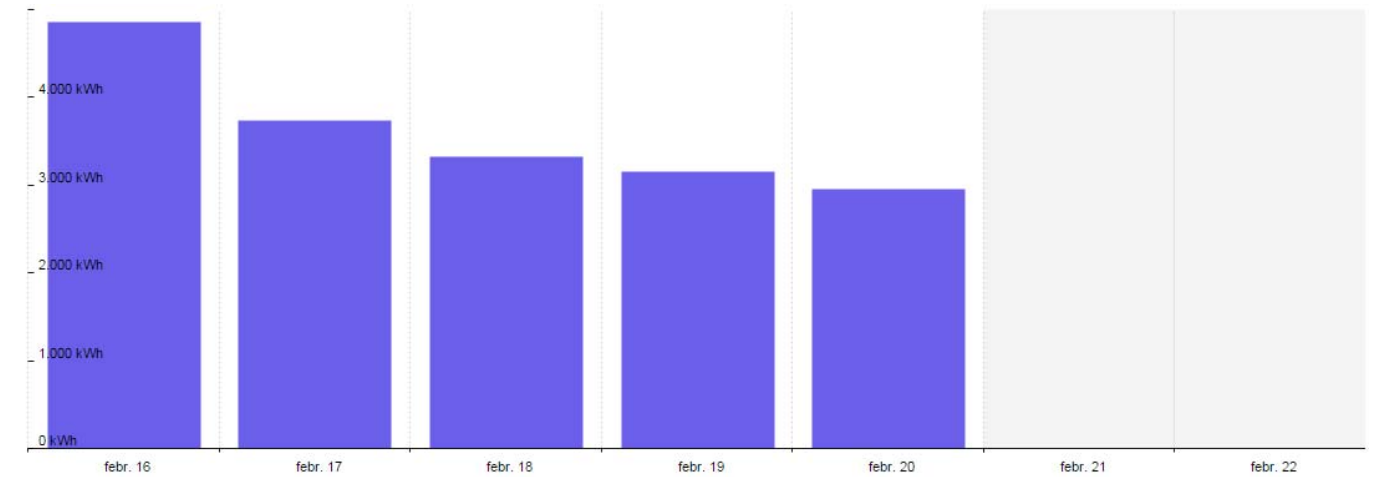
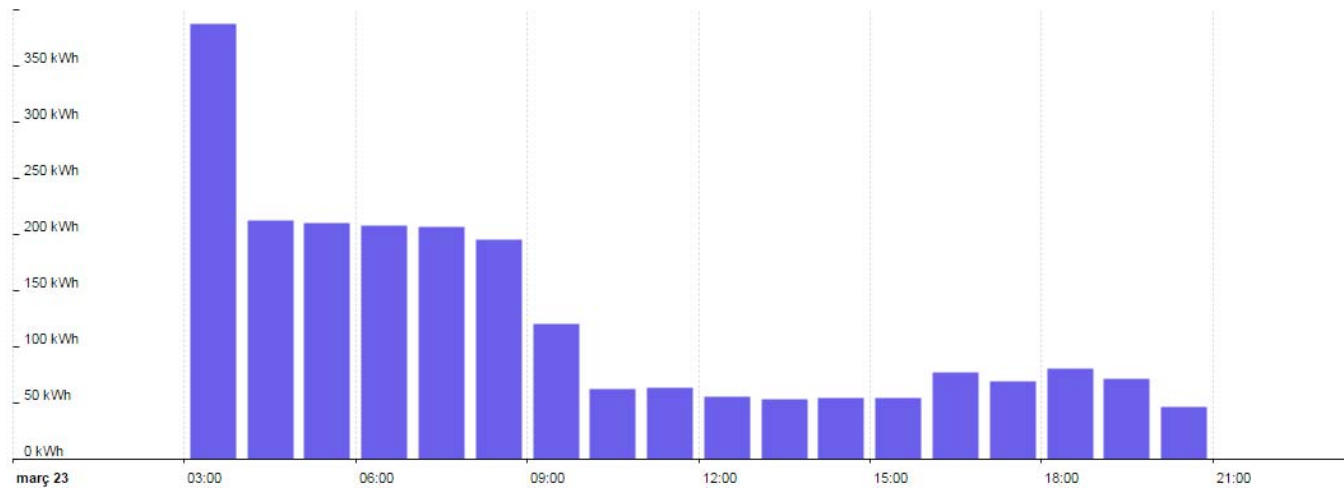
Tipo	Elementos	Pot/ud(W/h)	Total W
Fluorescente 28W	71	58	4.118
Bombilla 18W	36	18	648
Servidores	1	3500	3.500
Deshumidificadores	2	400	800
Split	1	2000	2.000
Vending	6	500	3.000

**14 kWh**

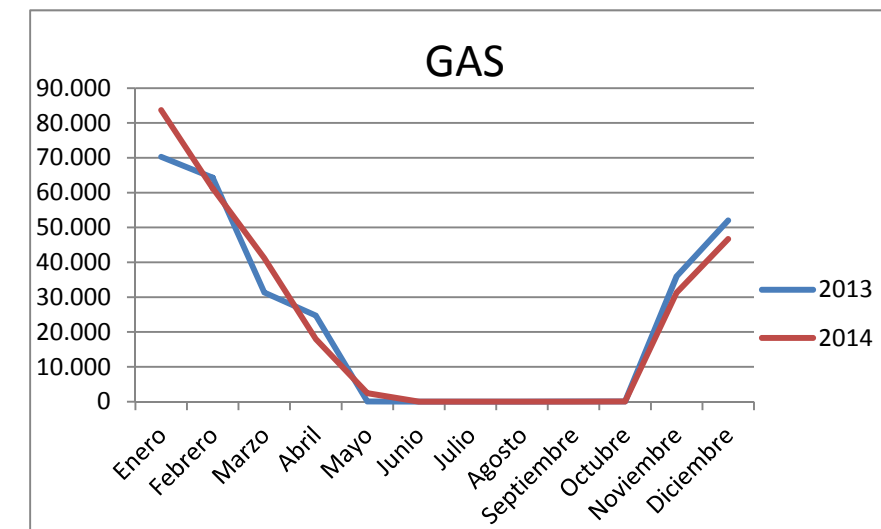
### 3.2. B – Gas

- Consumo diario: los lunes el consumo de gas comienza a las 3 de la mañana, tal como se muestra en el primer gráfico. En el segundo, podemos observar que el consumo se acciona a las 5 de la mañana, que es la hora de encendido de la calefacción el resto de días de la semana. Luego se mantiene regular hasta las 20h que es el fin de las clases en la facultad.

- Consumo semanal: tal y como hemos observado en el gráfico, el consumo de la semana nos muestra que el lunes es el día donde se produce el mayor consumo, ya que el encendido se produce 2 horas antes que el resto de días de la semana, debido a que el fin de semana la facultad ha estado vacía y sin calefactar, por lo que para conseguir la temperatura de confort, se necesita más potencia.



- Consumo anual: el consumo de gas anual tiene una duración de 6 meses, desde Octubre hasta Abril.



### Diagnóstico

Dado que las clases se inician a las 08:00 am cabe analizar si es necesaria que la calefacción sea encendida 3 horas antes los días habituales y 5 horas antes los lunes. Para ello, se recomienda realizar un estudio de la evolución de la temperatura interior de varias aulas o laboratorios en época de frío, ya que, por las fechas de la realización de este TFG, no lo he podido realizar.

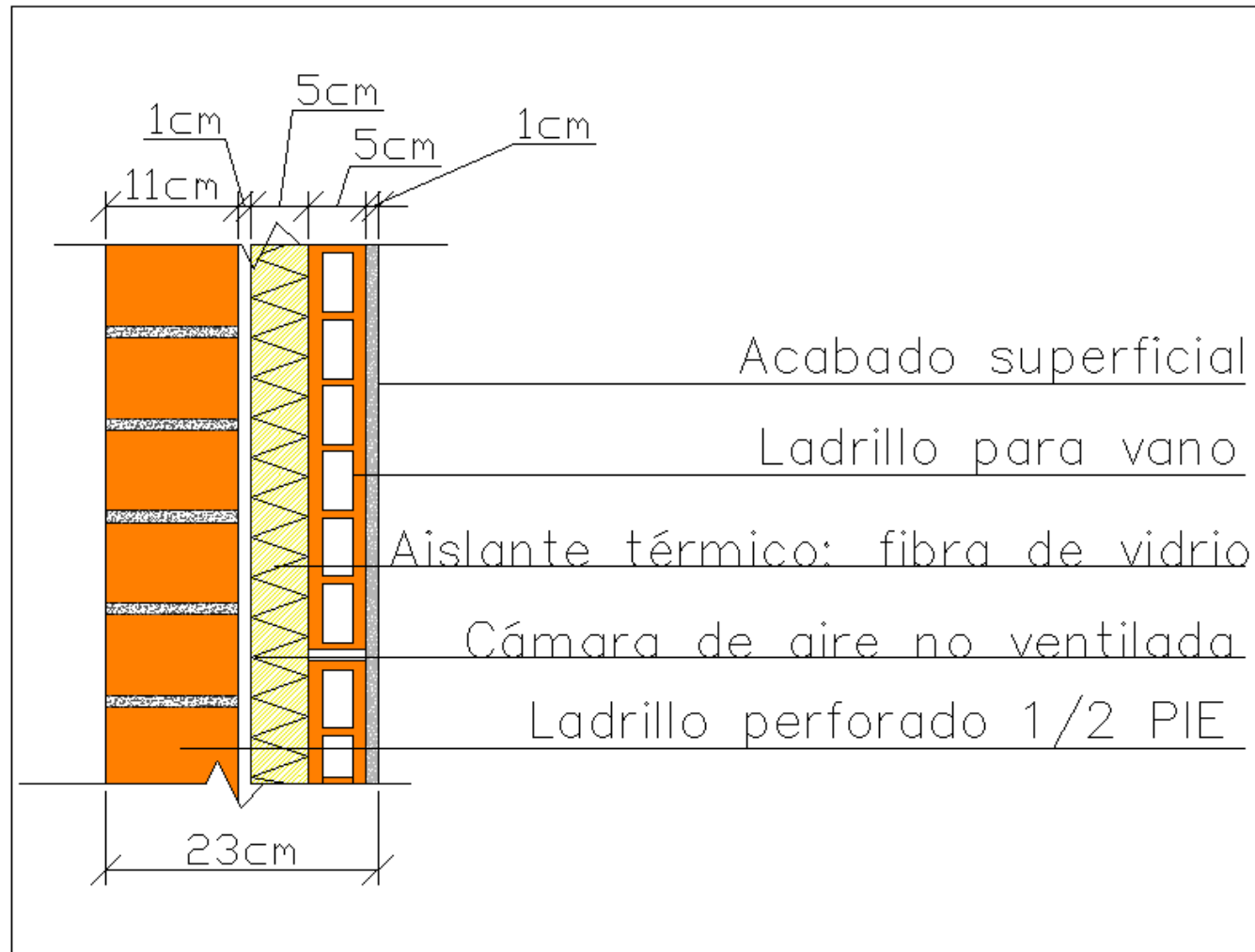


Ilustración 5: Detalle fachada



Ilustración 6: Carpintería exterior

### 3.3 – Envoltente del edificio

Según el estudio realizado in situ y detectado el problema principal en los cerramientos verticales exteriores, se realiza el siguiente análisis.

La fachada (Ilustración 7) según proyecto tiene una  $U = 0,75 \text{ w/m}^2\text{k}$

Comprobación del cálculo:

Fachada				
Leyenda	Espesor	$\lambda$	R ( $\text{m}^2\cdot\text{k}/\text{w}$ )	kg/m <sup>2</sup>
Rse			0,04	
Ladrillo perforado	0,11		0,21	80,00
Cámara de aire	0,01		0,15	0,00
Fibra de vidrio	0,05	0,07	0,71	0,54
Ladrillo	0,05		0,09	54,00
Rsi			0,13	
<b>TOTAL R</b>			<b>1,33</b>	<b>134,54</b>
<b>TOTAL U</b>			<b>0,75</b>	w/m <sup>2</sup> ·k

El cálculo de proyecto es correcto.

La carpintería exterior (Ilustración 8) es metálica con vidrio simple de 6mm y tiene una U de 5,80w/m<sup>2</sup>k.

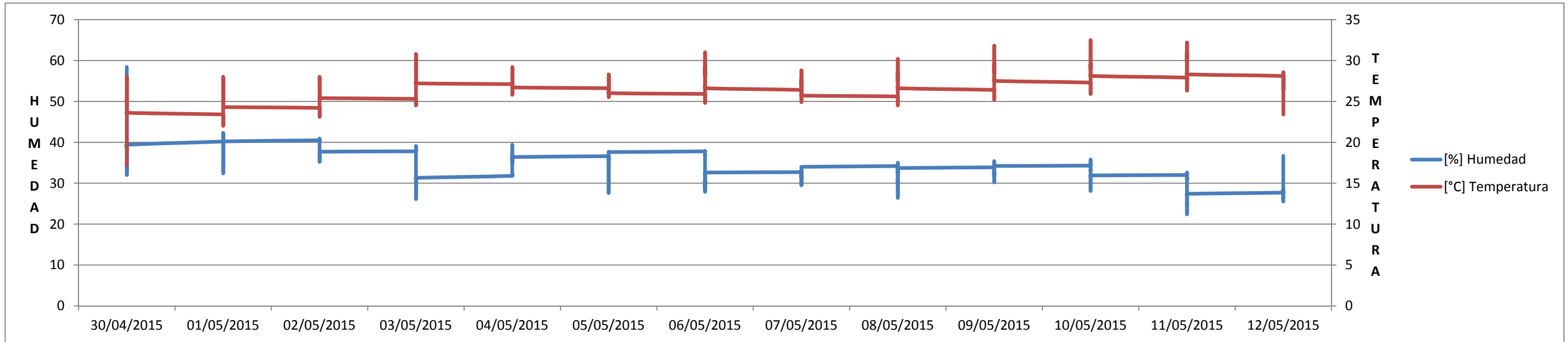
Una transmitancia muy alta si lo comparamos con cualquier carpintería actual.

Transmitancia Térmica de los perfiles según la norma UNE-EN ISO 100077-1:

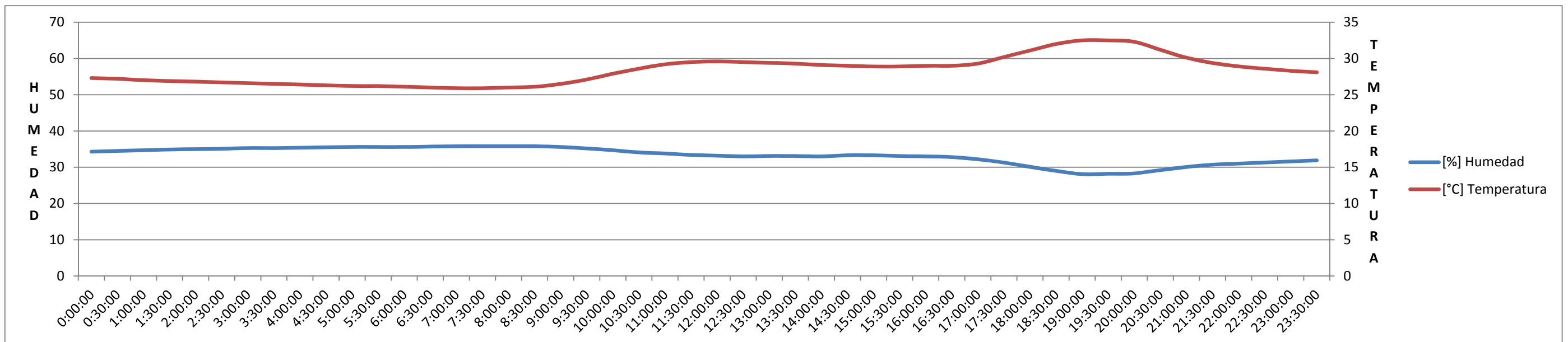
Material del Perfil	Transmitancia Térmica
Metálico	5,7
Metálico RPT (4mm < d < 12mm)	4
Metálico RPT > 12mm	3,2
Madera Dura (p=700 Kg/m <sup>3</sup> y 60mm de espesor)	2,2
Madera Blanda (p=500 Kg/m <sup>3</sup> y 60mm de espesor)	2
Perfiles huecos de PVC (2 cámaras)	2,2
Perfiles huecos de PVC (3 cámaras)	1,8

Conocido el mal resultado de la envolvente y según la queja del calor excesivo recibida en la fachada oeste, se procede a realizar un estudio de ésta. Colocando un termohigrómetro en el laboratorio de instrumentos (337) del 30/04/2015 al 12/05/2015.

Éstos son los resultados durante el intervalo:



Estos son los resultados del día 10/05/2015.



Podemos observar temperaturas máximas de hasta 32°C en época primaveral, siendo éste un resultado asombroso, ya que son temperaturas muy altas para un espacio interior. Es una temperatura muy constante y sin variaciones con una punta máxima situada entre las 18h y las 21h.



### 3.4 – Instalación calefacción

La instalación de calefacción está dividida en 3 circuitos: norte, sur y centro. En la planta 0 y 1 tenemos los 3 circuitos, en la planta 2 y 3 solo el norte y sur dado que en el centro se ubican los patios. Estos circuitos son regulados en función de la temperatura de las sondas ubicadas en diferentes espacios. En un edificio tan grande es una generalización tener tan solo 3 circuitos diferentes con tantas variaciones de pisos y fachadas.

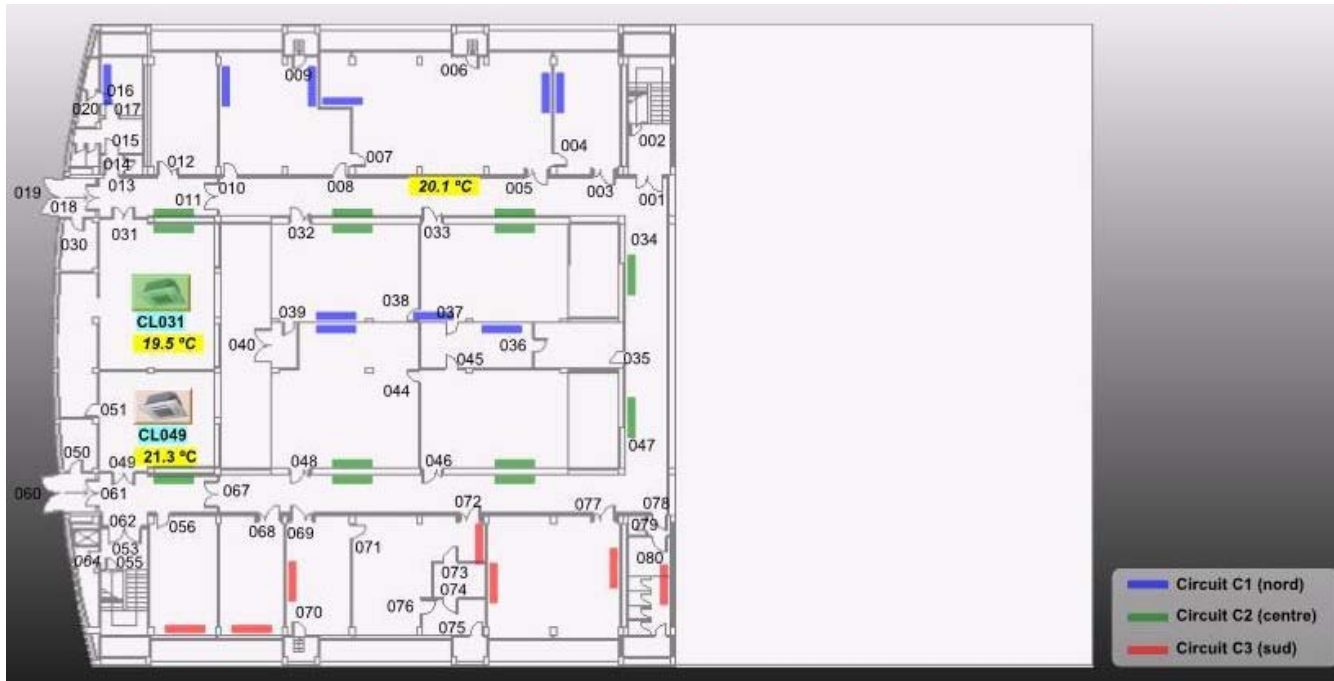


Ilustración 10: Circuito calefacción P0

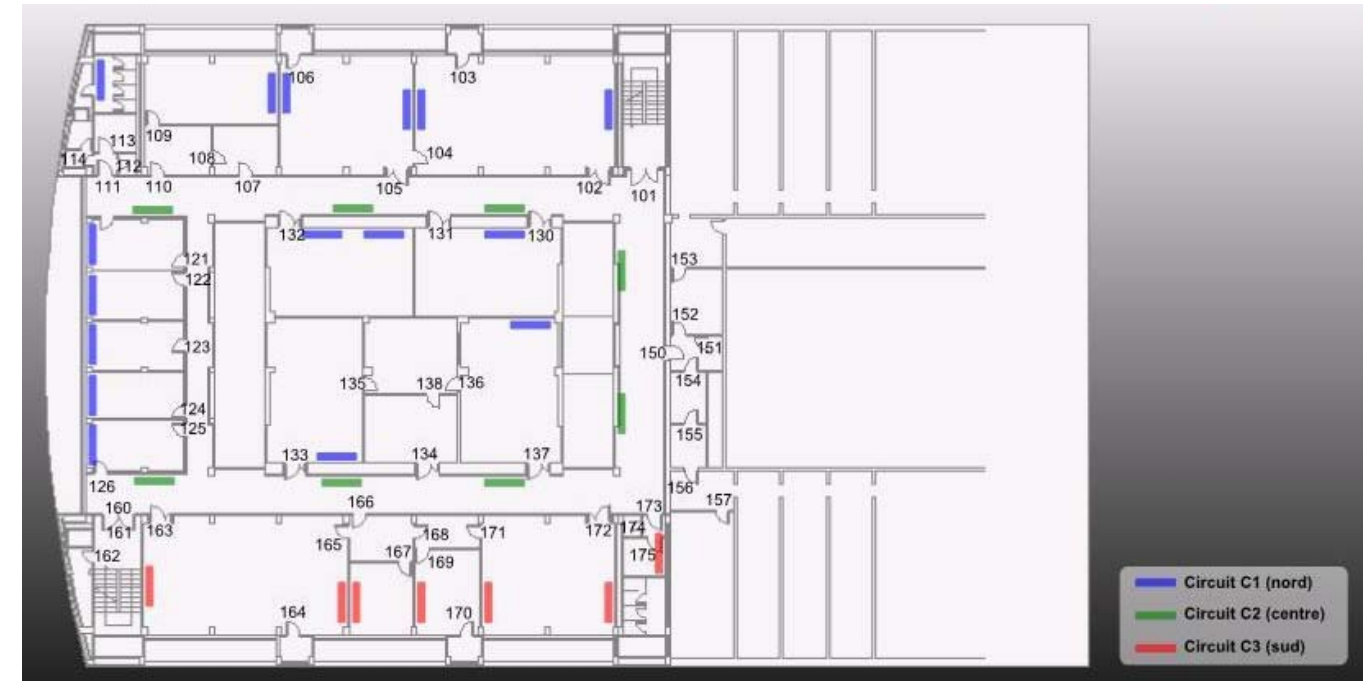


Ilustración 9: Circuito calefacción P1

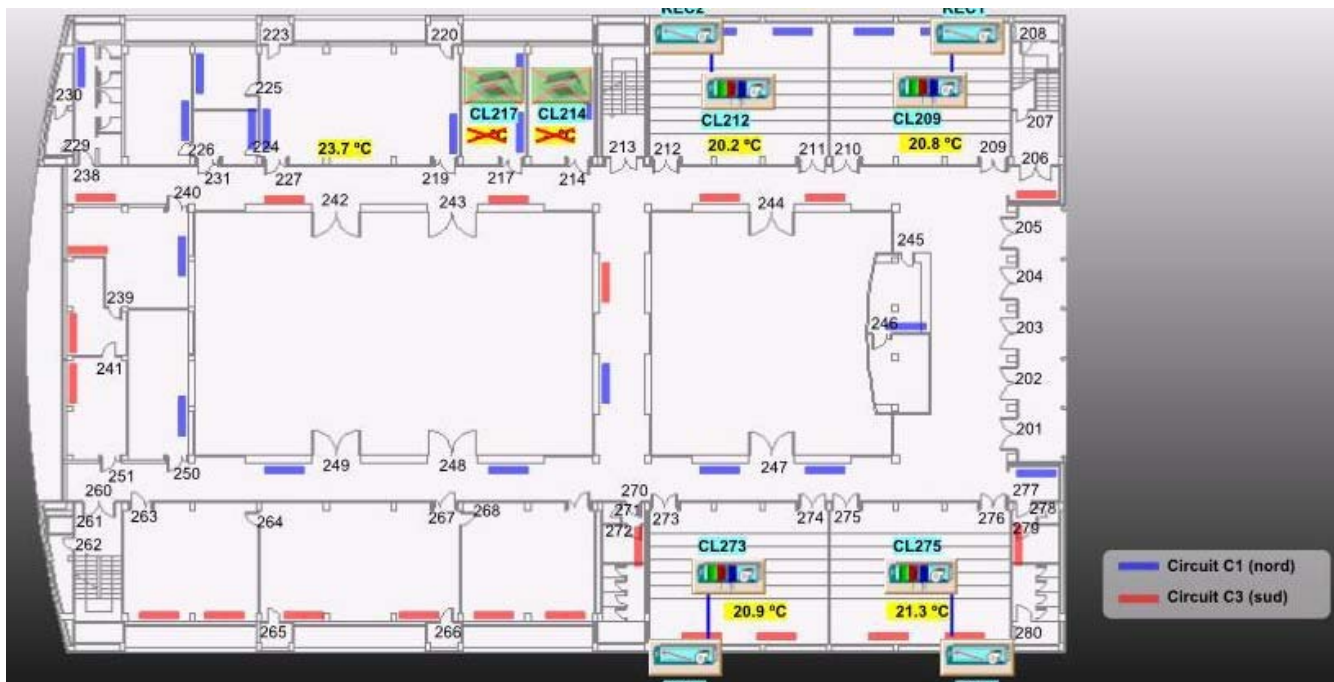


Ilustración 8: Circuito calefacción P2

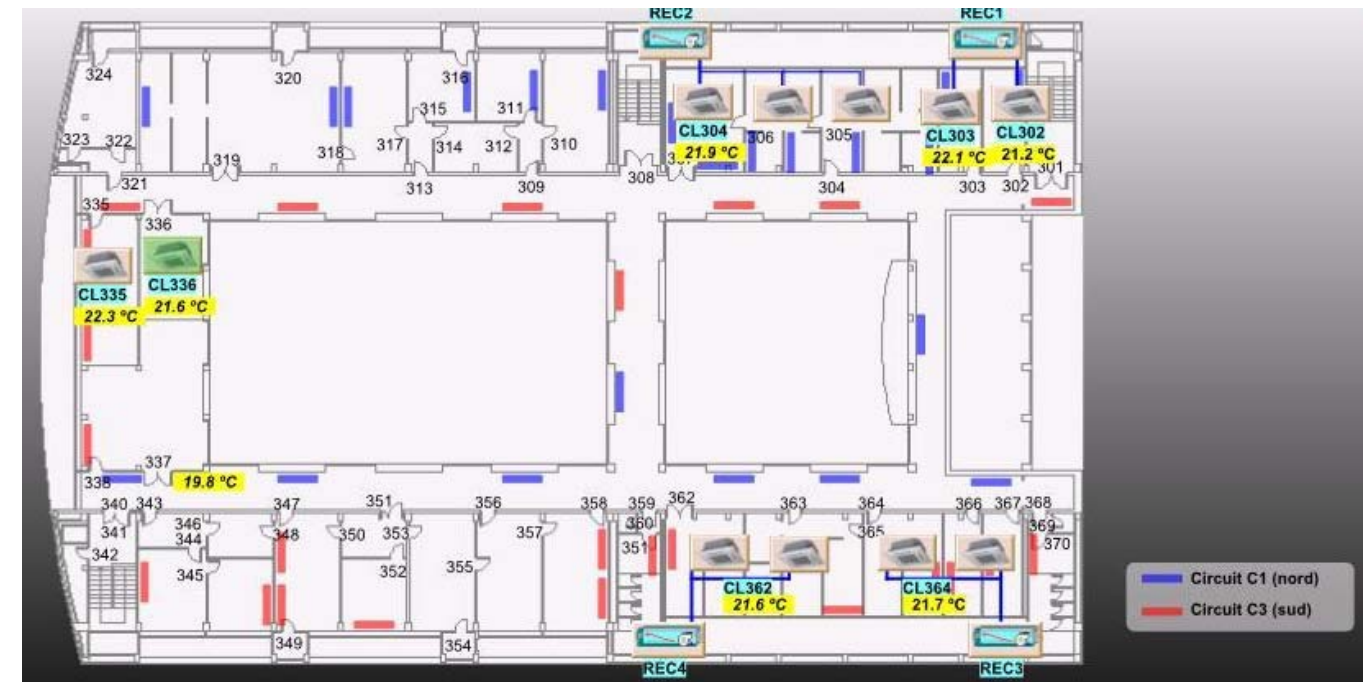


Ilustración 7: Circuito calefacción P3

### 3.5 – Instalación lumínica

A partir de la iluminación natural y artificial de la que dispone el edificio actualmente y después de realizar mediciones in situ con un luxómetro, nos encontramos con un exceso de luz en los dos tipos de aulas de la facultad, ya que el resto son laboratorios. [Tabla 3](#)

Este exceso de luz es apreciado a simple vista.

Hay que tener en cuenta que la mayoría de aulas y laboratorios no cuentan con iluminación natural, dado que el edificio dispone de dos galerías de servicios colocadas tanto en el lado norte como el sur. Además, debido al tipo de estudios impartidos, muchos de los laboratorios necesitan a veces, estar completamente a oscuras.

La cantidad lumínica necesaria en aulas de estudio es de 350 luxes:

- Aula tipo grande (2.1/2.2/2.3/2.4) ([Ilustración 13](#)): situada en P2, sin iluminación exterior, cuenta con 4 filas de 4 luminarias dobles de fluorescentes de 58W, más una fila de 4 simples de 36W para la pizarra. El plano de trabajo en esta aula varía, ya que está escalonada. El plano mínimo está a 1,70m y el plano máximo a 2,40m, de ahí las variaciones de los resultados, eso sí, siendo siempre superiores a los 350 luxes recomendados.
- Aula (1.1/1.2): situada en la PB, sin iluminación exterior, cuenta con 3 filas de 3 luminarias dobles de fluorescentes de 58W, más una fila de 3 simples de 36W.

Aula tipo grande		Aula 1,1/1,2	
Resultado 1	420	Resultado 1	700
Resultado 2	490	Resultado 2	720
Resultado 3	570	Resultado 3	715
Resultado 4	418	Resultado 4	684
Resultado 5	495	Resultado 5	645
Resultado 6	567	Resultado 6	677
Promedio	<b>493</b>	Promedio	<b>690</b>

Tabla 1: Resultados luxómetro

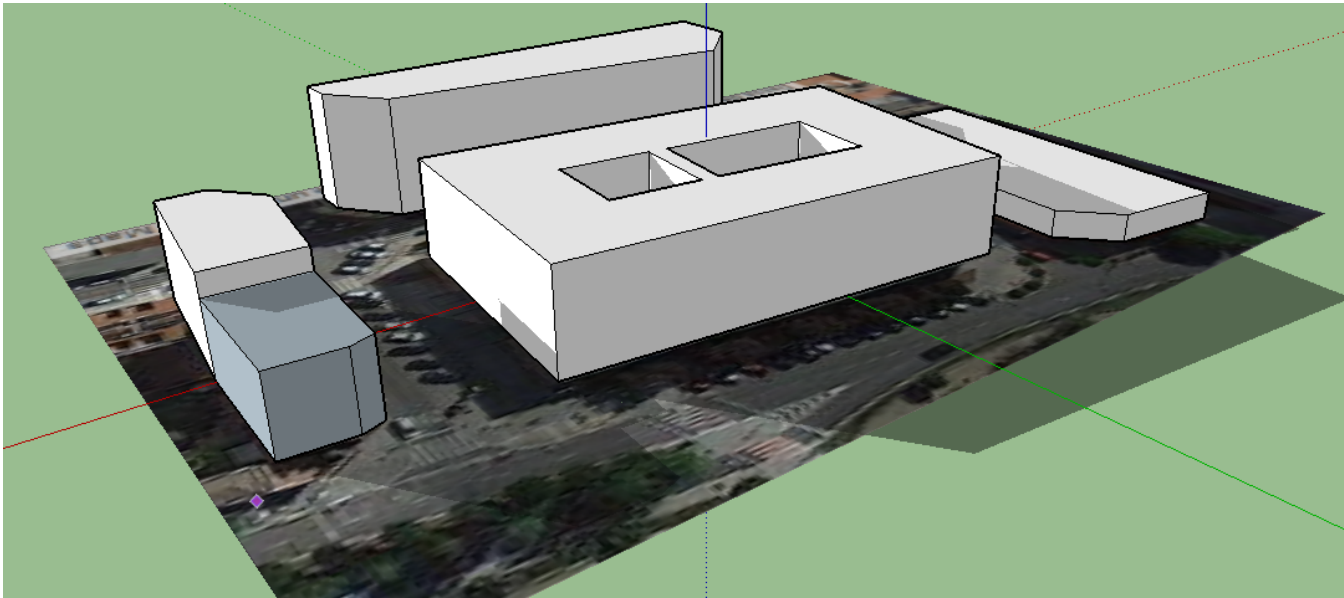


Ilustración 11: Iluminación aula tipo grande

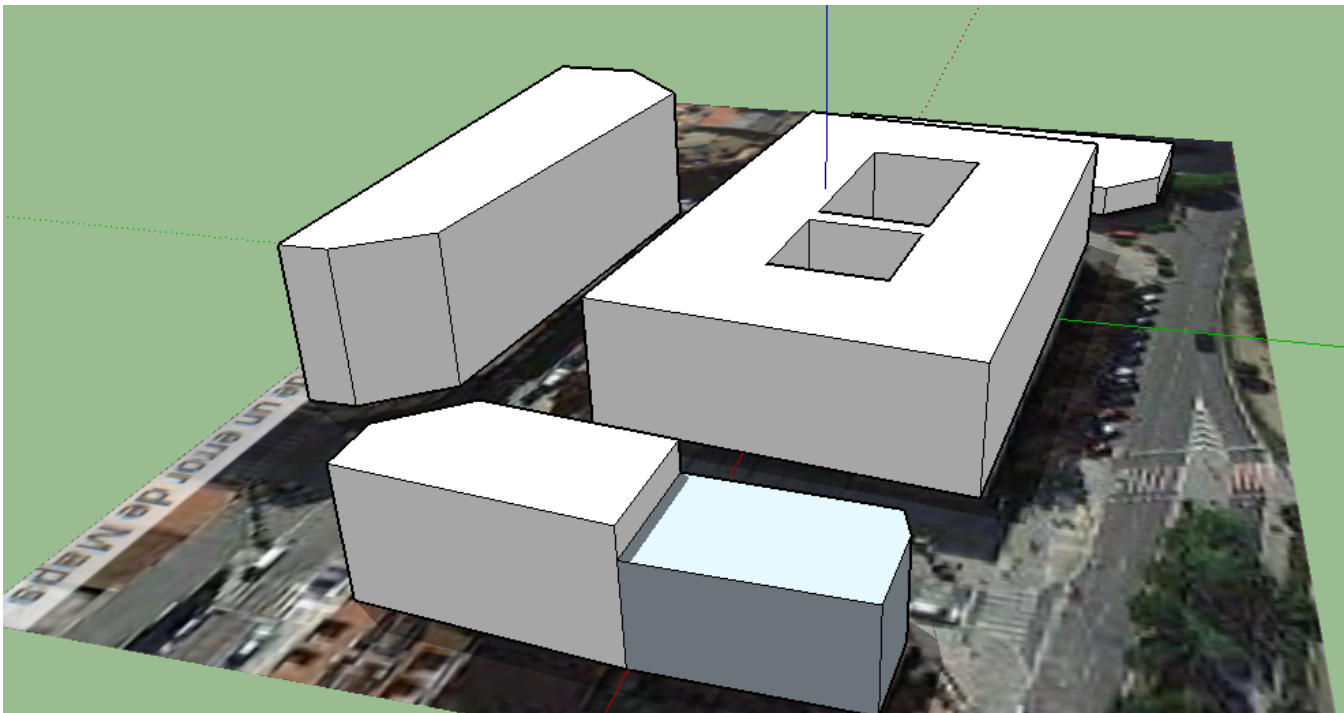


A continuación podemos ver las sombras que genera el edificio gracias al programa Sketchup. Pondré varias situaciones de ejemplo:

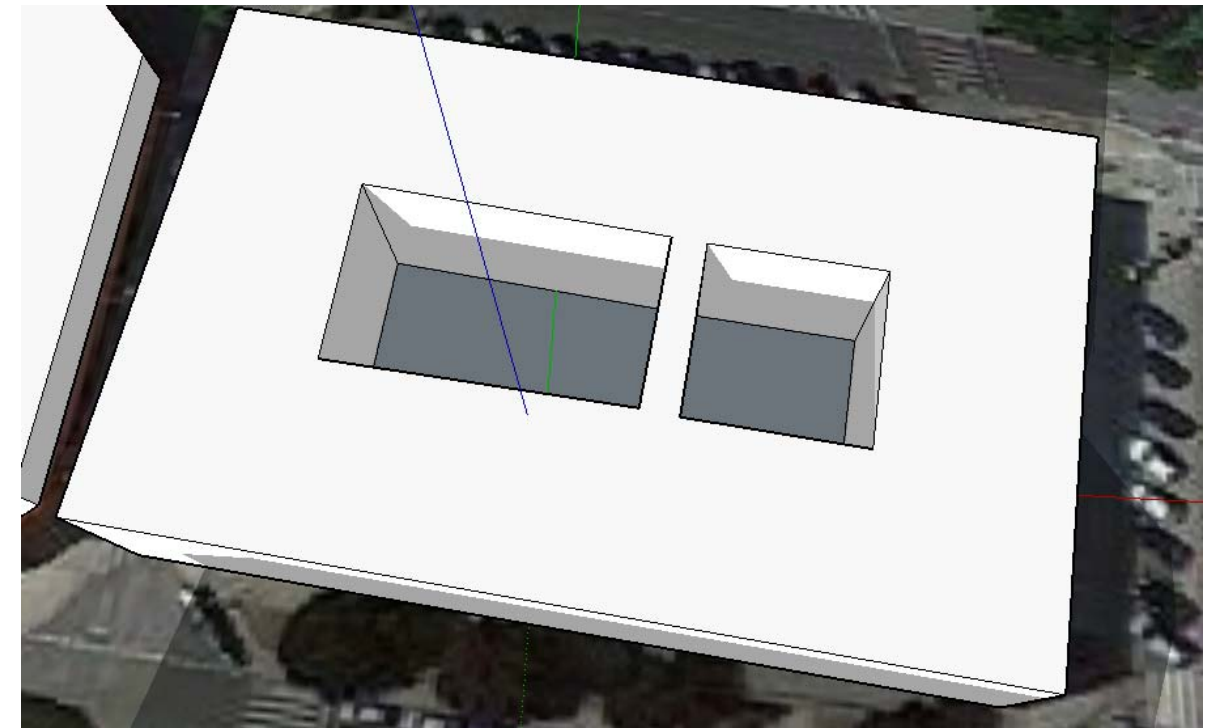
- Diciembre: El edificio de la cara sur genera sombra en nuestra fachada a todas horas del día. En cambio, los edificios al norte y oeste, no generan prácticamente sombra alguna.



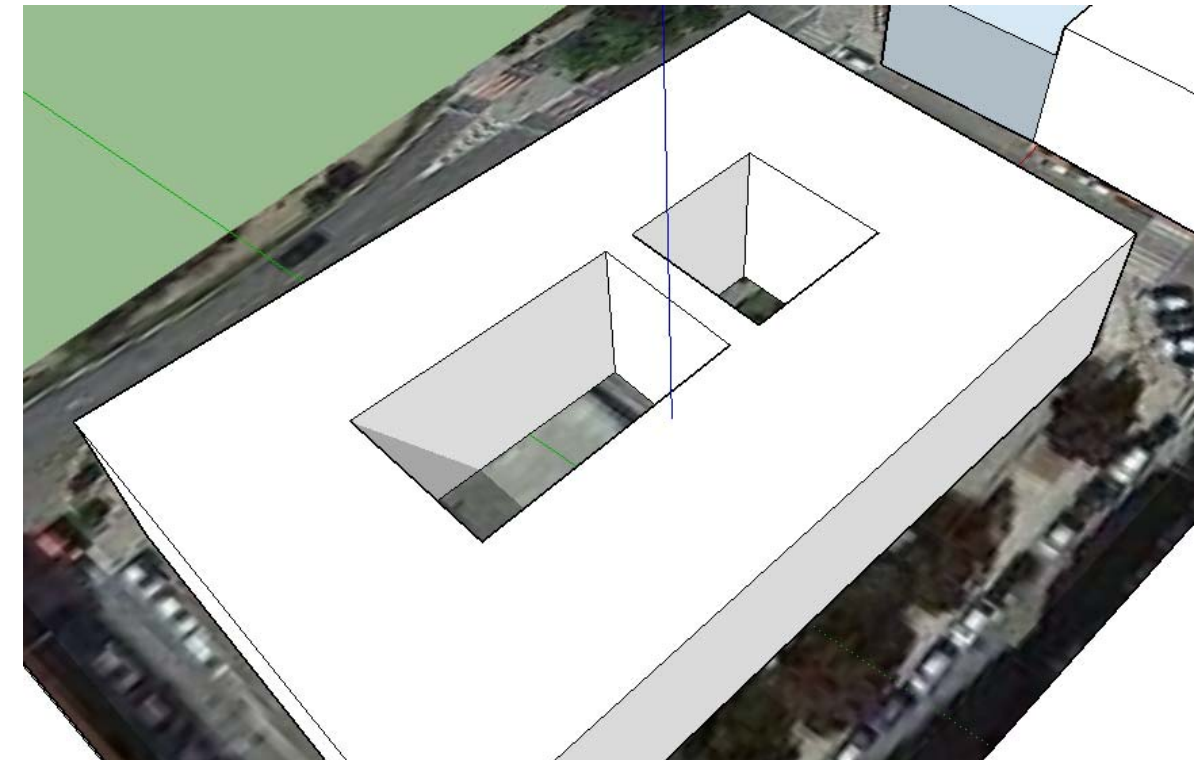
- Junio: Las sombras recibidas son indiferentes, no influyen prácticamente en ninguna fachada y si lo hacen es cuestión de minutos.



- Patios interiores en Diciembre: prácticamente están a la sombra las 24h, únicamente las dos fachadas Sur reciben radiación solar unas pocas horas y sólo en la planta más alta.



- Patios interiores en Junio: todas las fachadas excepto las nortes, reciben una gran cantidad de radiación solar a lo largo del día.



### 3.6 – Ocupación

Después de realizar varias visitas y de analizar los horarios de la facultad obtenemos las siguientes conclusiones:

- Hay laboratorios y aulas cuyo uso es reducido, tan sólo 10 horas o menos a la semana y en momentos puntuales, únicamente en horario de mañana o de tarde. Éstos son algunos ejemplos:
  - Lab. Tecn. Óptica (0.05)
  - Lab. Microbiología (1.72)
  - Aula Informática 2 (1.34)
  - Lab. Óptica (0.46)
  - Aula Nova (3.1)
  - Aula 2.4 (2.73)
  - Aula 2.1 (2.11)
  
- El resto de aulas y laboratorios tienen clase regularmente durante toda la semana y en un amplio rango horario.
  
- Muchos de los despachos de profesores están calefactados constantemente y acuden únicamente una tarde a la semana.
  
- En general, durante las visitas realizadas, la sensación que da la facultad es de poco uso y sin aglomeraciones de alumnos.

### 3.7 – Gestión y mantenimiento

Entrevista realizada a Gemma Santularia (Servicio de Obras y Mantenimiento de la UPC).

CALEFACCION	
Rutina de encendido y apagado de la calefacción.	EXISTE UN SISTEMA DE BMS PARA CONTROL DE INSTALACIONES
Temperatura consigna invierno.	21°
¿Cuándo y quién realiza el mantenimiento de las instalaciones?	EMPRESA AUTORIZADA, MH INDUSTRIAS
¿Quién repara las averías?	EMPRESA AUTORIZADA, MH INDUSTRIAS

REFRIGERACION	
Rutina de encendido y apagado de la climatización.	EXISTE UN SISTEMA DE BMS PARA CONTROL DE INSTALACIONES
Temperatura consigna verano	26°
¿Cuándo y quién realiza el mantenimiento de las instalaciones?	EMPRESA AUTORIZADA, SECE
¿Quién repara las averías?	EMPRESA AUTORIZADA, SECE

ILUMINACION	
Rutina de encendido de luces:	
en espacios comunes	LO REALIZA CONSERJERIA O LOS USUARIOS
en las aulas y laboratorios	LO REALIZA CONSERJERIA O LOS USUARIOS
en despachos	LO REALIZA CONSERJERIA O LOS USUARIOS
¿Consideráis realizar ampliación o reducción de la iluminación actual?	NO

USO	
¿Dónde crees que están los principales problemas energéticos de la facultad?	UNO DE LOS PRINCIPALES PROBLEMAS ES LA FALTA DE AISLAMIENTO POR PARTE DE LA CARPINTERIA EXTERIOR
¿Cómo crees que se podrían solucionar estos?	CAMBIO EN LA CARPINTERIA EXTERIOR POR UNA CON ROTURA DE PUENTE TÉRMICO Y DOBLE CRISTAL CON CÁMARA.

## Capítulo 4 – Líneas de actuación

### 4.1 – Envoltente: Protección solares

Uno de los problemas es el exceso de calor que se produce en la fachada oeste, tal y como nos ha mostrado el termohigrómetro colocado durante 2 semanas. El problema es que las carpinterías son muy deficientes y no aíslan nada, es más, producen un efecto lupa que incrementa exponencialmente el calor que se produce en el interior.

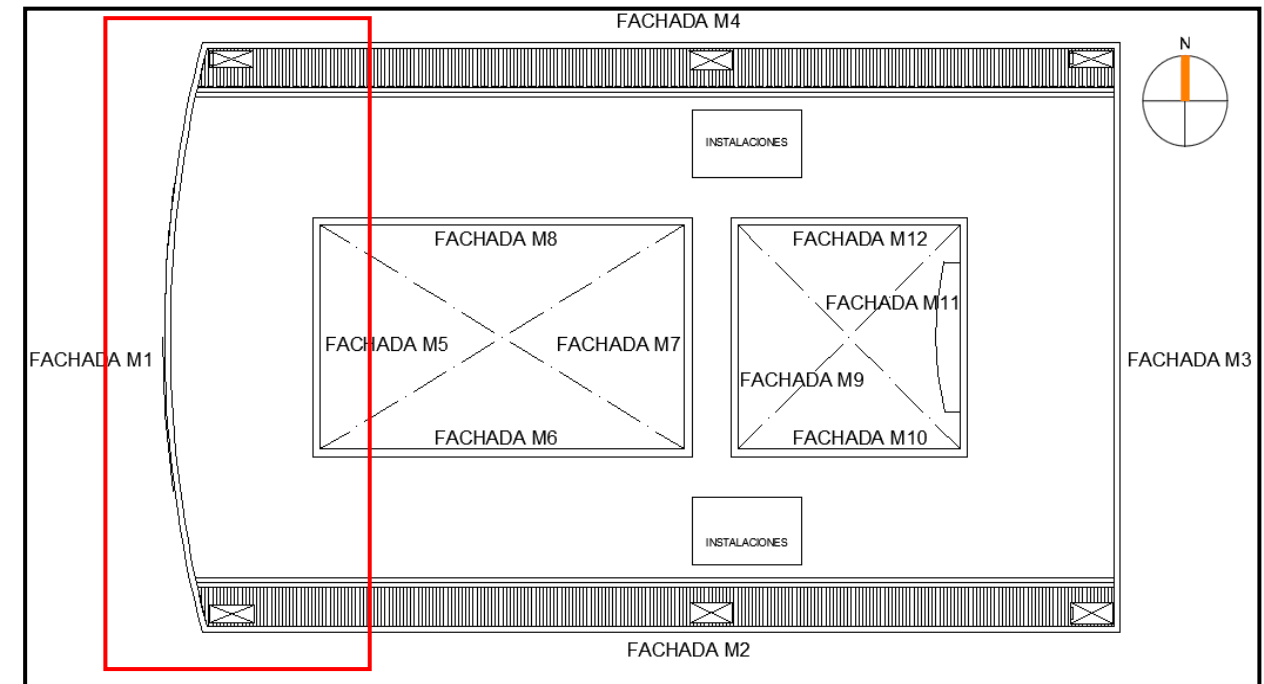
Además, no solo se produce radiación solar en la fachada oeste (M1) a partir del mediodía, sino que esta zona, desde primera hora de la mañana está recibiendo sol por la fachada M5, lo que implica que todo el día hayan de estar con la refrigeración encendida.



Ilustración 12: Fachada M1



Ilustración 13: Fachada M5



En el interior, aun disponiendo de cortinas, no frena prácticamente nada la radiación solar.

Lo ideal sería cambiar la carpintería por una más actual, es decir, con doble vidrio y perfiles de pvc con rotura de puente térmico, pero el coste es muy alto, aproximadamente de 80.000€.

Por ello, propongo colocar protecciones solares tanto en la fachada M1 (Ilustración 14) como en la M5 (Ilustración 15).



Las protecciones solares elegidas consisten en screens verticales con guías, esta medida es la más adecuada debido al tipo de sol incidente de Este y Oeste, un sol muy horizontal.

Estos toldos serán instalados por la empresa Toldos Esplugues (<http://www.t-esplugues.com/site/>), con la que la UPC ya ha colaborado anteriormente en proyectos similares obteniendo muy buenos resultados.



Necesitamos 6 toldos motorizados de 2,70m de ancho para la fachada interior (M5) y 21 toldos de accionamiento manual de 3m de ancho para la fachada exterior (M1)

El presupuesto que nos ha hecho llegar dicha empresa es el siguiente:

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO UD.	SUBTOTAL	% DESCUENTO	TOTAL
Fabricación, suministro e instalación de toldo vertical con deslizamiento por guías Vertiroll. Lacado color habitual BLANCO. Tejido Soltis de Ferrari Ref. por elegir. Tejido técnico de fibra de poliéster pretensado recubierto de PVC microaireado ignifugo M-1. Accionamiento con motores SOMFY ALTUS RTS Mando Radio. Medidas: 270 cm. línea x 200 cm. altura.	6	1.636,00	9.816,00	20,00 %	7.852,80
CON ACCIONAMIENTO MANUAL: 300 cm. x 200 cm.	21	983,00	20.643,00	20,00 %	16.514,40
<b>PORTES</b>			<b>BASE</b>	<b>I.V.A. 21%</b>	
			24.367,20		5.117,11
<b>TOTAL €</b>			<b>29.484,31</b>		

Dado que es un coste elevado, propondremos hacerlo mediante fases. La primera fase se iniciará al finalizar el segundo año, que es cuando tendremos el ahorro suficiente para comenzar.

- A los 2 años: P3 fachada interior. 4750,95€
- A los 4 años: P2 fachada interior. 4750,95€
- A los 6 años: P3 fachada exterior. 6660,81€
- A los 8 años: P2 fachada exterior. 6660,81€
- A los 10 años: P1 fachada exterior. 6660,81€

Una vez realizada la instalación de la totalidad de los toldos, se consigue la siguiente reducción teórica gracias al análisis realizado con el programa CEX.

RESULTADOS	Medidas mejora	Caso base	Ahorro
Demanda de calefacción	75.0 F	75.0 F	0.1 %
Demanda de refrigeración	9.3 D	15.1 E	38.1 %
Emissiones de calefacción	19.8 E	19.8 E	0.1 %
Emissiones de refrigeración	5.7 E	9.2 F	38.1 %
Emissiones de ACS	0.1 G	0.1 G	0.0 %
Emissiones de iluminación	28.9 B	28.9 B	0.0 %
EMISIONES GLOBALES	61.5 C	65.0 C	5.4 %

Es una reducción del consumo de refrigeración de un 38%.

Antes		Después	
Consumo anual kWh	Consumo anual €	Consumo anual kWh	Consumo anual €
96154	14.903,87 €	59615	9.240,40 €

**5.663,47 € de ahorro anual**

Esta medida no resulta económica, pero la solución de sustituir la carpintería y las modificaciones que conlleva resulta mucho más de costosa. Por eso, creo que ésta es la medida más factible.



#### 4.2 – Envoltente: Carpintería

El problema de la carpintería es un mal endémico en este edificio, ya que son muy poco eficientes debido al material utilizado en los perfiles y a que están compuestas de un vidrio simple. Cualquier carpintería de hoy en día, mejoraría mucho el aislamiento del edificio, pero como es una medida muy costosa no vamos a entrar a valorarla.

De lo poco que hemos podido estudiar este edificio en condiciones de frío debido a la época en que se ha realizado este proyecto, sí conocemos por parte de los usuarios, que por los pasillos y zonas comunes de la P2, que es la planta calle con acceso a los patios, se producen grandes corrientes de aire frío.

Como se puede apreciar en las [Ilustraciones 17-18-19-20](#), el aislante de las juntas de estanqueidad es inexistente, nunca se ha realizado tal mantenimiento ni se ha sustituido.



Ilustración 14: Defectos juntas carpintería



Ilustración 17: Defectos juntas carpintería



Ilustración 16: Defectos juntas carpintería



Ilustración 15: Defectos juntas carpintería

Este defecto que está presente en las 6 puertas de acceso a los patios interiores de la P2, sería el foco en donde realizar el mantenimiento.

El producto elegido para solucionar este problema es un burlete de caucho adhesivo de 9mm de espesor. Sus características principales son las siguientes:

- Resistente a la intemperie, a los rayos UV y al ozono
- Caucho autoadhesivo de larga duración
- Duración 8 años
- Limpio y fácil de colocar
- Resistente a temperaturas de -50°C hasta +60°C

Se presentan en envases de 6m de largo. Nuestras puertas miden 2,5m de alto por 3 de ancho, y como tenemos 6 necesitamos 48 metros lineales de producto, es decir, 8 cajas.

Cada caja está a un precio aproximado de 10€, inversión total **80€** (<http://www.tesatape.es/consumo/tesamoll>)



La instalación de este producto es rápida y sencilla, por lo que la puede realizar el propio servicio de mantenimiento de la universidad.

Esta medida no produce un ahorro directo en el consumo, debido a que en los espacios comunes no existen sondas de temperatura, pero por otro lado, mejoramos muy notablemente el confort en época de frío en los pasillos de la planta 2.



### 4.3 – Instalaciones: Iluminación

Después de conocer el exceso de luz en las aulas vamos a utilizar el software Dialux para conocer la instalación óptima para estos espacios y, posteriormente, adaptar ese resultado a la instalación existente para así conseguir reducir el consumo sin perder en confort lumínico y sin un gasto inicial.

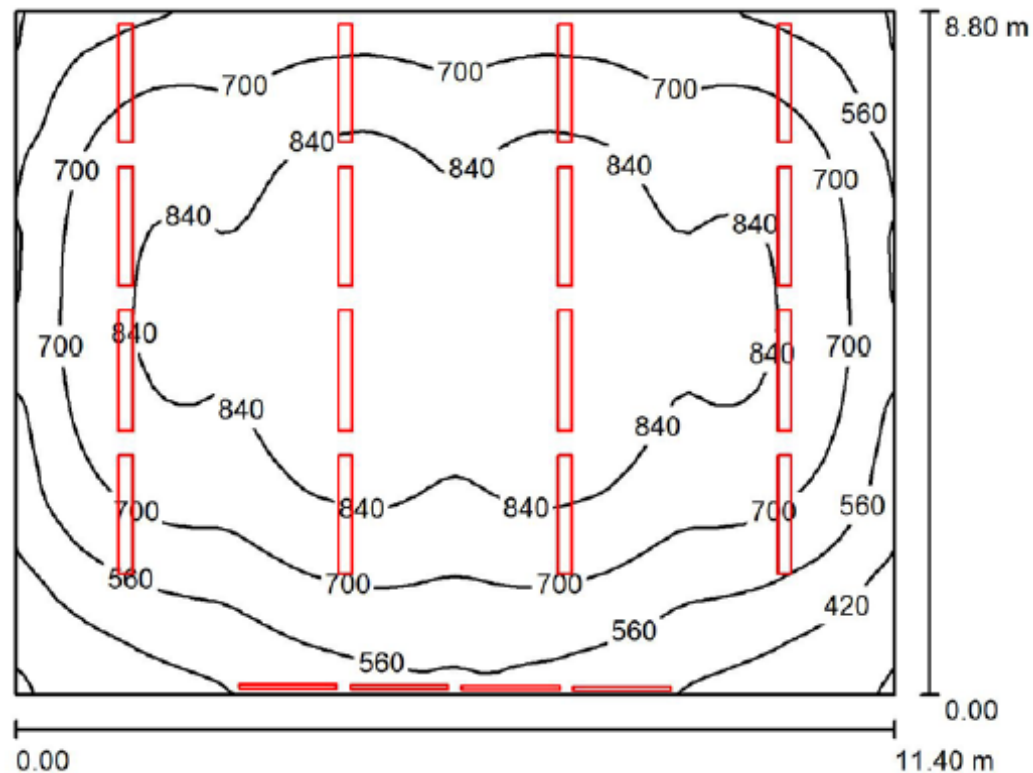
#### 4.3. A - Aula tipo grande (2.1/2.2/2.3/2.4)

Debido a que esta aula está escalonada, tomaremos como plano útil el punto más desfavorable, es decir, la zona baja del aula que es la de mayor altura. En el cálculo de Dialux, los resultados son un 20% más alto que las medidas realizadas in situ, así que en la propuesta que hagamos, tomaremos valores superiores para compensar la variación.

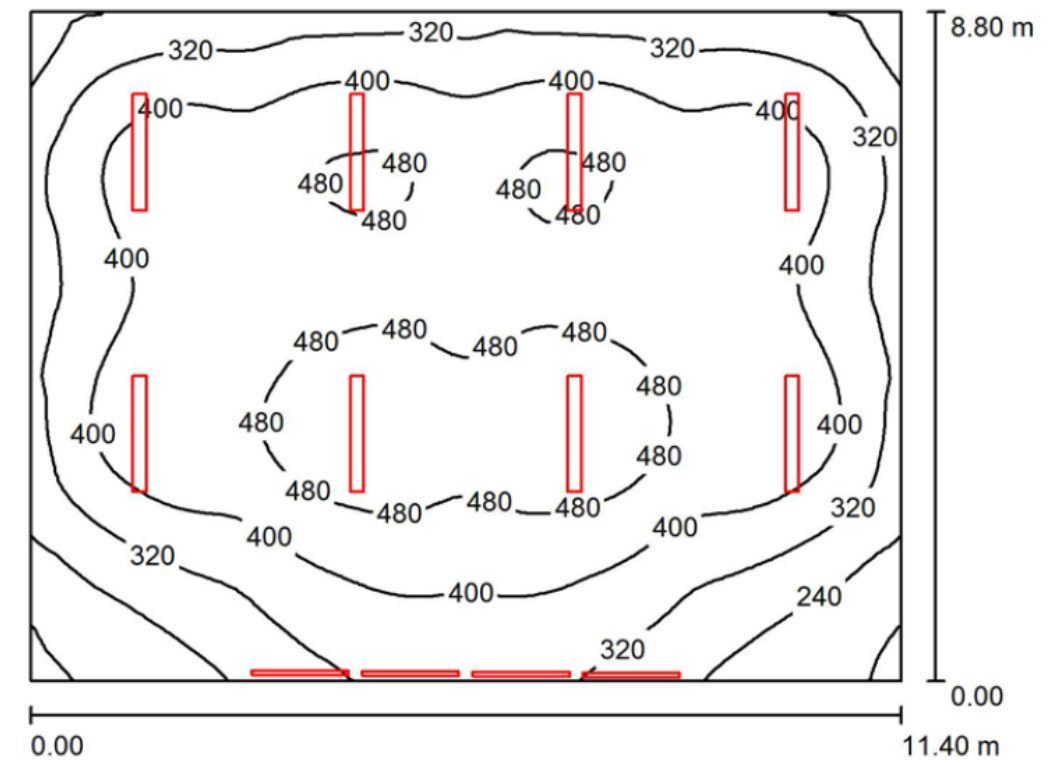
El sumatorio semanal de horas de las 4 aulas es de 61: el cálculo aproximado es de 41 semanas anuales, lo que supone un uso de 2501 horas anuales. Precio medio kWh España: 0,15€.

Instalación actual	Potencia	Consumo anual	Propuesta Intervención	Potencia	Consumo anual	Ahorro (kWh)	Ahorro (€ anuales)
32 fluorescentes 58W + (4 x 36W)	2000W	5002 kWh	24 fluorescentes 58W + (4 x 36W)	1536W	3842 kWh	1160 kWh	<b>174,07 €</b>

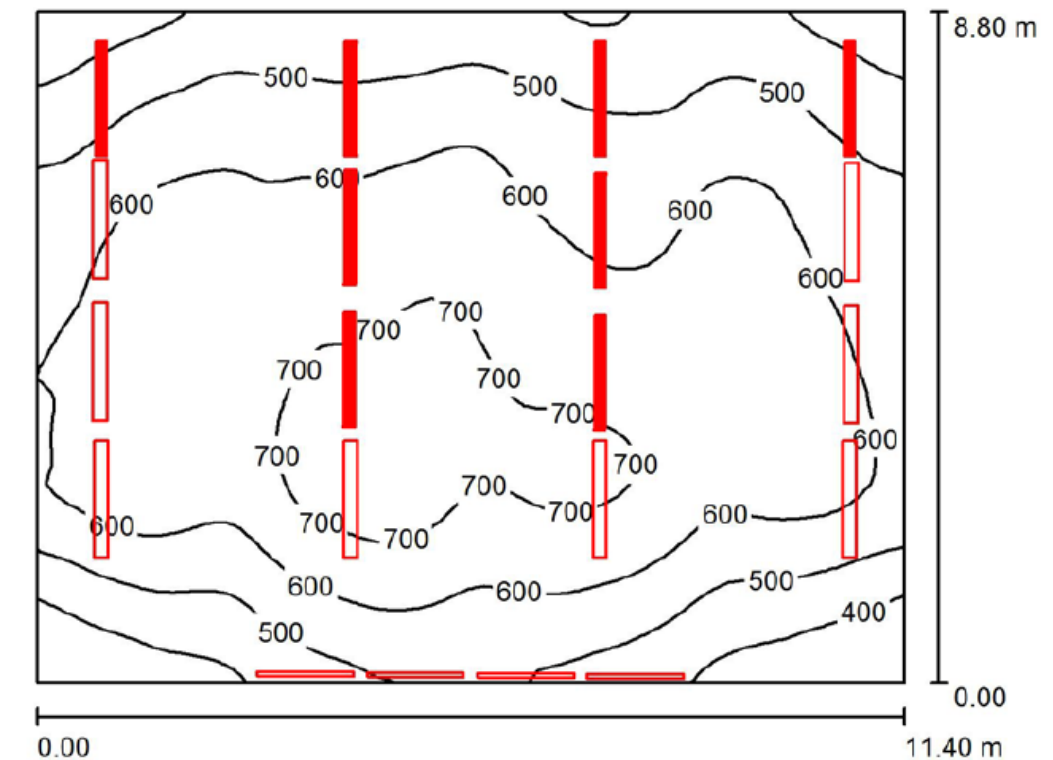
- Cálculo instalación actual:



- Cálculo propuesta Dialux:



- Propuesta intervención: teniendo en cuenta que la zona baja del aula tiene una mayor altura a las luces que la zona alta (1,70m vs 2,40m), queda el aula de la siguiente manera. Las luces marcadas en rojo pasan a tener solo un fluorescente, el resto se mantiene igual.



4.3. B - Aula pequeña (1.1/1.2)

En el cálculo de Dialux, los resultados son un 20% más alto que las medidas realizadas in situ, así que en la propuesta que hagamos, tomaremos valores superiores para compensar la variación. Esta aula es de altura constante y uniforme, por ello la distribución será más sencilla.

El sumatorio semanal de horas de las 2 aulas es de 30: el cálculo aproximado es de 41 semanas anuales, lo que supone un uso de 1230 horas anuales. Precio medio kWh España: 0,15€.

Instalación actual	Potencia	Consumo anual	Propuesta Intervención	Potencia	Consumo anual	Ahorro (kWh)	Ahorro (€ anuales)
18 fluorescentes 58W + (3 x 36W)	1152W	1417 kWh	9 fluorescentes 58W + (3 x 36W)	630W	775 kWh	642 kWh	<b>96,31 €</b>

- Propuesta Intervención: Anular un el 50% de los fluorescentes del aula excepto la línea de la pizarra.

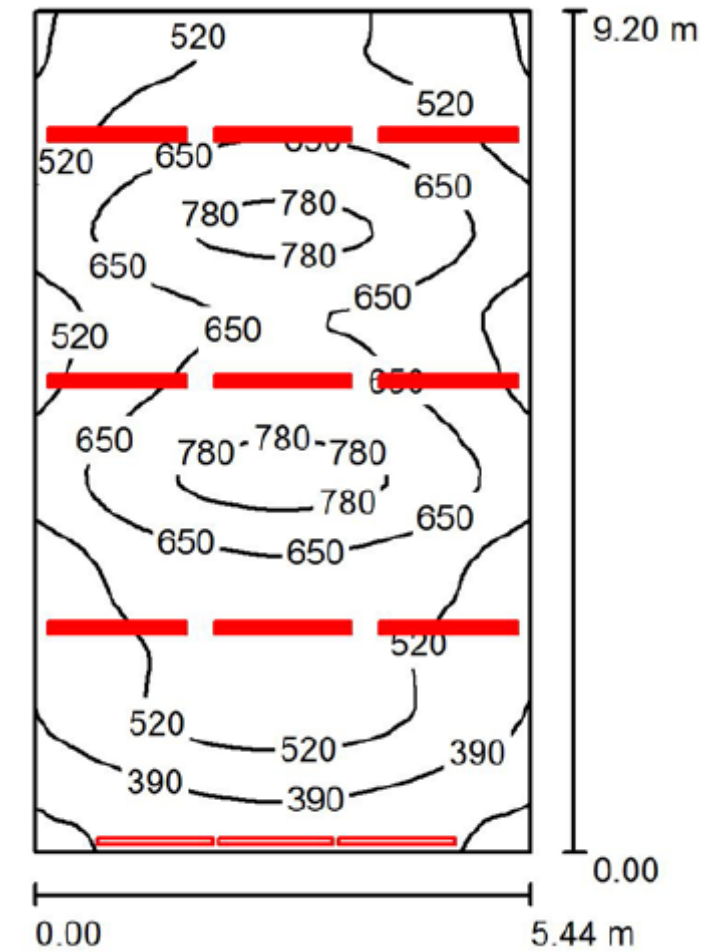
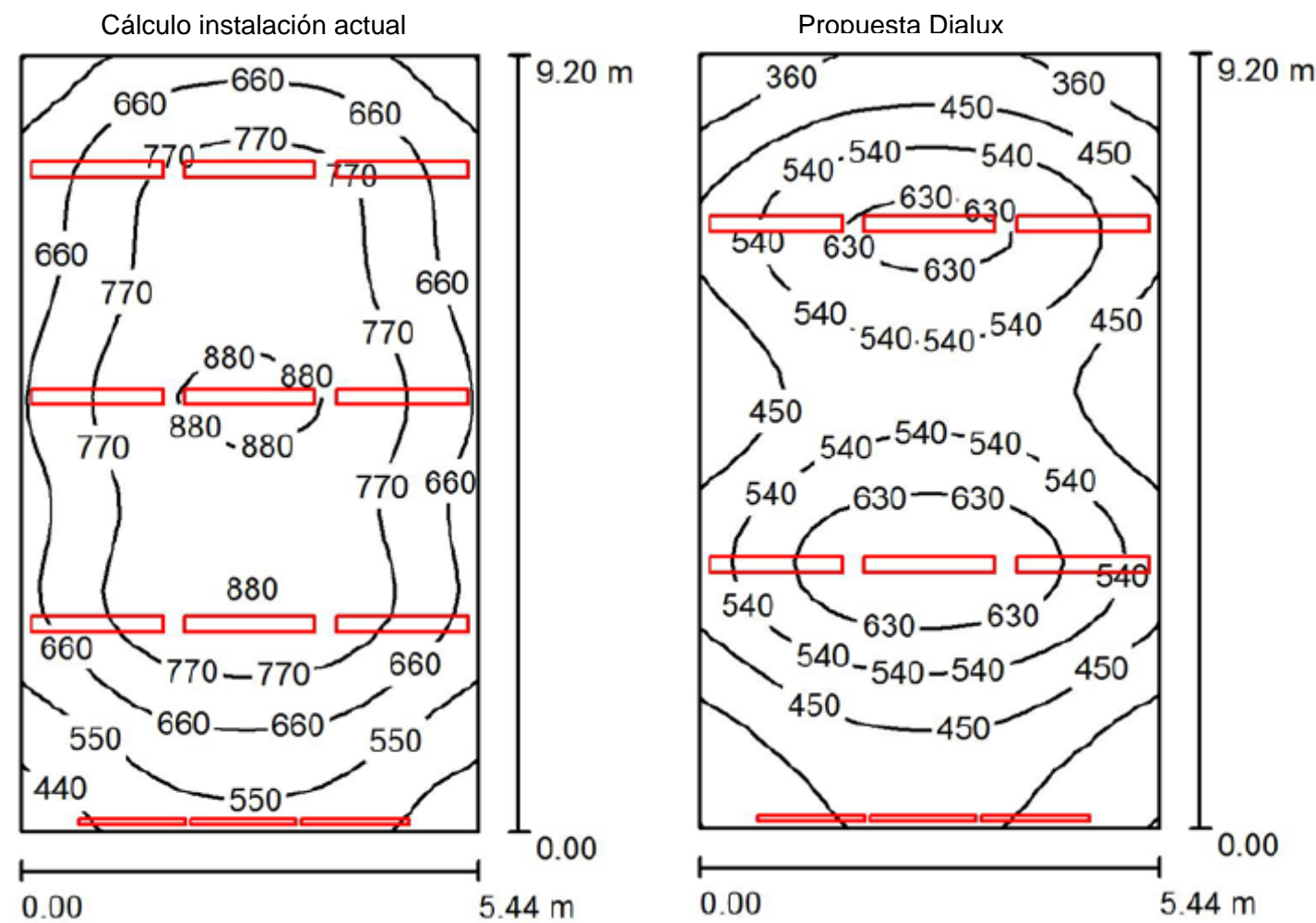






Ilustración 18: Detector de presencia

#### 4.3 C - Colocación de detectores de movimiento

La iluminación de los lavabos se produce de forma manual y por cada usuario. Durante las visitas realizadas he podido observar que la mayoría de veces el lavabo tenía la iluminación activada sin nadie que le diera uso en ese momento. Por ello, se recomienda instalar detectores de presencia en cada uno de los lavabos.

Según un estudio realizado por la agencia medioambiental estadounidense, el ahorro en lavabos públicos al colocar detectores de movimiento se sitúa en torno al 50%.

El uso del edificio es de 205 días anuales. El uso medio de los lavabos es de un total de 4 horas al día y con la colocación de los detectores, se reducirá a la mitad, 2 horas al día.

Tipo	Espacios	Pot/esp(W/h)	Total W	Sin detectores (Kw/año)	Con detectores (Kw/año)	Ahorro anual
Lavabos 1	3	228	684	561	280	42,07 €
Lavabos 2	6	180	1.080	886	443	66,42 €

**108,49 €**

El coste de estos detectores se sitúa en torno a los 25€ lo que supone un gasto inicial de 225€, ya que necesitamos 9 unidades,

Ésto supone que la amortización se produce en poco más de 2 años:

- Coste total 225€
- Ahorro en 2 años: 217€,

Es una amortización muy rápida por lo que merece la pena efectuar esta acción.

#### **4.4 – Instalaciones: Calefacción**

Este punto es el que nos va a producir mayor ahorro ya que, como hemos visto anteriormente, es el que supone más del 50% del consumo global de energía del edificio.

##### **4.4. A – Hora de encendido y apagado**

Recordemos que la calefacción se enciende a las 5 am y se apaga a las 20 pm, exceptuando los lunes que se enciende a las 3 am.

El inicio de las clases se produce a las 8 am, por lo que la calefacción ya lleva 3 horas funcionando. Como hemos comentado anteriormente, se recomienda hacer un estudio de la evolución de la temperatura en época de frío, pero ahora propongo retrasar el encendido de la calefacción y adelantar el apagado al menos 1 hora, ya que por lo que comentan los usuarios, el edificio está bien calefactado antes del inicio de las clases y seguramente con encenderla 2 horas antes también lleguemos al mismo grado de confort.

El apagar la calefacción a las 19h en lugar de las 20h, es debido a que el volumen de usuarios de la facultad a esas horas ya es mínimo, por lo que con el calor residual basta para mantener el confort durante 1 hora más.

Además, también se recomienda el apagado de la calefacción de las 14h a las 15h, ya que son las horas en las que el clima es más caluroso y no hay clase, estando el edificio calefactado constantemente.

En resumen, los horarios de encendido y apagado de la calefacción quedarían de la siguiente manera:

1. Encendido 6 am (excepto lunes 4 am)
2. Apagado 14 pm.
3. Encendido 15 pm.
4. Apagado 19 pm.

Pasamos de tener un uso total de 15 a 12 horas diarias.

La modificación de estos horarios supone una reducción de uso de la calefacción de 3 horas diarias, es decir, 15 horas semanales.

La calefacción se encuentra en uso unas 24 semanas anuales. En la siguiente podemos ver los ahorros que se producirán.

El consumo medio por hora de calefacción del edificio es de 288kWh.

El precio medio del kWh de gas en España es de 0,055€

Consumo actual diario (kWh)	Consumo actual diario (€)	Consumo modificado diario (kWh)	Consumo modificado diario (€)	Consumo actual anual (€)	Consumo modificado anual (€)	Ahorro anual
4320	237,6	3546	190,08	15.682	12.545	<b>3.136,32 €</b>

#### 4.4. B – Control manual de la calefacción

Tal y como hemos comentado anteriormente, un gran número de aulas tienen un uso muy reducido y se encuentran calefactadas constantemente. Por ello, creo conveniente crear un protocolo de uso de la calefacción para que el conserje se encargue de abrir y cerrar la calefacción de estas aulas cuando sea conveniente.

El horario de encendido de la calefacción será 1 hora antes del inicio de las clases. Se crea este protocolo de encendido y apagado, teniendo en cuenta que tampoco afecte mucho al trabajo habitual del conserje.

Habrá que tener en cuenta que las aulas cuya calefacción se cierre para que no estén calefactadas por la tarde, deberán ser abiertas otra vez al finalizar el día, para que así empiecen a calentarse al día siguiente con el horario centralizado de la calefacción.

El viernes a partir de las 13h la calefacción se apagará debido a que no hay clases por la tarde.

Lab. Tecn. Óptica (0.05)	Encender Lunes 16h a 19h y Miércoles 15h a 18h
Lab. Microbiología (1.72)	Encender Martes 17h a 19h
Lab. Lentes Oftal. (0.08)	Apagar Miércoles, Jueves y Viernes 14h
Aula 2.1 (2.11)	Apagar toda la semana 12h
Lab. Óptica (0.46)	Apagar toda la semana 11h
Lab. Física-Óptica (0.77)	Encender Lunes, Martes y Jueves hasta las 14h
Aula 2.4 (2.73)	Apagar toda la semana 12h
Aula 2.3 (2.75)	Encender Martes, Miércoles y Jueves hasta las 14h
Lab. Fisio/Neu/Farm(1.05)	Apagar durante Viernes
Aula 1.1 (1.30)	Apagar Miércoles y Viernes
Aula Nova (3.1)	Encender Jueves hasta las 14h
Aula 1.2 (1.32)	Apagar durante Viernes
Lab. Contactología (3.19)	Encender solo por la tarde y apagar durante Viernes
Lab. Instrument Opt(3.37)	Apagar a las 11h y encender Lunes 16h y Jueves 15h, Viernes apagada

Para hacer el cálculo del ahorro ya tendremos en cuenta la reducción de horarios de uso de la calefacción aplicada en el punto anterior.

Dado que la potencia emitida por radiador es de unos 1800Wh, y la media de radiadores por aula es de 2, supondremos un consumo medio por aula calefactada de 3600Wh.

Actualmente, un espacio de este edificio se encuentra calefactado 12 horas al día y 5 días a la semana, es decir 65 horas semanales. Ese será nuestro uso básico y plantearemos el ahorro respecto a esa cifra.

Recordamos que el uso anual es de 24 semanas.

AULA	AHORRO SEMANAL HORAS	AHORRO SEMANAL €
Lab.Tecn. Óptica (0.05)	59 horas	11,68 €
Lab.Microbiología (1.72)	63 horas	12,47 €
Lab.Lentes Oftal. (0.08)	12 horas	2,38 €
Aula 2.1 (2.11)	30 horas	5,94 €
Lab. Óptica (0.46)	35 horas	6,93 €
Lab. Física-Óptica (0.77)	36 horas	7,13 €
Aula 2.4 (2.73)	30 horas	5,94 €
Aula 2.3 (2.75)	36 horas	7,13 €
Lab.Fisio/Neu/Farm(1.05)	8 horas	1,58 €
Aula 1.1 (1.30)	20 horas	3,96 €
Aula Nova (3.1)	57 horas	11,29 €
Aula 1.2 (1.32)	8 horas	1,58 €
Lab.Contactología (3.19)	45 horas	8,91 €
Lab.Instrument Opt(3.37)	28 horas	5,54 €
	467 horas	92,47 €
	<b>AHORRO ANUAL (24semanas)</b>	<b>2.219,18 €</b>

#### 4.5 – Reducción del consumo fantasma

Según el análisis realizado, pudimos observar que el consumo fantasma es muy elevado.

	ELECTRICIDAD					
	Diario			Semanal		
	Total(kWh)	Fantasma(kWh)	%	Total(kWh)	Fantasma(kWh)	%
FOOT	57	18	32%	740	450	61%
EET	137	29	21%	1792	653	36%
ETSEIAT	336	99	29%	4838	2592	54%

Las luminarias que permanecen encendidas durante 24h al día y 365 días al año nos disparan el consumo de manera significativa.

El conserje de la escuela me informa que estas luces no se apagan nunca ya que así producen un efecto de uso del edificio, para evitar que entren a robar. El edificio ya dispone de alarma y cámaras por lo que estas luces considero que se pueden apagar sin problema alguno. Vamos a calcular el ahorro que supondría.

Tendremos en cuenta que estas luces se usan durante las horas de uso de la facultad, por lo que para el cálculo, el valor de uso diario del ahorro será de 12 horas, no 24.

Tipo	Elementos	Pot/ud(W/h)	Total W	Consumo diario (kWh)	Consumo anual (kWh)	Consumo diario €	Consumo anual €
Fluorescente 28W	71	58	4.118	49	18.037	7,41 €	2.705,53 €
Bombilla 18W	36	18	648	8	2.838	1,17 €	425,74 €
<b>AHORRO ANUAL</b>						<b>3.131,26 €</b>	

El otro punto que nos dispara el consumo fantasma es el cuarto de servidores, ya que en esta facultad está incorporado dentro del edificio. Este cuarto tiene un consumo permanente, ya no sólo de los propios servidores, sino de un split y 2 deshumidificadores.

Después de hablar con un técnico informático obtenemos la siguiente información:

- El rango de temperatura recomendado es de 15 a 25°C.
- Temperatura de los centros de datos de grandes empresas:
  - Google: 26 °C
  - Sun: 27 °C
  - Cisco: 25 °C
- La humedad ha de estar entre el 40-55%
- Hay estudios que demuestran que se puede incrementar la temperatura incluso hasta 27 °C y la humedad al 65%, sin que afecte al rendimiento de los equipos.

También, llegamos a la conclusión de que se puede prescindir del uso de los deshumidificadores, ya que el split también deshumidifica.

Medidas correctoras:

- Aumentar la temperatura de la sala a 25°C.
- Prescindir de 1 deshumidificador.
- Incorporar 1 ventilador en la zona trasera de los servidores para asegurar el movimiento del aire.

Al retirar un deshumidificador y colocar un ventilador, que tiene un coste de 50€ y un consumo de 50W, conseguimos un ahorro anual de:

Tipo	Pot/ud(W/h)	Consumo diario (kWh)	Consumo anual (kWh)	Consumo diario €	Consumo anual €
Deshumidificadores	400	10	3.504	1,44 €	- 525,60 €
Ventilador	50	1,20	438	0,18 €	65,70 €
<b>AHORRO ANUAL</b>					<b>- 459,90 €</b>

Aumentar 1°C la temperatura de consigna supone un ahorro del 5%, en este caso que son 3°C, supondría un ahorro del 15% en el consumo del Split.

Tipo	Pot/ud(W/h)	Consumo anual a 22°C (kWh)	Consumo anual a 25°C (kWh)	Consumo anual a 22°C (€)	Consumo anual a 25°C (€)
Split	2000	17.520	14.892	2.628,00 €	2.233,80 €
<b>AHORRO ANUAL</b>					<b>394,20 €</b>

## Capítulo 5 – Plan de acción

Las medidas correctoras que se tomarán el primer año del plan de acción son todas las que podemos ejecutar sin un desembolso inicial y que suponen un mayor ahorro. Estas medidas son mayormente de gestión y optimización de los recursos, y son las siguientes:

- Intervención iluminación aulas tipo grande (2.1/2.2/2.3/2.4).
- Intervención iluminación aulas tipo pequeña (1.1/1.2).
- Hora de encendido y apagado de la calefacción.
- Control manual de la calefacción.
- Reducción del consumo fantasma de las luminarias permanentes.

AÑO 1		
Intervención	Inversión	Ahorro
Intervención iluminación aulas tipo grande (2.1/2.2/2.3/2.4)	0,00 €	174,07 €
Intervención iluminación aulas tipo pequeña (1.1/1.2)	0,00 €	96,31 €
Hora de encendido y apagado de la calefacción	0,00 €	3.136,32 €
Control manual de la calefacción	0,00 €	2.219,18 €
Reducción del consumo fantasma de las luminarias permanentes	0,00 €	3.131,26 €
Aumentar temperatura cuarto servidores 1°C	0,00 €	394,20 €
<b>Ahorro Total 1º año</b>		<b>9.151,34 €</b>

El resultado de este ahorro, tal como podemos observar en la tabla anterior es de 9.151.34€. Según el POE (Plan de Optimización Energética) de la UPC, tendremos un retorno del 25% del ahorro para poder seguir ejecutando mejoras. Este retorno será de: **2.287,84€**

Para el segundo año se proponen mejoras de bajo importe, son las siguientes:

- Reparación de las juntas de carpintería P2.
- Detectores de presencia lavabos.
- Reducción del consumo fantasma del cuarto de servidores.

AÑO 2		
Intervención	Inversión	Ahorro
Reparación de las juntas de carpintería P2	80,00€	0,00 €
Detectores de presencia lavabos	225,00 €	108,49 €
Reducción del consumo fantasma del cuarto de servidores	50,00 €	459,90 €
AHORRO AÑO 1	0,00 €	9.151,34 €
<b>Ahorro Total 2º año</b>		<b>9.719,73 €</b>

La reparación de las juntas no supone un ahorro, debido a que la temperatura de las zonas comunes no aumenta el gasto de calefacción, las sondas de temperatura están ubicadas en las aulas. Aun así, conseguiremos un aumento del grado de confort de los usuarios.

Después de ejecutar las intervenciones del segundo año y acumulando las del primer año, el ahorro es de 9.719,73€. Consiguiendo un retorno de **2.429,93€**

Resumen del plan de acción durante estos 2 años:

	INVERSION	RETORNO POE	SOBRANTE
AÑO 1	0,00 €	2.287,84 €	2.287,84 €
AÑO 2	355,00 €	2.429,93 €	2.074,93 €
			<b>4.362,77 €</b>

Para el tercer año se propone el inicio de la incorporación de las protecciones solares propuestas en el apartado anterior, comenzando como hemos explicado por la P3 del patio interior. El ahorro irá en aumento año a año debido a la instalación continuada de las protecciones solares.

- A los 2 años: P3 fachada interior. 4750,95€
- A los 4 años: P2 fachada interior. 4750,95€
- A los 6 años: P3 fachada exterior. 6660,81€
- A los 8 años: P2 fachada exterior. 6660,81€
- A los 10 años: P1 fachada exterior. 6660,81€



## **Conclusiones**

En primer lugar, la imagen que tenía de este edificio, que es relativamente actual y se encuentra en buen estado, no corresponde con su eficiencia. Es un edificio de los años 90 que dispone de unas carpinterías muy obsoletas, lo que implica que su efectividad se vea mermada de forma muy significativa. Es decir, no es aceptable que las fachadas sean eficaces si la carpintería no lo es ni viceversa, la envolvente del edificio ha de trabajar conjuntamente.

Por otro lado, cabe destacar que más de la mitad del consumo anual del edificio sea en calefacción cuando está funcionando 6 meses al año. Se le da mucha importancia a la calidad y al rendimiento de las instalaciones, pero más aun si cabe, tiene de importancia el uso y gestión de éstas, en otras palabras, ha de estudiarse muy bien el ciclo diario de vida del edificio para adaptarlo completamente a éste, optimizando al máximo así el consumo de las instalaciones.

También, es igual de importante el mantenimiento que se realiza al edificio. El caso de las juntas de las carpinterías que dan al patio de la P2 es un claro ejemplo. Llevan 25 años sin renovarse, y aun sabiendo que están en mal estado, no se le ha dado la importancia que merece. Es tan importante calefactar un espacio como aislarlo para que se mantenga la temperatura.

En cuanto a la iluminación, me gustaría resaltar que un pequeño conjunto de iluminarias, aparentemente puede parecer que el gasto es insignificante, una vez calculado el gasto del cómputo anual, resulta muy elevado.

Un edificio poco eficiente puede ser tan sólo una suma de pequeños defectos, tanto de construcción como de uso y gestión, pero que sumados entre ellos, se potencian y provocan un exceso de gasto energético.

Cabe decir, que los usuarios de los edificios públicos cada vez parecen más concienciados en intentar dar el mejor uso posible de los recursos del mismo.

Finalmente, cabe destacar que una vez realizado el trabajo, se lo he presentado a Gemma Santularia (Servicio de Obras y Mantenimiento de la UPC) y le ha parecido muy interesante. Está dispuesta a comenzar a implementar estas medidas y trasladarlas a más edificios, no únicamente al del estudio realizado.

## **Bibliografía**

**Catalonia Academic Developments Center, S.L. 2015.** Campus de Terrassa. [Online] 2015.  
[http://aghwebct.upc.es:8080/Web\\_UPCCT/horaaula\\_3.do;jsessionid=325573B35F9BC113A3BAFCD0432B995D](http://aghwebct.upc.es:8080/Web_UPCCT/horaaula_3.do;jsessionid=325573B35F9BC113A3BAFCD0432B995D).

<http://www.tesatape.es/consumo/tesamoll>. [Online]

<http://www.t-esplugues.com/site/>. Toldos Esplugues. [Online]

**Montse Bosch, Fabian López, Inmaculada Rodríguez, Galdric Ruiz. 2006.** *Avaluació energètica d'edificis*. Barcelona : Edicions UPC, 2006.

**Pérez, Adrián González. 2015.** *Certificado Energético*. UPC. Terrassa : s.n., 2015. p. 8, Trabajo Final de Grado.

**Servei de Patrimoni de la Universitat Politècnica de Catalunya. 2011.**  
<https://www.upc.edu/patrimoni/>. [Online] 03 2011. [Cited: 03 12, 2015.]  
<https://www.upc.edu/patrimoni/espai-spat/dir-ui/plans/plans-del-campus-terrassa/edifici-tr8-planol-per-tipus-despai.pdf/view>.

**CTE BD-HE: Ahorro de Energía.** 2013, Ministerio de Fomento, Gobierno de España

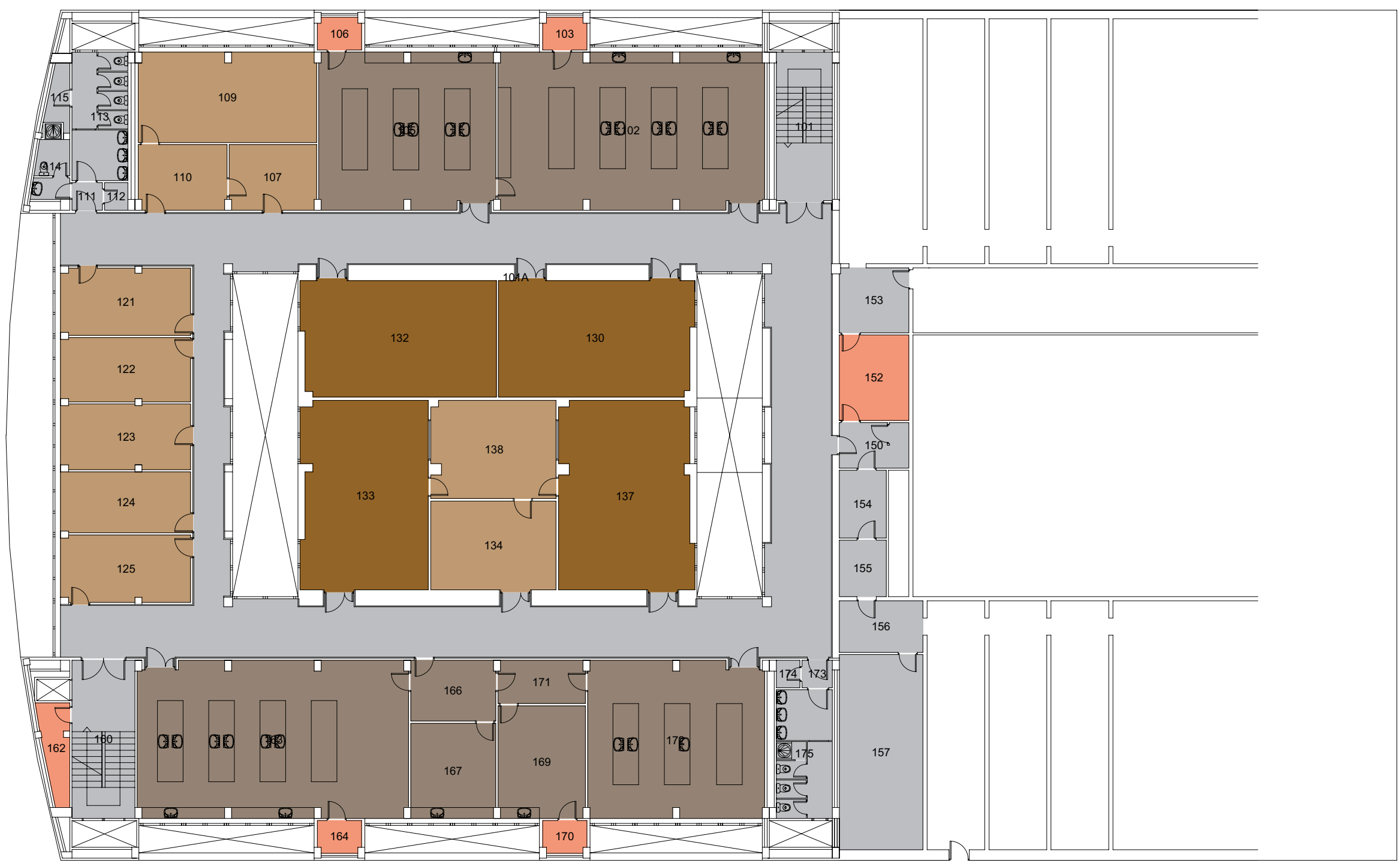
**CTE: Catálogo de Elementos Constructivos** 2010, Ministerio de Fomento, Gobierno de España

# **ANEXO 1**

## **PLANOS ZONIFICACIÓN**



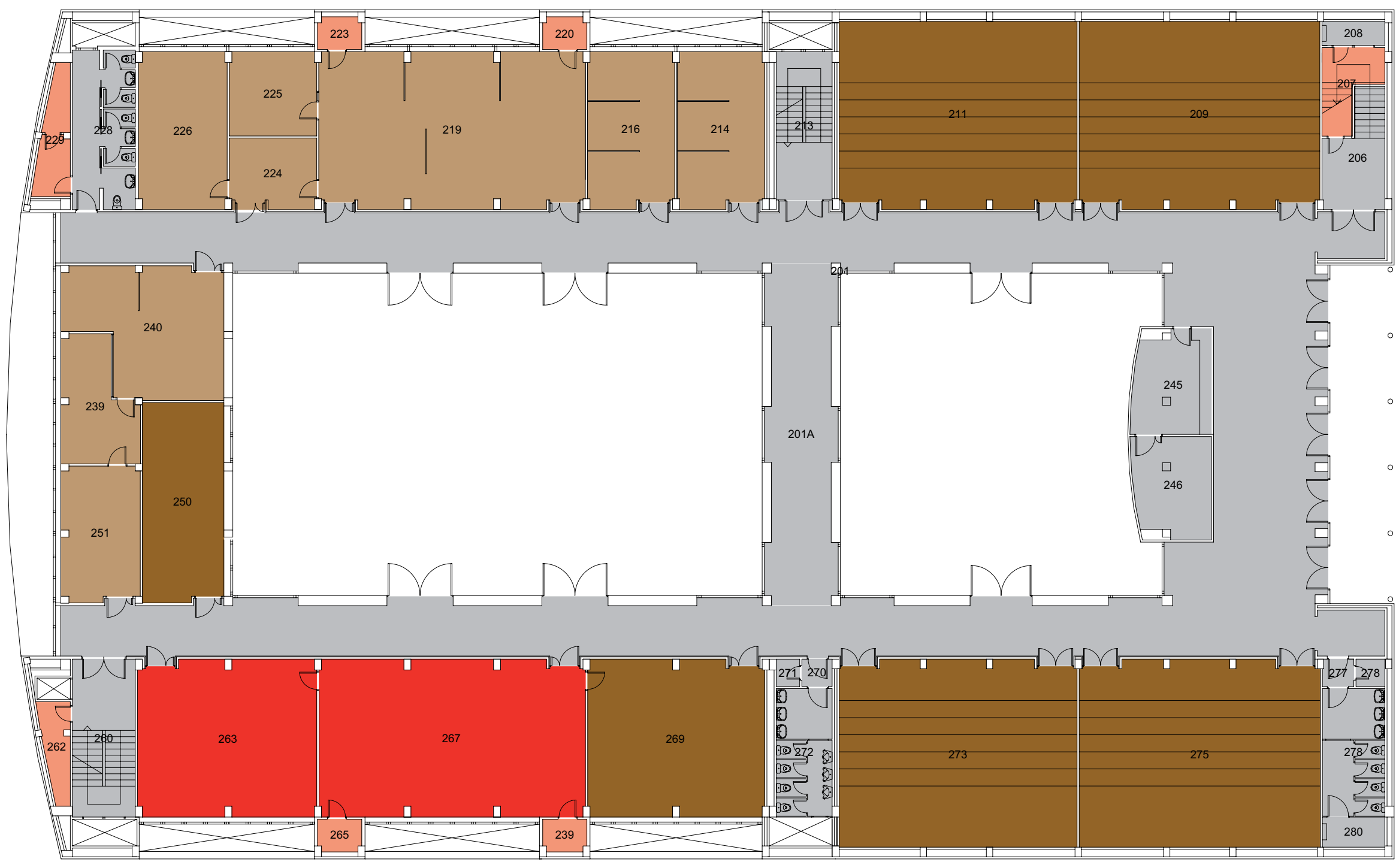
EDIFICI TR8 - PLANTA 0  
 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA



- TIPUS D'ESPAI
- ESPAIS DE TREBALL I REUNIÓ
  - AULES
  - LABORATORIS I TALLERS
  - SALES
  - ESPAIS COMUNS DE L'EDIFICI
  - ALTRES TIPUS D'ESPAIS
  - CONCESSIONS

EDIFICI TR8 - PLANTA 1  
 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA

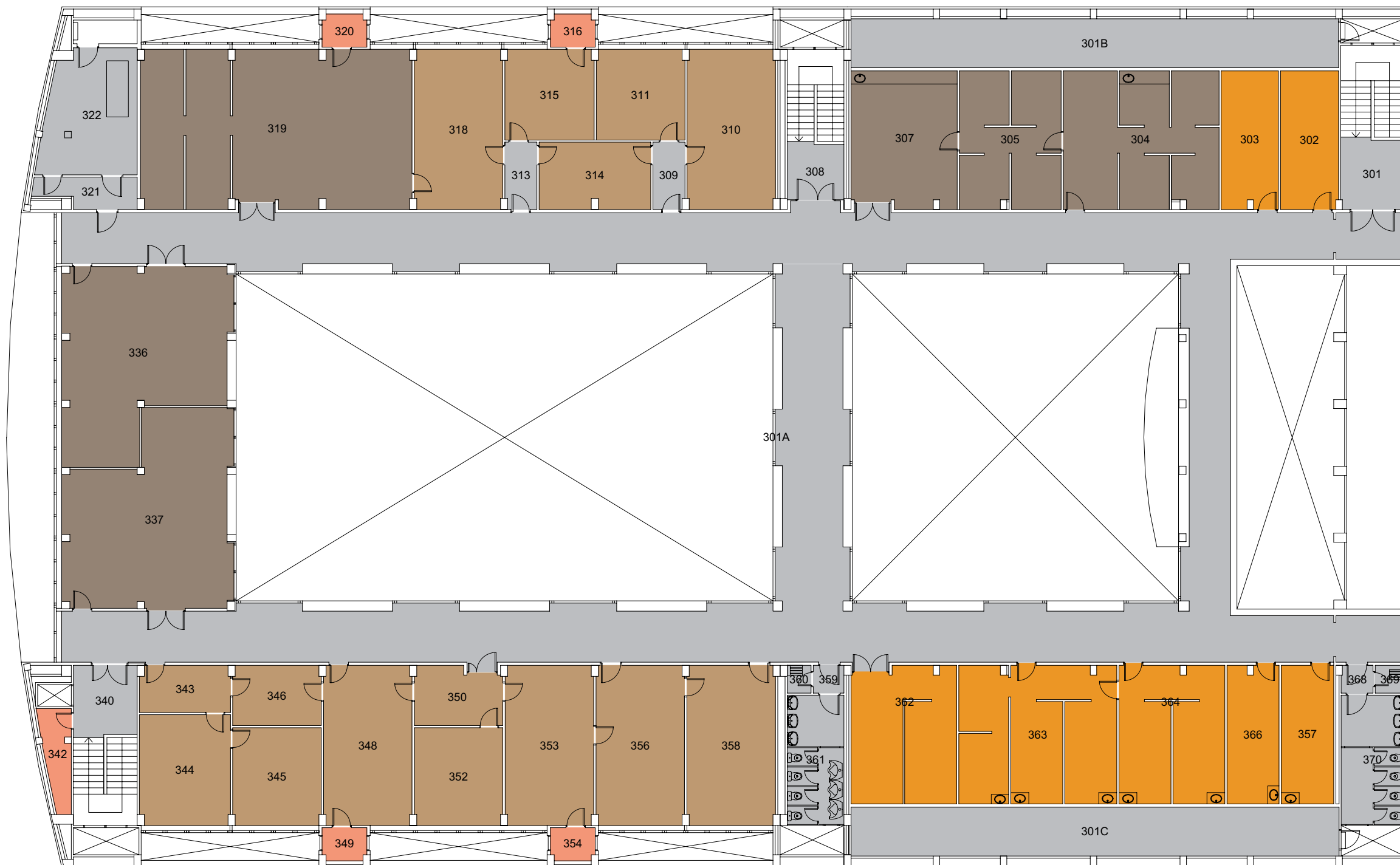




TIPUS D'ESPAI

- ESPAIS DE TREBALL I REUNIÓ
- AULES
- LABORATORIS I TALLERS
- SALES
- ESPAIS COMUNS DE L'EDIFICI
- ALTRES TIPUS D'ESPAIS
- CONCESSIONS

EDIFICI TR8 - PLANTA 2  
 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA



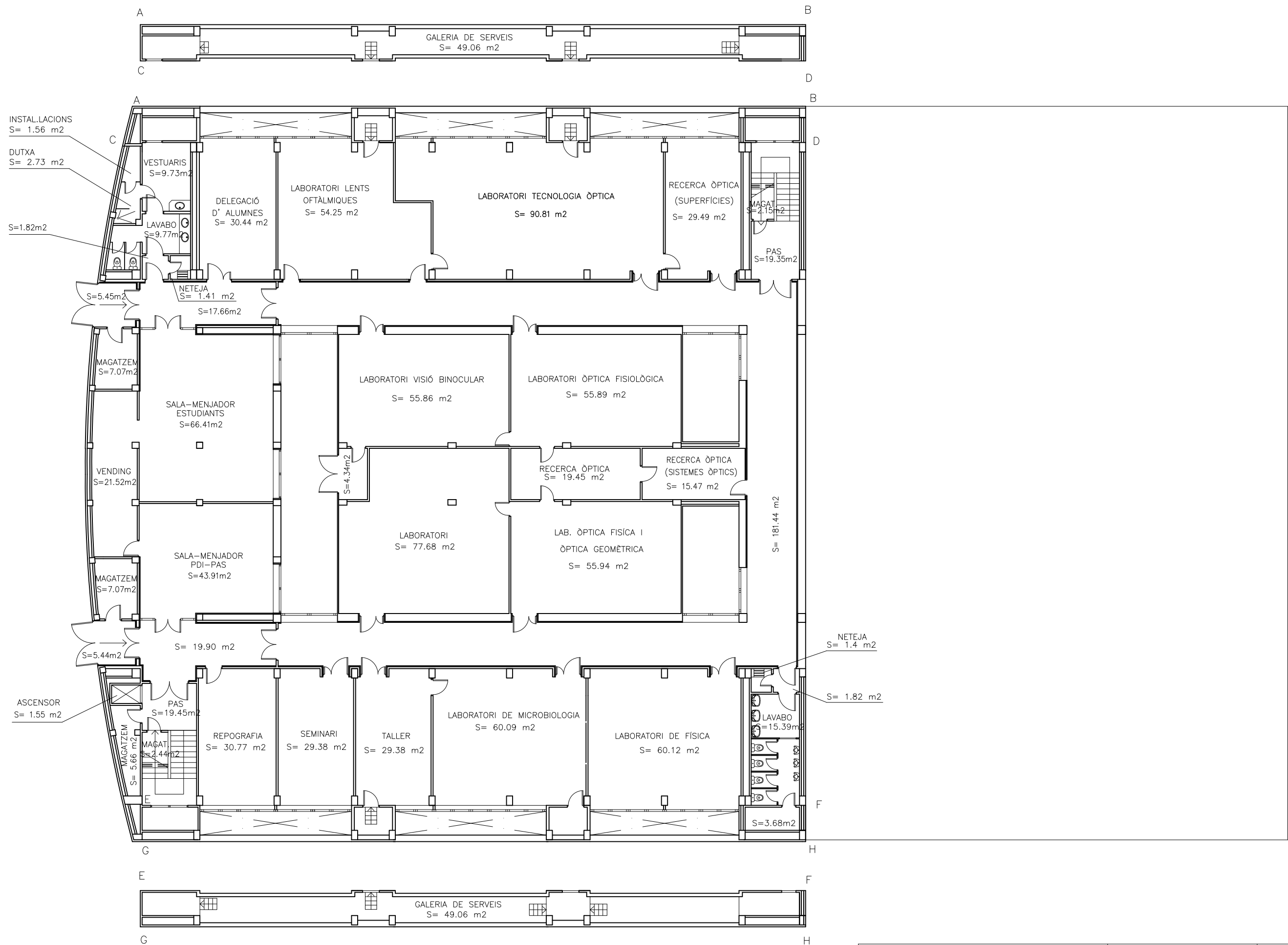
TIPUS D'ESPAI

- ESPAIS DE TREBALL I REUNIÓ
- AULES
- LABORATORIS I TALLERS
- SALES
- ESPAIS COMUNS DE L'EDIFICI
- ALTRES TIPUS D'ESPAIS
- CONCESSIONS

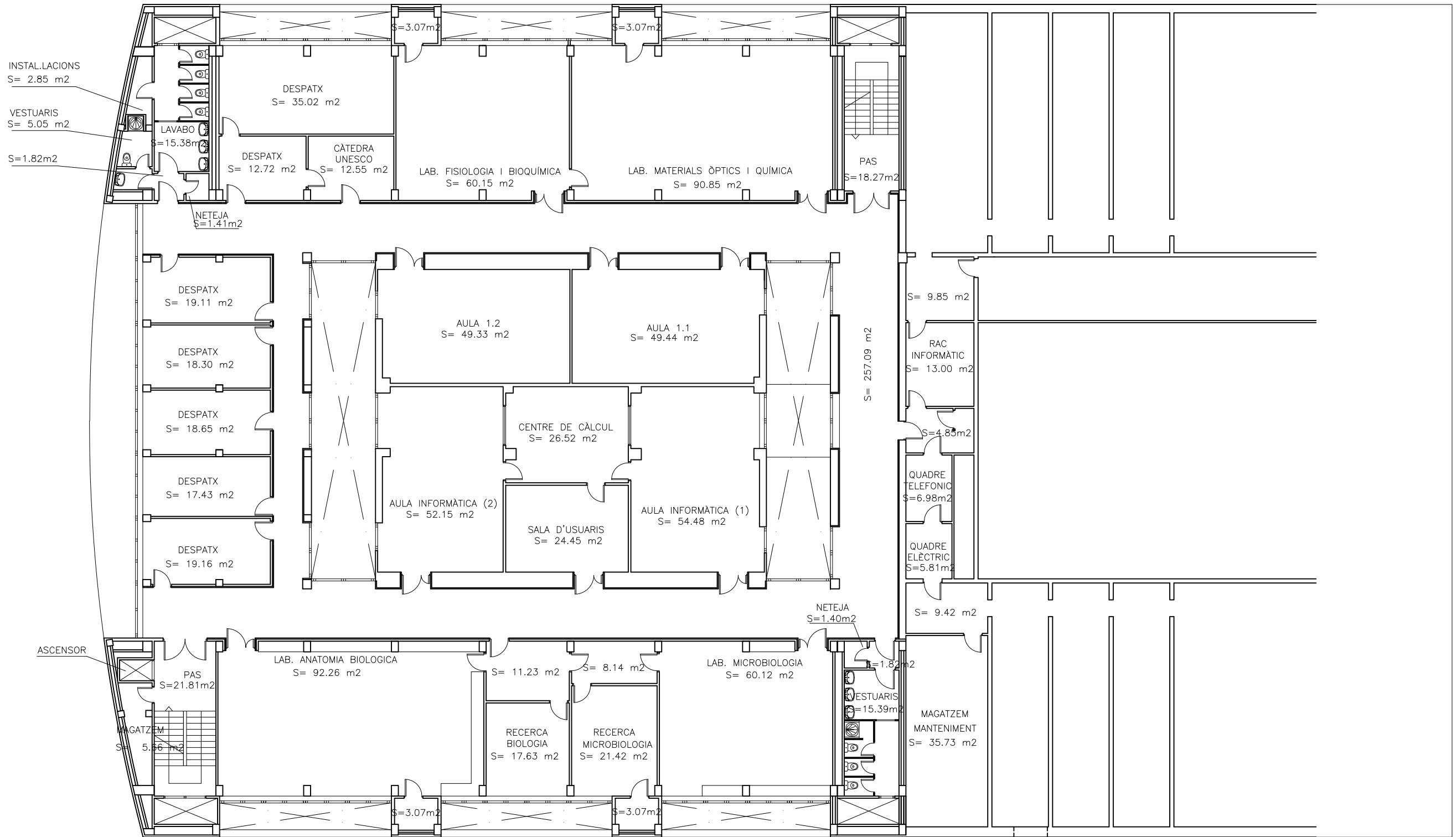
EDIFICI TR8 - PLANTA 3  
 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA


# **ANEXO 2**

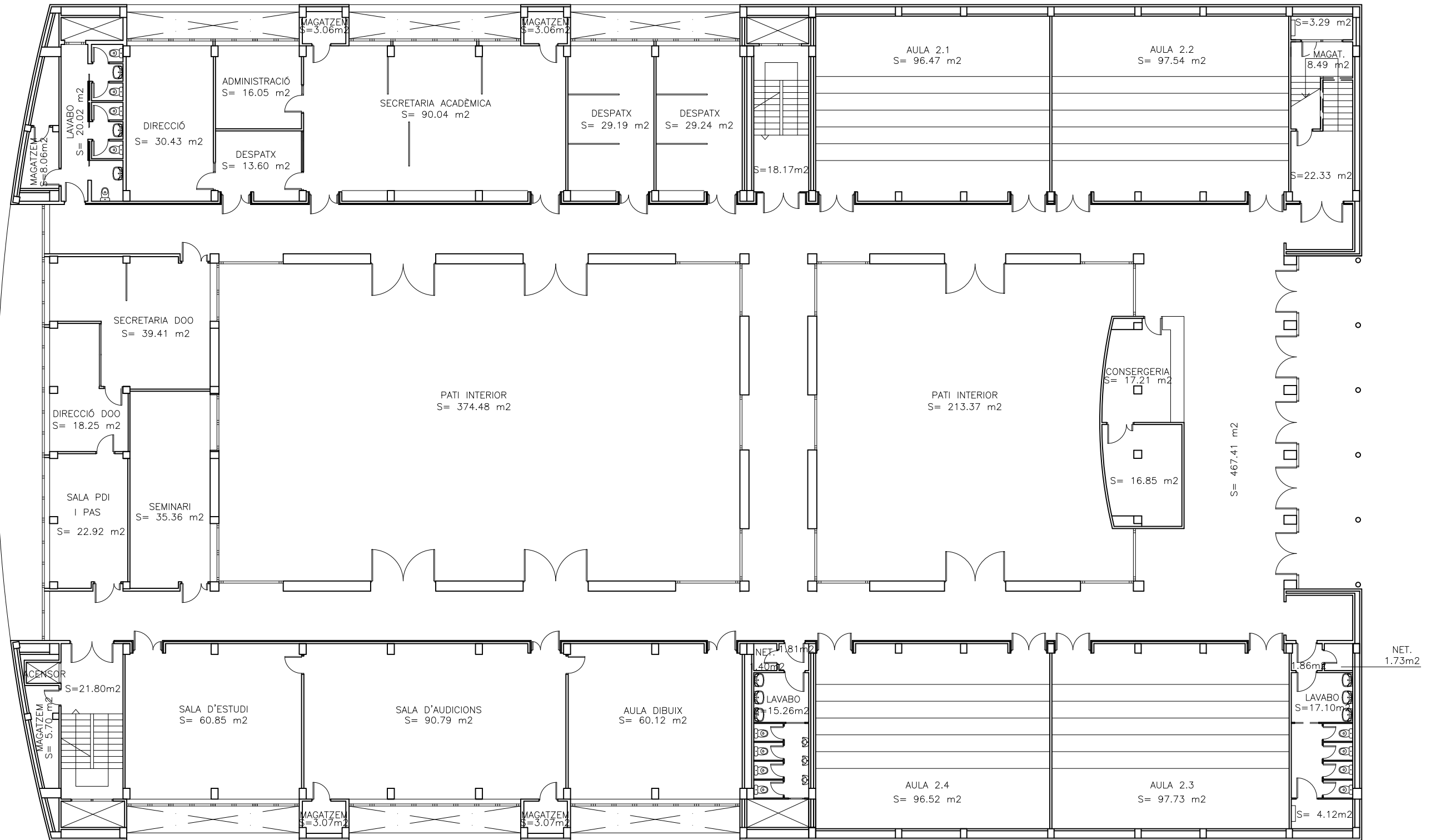
## PLANOS GENERALES




 <b>EPSEB</b> <small>Escola Politècnica Superior d'Edificació de Barcelona</small>	Escala 1/200	Fecha JUNIO 2015	Plano PLANTA 0
	TFG: Evaluación Energética FOOT		Projectista: PEDRO OSUNA GAVIRA Directores: MONTSERRAT BOSCH GONZALEZ FRANCISCO JORDANA RIBA

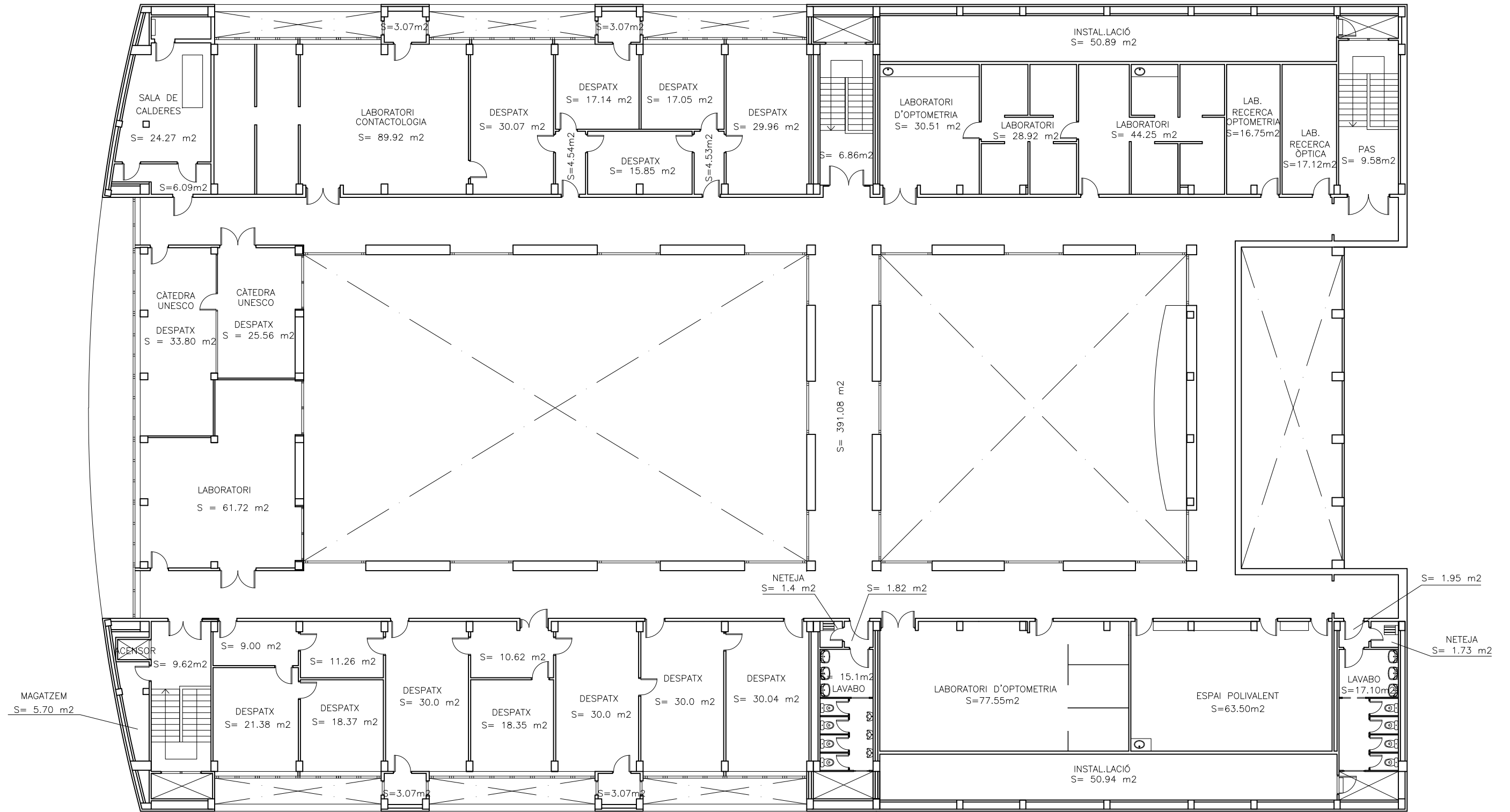



 <b>EPSEB</b> <small>Escola Politècnica Superior d'Edificació de Barcelona</small>	Escala 1/200	Fecha JUNIO 2015	Plano PLANTA 1
	TFG: Evaluación Energética FOOT	Projectista: PEDRO OSUNA GAVIRA Directores: MONTSERRAT BOSCH GONZALEZ FRANCISCO JORDANA RIBA	



 <b>EPSEB</b> <small>Escola Politècnica Superior d'Edificació de Barcelona</small>	Escala 1/200	Fecha JUNIO 2015	Plano PLANTA 2
	TFG: Evaluación Energética FOOT	Projectista: PEDRO OSUNA GAVIRA Directores: MONTSERRAT BOSCH GONZALEZ FRANCISCO JORDANA RIBA	

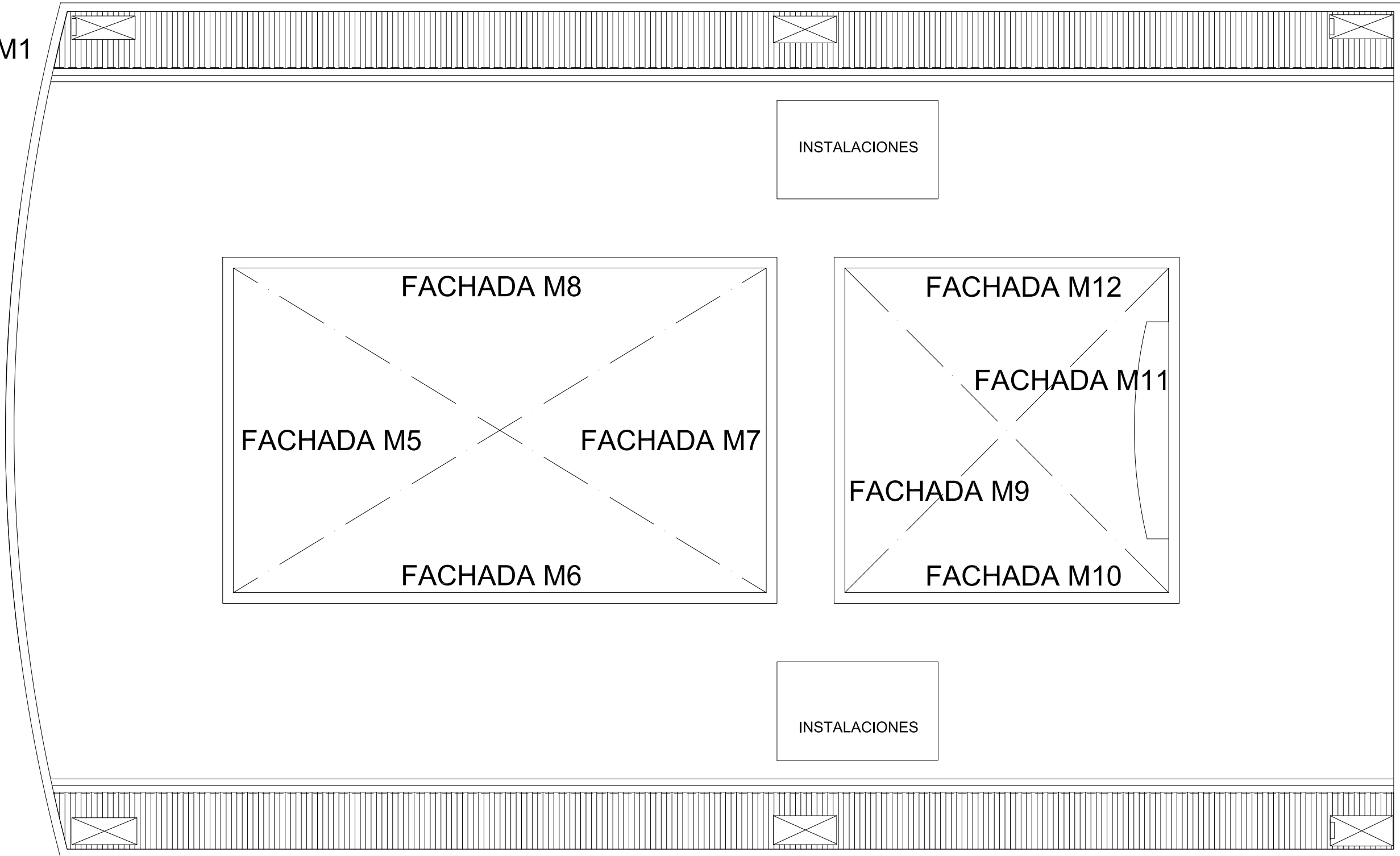




 <b>EPSEB</b> <small>Escola Politècnica Superior d'Edificació de Barcelona</small>	Escala 1/200	Fecha JUNIO 2015	Plano PLANTA 3
	TFG: Evaluación Energética FOOT		Projectista: PEDRO OSUNA GAVIRA Directores: MONTSERRAT BOSCH GONZALEZ FRANCISCO JORDANA RIBA

FACHADA M4

FACHADA M1



INSTALACIONES

FACHADA M8

FACHADA M12

FACHADA M11

FACHADA M5

FACHADA M7

FACHADA M9

FACHADA M3

FACHADA M6

FACHADA M10

INSTALACIONES

FACHADA M2

 <b>EPSEB</b> <small>Escola Politècnica Superior d'Edificació de Barcelona</small>	Escala 1/200	Fecha JUNIO 2015	Plano CUBIERTA
	TFG: Evaluación Energética FOOT	Projectista: PEDRO OSUNA GAVIRA Directores: MONTSERRAT BOSCH GONZALEZ FRANCISCO JORDANA RIBA	

# **ANEXO 3**

## **CERTIFICADO ENERGÉTICO**

# CERTIFICAT D'EFICIÈNCIA ENERGÈTICA D'EDIFICIS EXISTENTS

## IDENTIFICACIÓ DE L'EDIFICI O DE LA PART QUE ES CERTIFICA

Nom de l'edifici	Facultat d'Òptica i Optometria de Terrassa (FOOT)		
Adreça	C. Violinista Vellsolà, 37		
Municipi	Terrassa	Codi Postal	08222
Província	Barcelona	Comunitat Autònoma	Catalunya
Zona climàtica	C1	Any construcció	1992
Normativa vigent (construcció / rehabilitació)	NBE-CT-79		
Referència/es cadastral/s	8625301DG1082D0001SL		

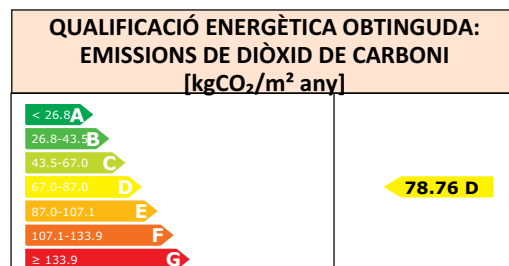
## Tipus d'edifici o part de l'edifici que es certifica:

<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="radio"/> Habitatge             <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="radio"/> Unifamiliar</li> <li><input type="radio"/> Bloc                 <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="radio"/> Bloc complet</li> <li><input type="radio"/> Habitatge individual</li> </ul> </li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><input checked="" type="radio"/> Terciari             <ul style="list-style-type: none"> <li><input checked="" type="radio"/> Edifici complet</li> <li><input type="radio"/> Local</li> </ul> </li> </ul>
--	--

## DADES DEL TÈCNIC CERTIFICADOR:

Nom i cognoms	Adrián González Pérez	NIF	12345678A
Raó Social	Universitat Politècnica de Catalunya	CIF	A12345678
Domicili	C. Colom		
Municipi	Terrassa	Codi Postal	08222
Província	Barcelona	Comunitat Autònoma	Catalunya
e-mail	adrian.gonzalez.perez@estudiant.upc.edu		
Titulació habilitant segons normativa vigent	TFG		
Procediment reconegut de qualificació energètica utilitzat i versió:	CE <sup>3</sup> X v1.3		

## QUALIFICACIÓ ENERGÈTICA OBTINGUDA:



El tècnic certificador sotasignat certifica que ha realitzat la qualificació energètica de l'edifici o de la part que es certifica d'acord amb el procediment establert per la normativa vigent i que són certes les dades que consten al present document i els seus annexes:

Data: 14/05/2015

Signatura del tècnic certificador

**Annex I.** Descripció de les característiques energètiques de l'edifici.

**Annex II.** Qualificació energètica de l'edifici.

**Annex III.** Recomanacions per a la millora de l'eficiència energètica.

**Annex IV.** Proves, comprovacions i inspeccions realitzades pel tècnic certificador.

Registre de l'Òrgan Territorial Competent:

# ANNEX I DESCRIPCIÓ DE LES CARACTERÍSTIQUES ENERGÈTIQUES DE L'EDIFICI

En aquest apartat es descriuen les característiques energètiques de l'edifici, envoltant tèrmica, instal·lacions, condicions de funcionament i ocupació i demés dades emprades per obtenir la qualificació energètica de l'edifici.

## 1. SUPERFÍCIE, IMATGE I SITUACIÓ

Superfície habitable [m <sup>2</sup> ]	5333.03
--	---------



## 2. ENVOLUPANT TÈRMICA

### Tancaments opacs

Nom	Tipus	Superfície [m <sup>2</sup> ]	Transmitància [W/m <sup>2</sup> ·K]	Mode d'obtenció
Coberta principal	Cubierta	1685.18	1.20	Per defecte
Coberta consergeria	Cubierta	14.19	1.20	Per defecte
Coberta Pati 1	Cubierta	282.28	1.20	Per defecte
Coberta Pati 2	Cubierta	13	1.20	Per defecte
Coberta Pati 4	Cubierta	10.65	1.20	Per defecte
Façana A	Fachada	545.08	0.75	Conegut
Façana B aire	Fachada	632.58	0.75	Conegut
Façana C aire	Fachada	290.71	0.75	Conegut
Façana D aire	Fachada	621.25	0.75	Conegut
Façana B terreny	Fachada	16.05	2.00	Per defecte
Façana D terreny	Fachada	20.46	2.00	Per defecte
Façana C terreny	Fachada	125.45	2.00	Per defecte
Mur N Pati 2	Fachada	109	0.75	Conegut
Mur E Pati 2	Fachada	105.7	0.75	Conegut
Mur S Pati 2	Fachada	109	0.75	Conegut
Mur O Pati 2	Fachada	106.05	0.75	Conegut
Mur N Pati 1	Fachada	173.6	0.75	Conegut
Mur S Pati 1	Fachada	173.6	0.75	Conegut
Mur E Pati 1	Fachada	105.7	0.75	Conegut
Mur O Pati 1	Fachada	105.7	0.75	Conegut
Finestres 1 Façana B O	Fachada	16.56	0.75	Conegut
Finestres 2 Façana B O	Fachada	16.56	0.75	Conegut
Finestres 3 Façana B O	Fachada	16.56	0.75	Conegut
Finestres 1 Façana B E	Fachada	16.56	0.75	Conegut

Nom	Tipus	Superfície [m <sup>2</sup> ]	Transmitància [W/m <sup>2</sup> ·K]	Mode d'obtenció
Finestres 2 Façana B E	Fachada	16.56	0.75	Conegut
Finestres 3 Façana B E	Fachada	16.56	0.75	Conegut
Finestres 1 Façana D O	Fachada	16.56	0.75	Conegut
Finestres 2 Façana D O	Fachada	16.56	0.75	Conegut
Finestres 3 Façana D O	Fachada	16.56	0.75	Conegut
Finestres 1 Façana D E	Fachada	16.56	0.75	Conegut
Finestres 2 Façana D E	Fachada	16.56	0.75	Conegut
Finestres 3 Façana D E	Fachada	16.56	0.75	Conegut
Portes Façana C N	Fachada	19.98	0.75	Conegut
Portes Façana C S	Fachada	19.98	0.75	Conegut
Finestres Façana A N	Fachada	15.75	0.75	Conegut
Finestres Façana A S	Fachada	15.75	0.75	Conegut
Mur N Pati 3	Fachada	20.38	0.75	Conegut
Mur S Pati 3	Fachada	20.38	0.75	Conegut
Mur E Pati 3	Fachada	100.57	0.75	Conegut
Mur O Pati 3	Fachada	100.57	0.75	Conegut
Mur N Pati 4	Fachada	30.05	0.75	Conegut
Mur S Pati 4	Fachada	30.05	0.75	Conegut
Mur E Pati 4	Fachada	89.57	0.75	Conegut
Mur O Pati 4	Fachada	89.57	0.75	Conegut
Contacte galeria de serveis B	Partició Interior	177.2	1.62	Per defecte
Contacte galeria de serveis D	Partició Interior	177.2	1.62	Per defecte
Particions coberta	Partició Interior	68.7	1.40	Per defecte
Partició Façana C	Partició Interior	135.31	1.62	Per defecte
Sòl Planta 2	Partició Interior	713.64	1.40	Per defecte
Sòl Planta 0	Suelo	1093.4	1.00	Per defecte
Sòl Planta 1	Suelo	13	1.00	Per defecte

#### Buits i lluernaris

Nom	Tipus	Superfície [m <sup>2</sup> ]	Transmitància [W/m <sup>2</sup> ·K]	Factor solar	Mode d'obtenció. Transmítència	Mode d'obtenció. Factor solar
Finestres inferiors Façana B	Hueco	93.48	5.80	0.85	Conegut	Conegut
Finestres inferiors Façana D	Hueco	93.48	5.80	0.85	Conegut	Conegut
Entrada Façana C	Hueco	81.59	5.80	0.85	Conegut	Conegut
Finestres inferiors Façana A	Hueco	78.89	5.80	0.85	Conegut	Conegut
Portes Façana A	Hueco	18.0	0.00	0.00	Estimat	Estimat
Finestres superiors Façana A	Hueco	39.44	5.80	0.85	Conegut	Conegut
Finestres superiors Façana B	Hueco	46.74	5.80	0.85	Conegut	Conegut
Finestres superiors Façana D	Hueco	46.74	5.80	0.85	Conegut	Conegut
Finestres S Pati 2	Hueco	41.34	5.80	0.85	Conegut	Conegut
Finestres N Pati 2	Hueco	41.34	5.80	0.85	Conegut	Conegut
Finestres E Pati 2	Hueco	39.47	5.80	0.85	Conegut	Conegut
Finestres O Pati 2	Hueco	26.0	5.80	0.85	Conegut	Conegut
Finestres N pati 1	Hueco	64.06	5.80	0.85	Conegut	Conegut
Finestres S pati 1	Hueco	64.06	5.80	0.85	Conegut	Conegut
Finestres E pati 1	Hueco	42.9	5.80	0.85	Conegut	Conegut

Nom	Tipus	Superfície [m <sup>2</sup> ]	Transmitància [W/m <sup>2</sup> ·K]	Factor solar	Mode d'obtenció. Transmítència	Mode d'obtenció. Factor solar
Finestres O pati 1	Hueco	42.9	5.80	0.85	Conegut	Conegut
Finestres N P3	Hueco	12.24	5.70	0.82	Estimat	Estimat
Finestres S P3	Hueco	12.24	5.70	0.82	Estimat	Estimat
Finestres S P4	Hueco	12.24	5.70	0.82	Estimat	Estimat
Finestres N P4	Hueco	12.24	5.70	0.82	Estimat	Estimat
Finestres O P3	Hueco	20.4	5.70	0.82	Estimat	Estimat
Finestres E P3	Hueco	31.8	5.70	0.82	Estimat	Estimat
Finestres O P4	Hueco	25.5	5.70	0.82	Estimat	Estimat
Finestres E P4	Hueco	17.0	5.70	0.82	Estimat	Estimat

### 3. INSTAL·LACIONS TÈRMiques

#### Generadors de calefacció

Nom	Tipus	Potència nominal [kW]	Rendiment [%]	Tipus d'energia	Mode d'obtenció
Caldera Roca NTD-360	Caldera Estàndar	360	77.40	Gas Natural	Estimat

#### Generadors de refrigeració

Nom	Tipus	Potència nominal [kW]	Rendiment [%]	Tipus d'energia	Mode d'obtenció
Només refrigeració	Maquina frigorífica		106.30	Electricidad	Estimat

#### Instal·lacions d'Aigua Calenta Sanitària

Nom	Tipus	Potència nominal [kW]	Rendiment [%]	Tipus d'energia	Mode d'obtenció
Equip ACS	Efecto Joule		90.0	Electricidad	Estimat

#### Ventilació i bombeig (només edificis terciaris)

Nom	Tipus	Servei associat	Consum d'energia [kW h/any]
Ventilador (4u)	Velocitat constant	Refrigeració	44743.20
Fancoil (13u)	Velocitat constant	Refrigeració	1520.30
Bombes fred (6u)	Velocitat constant	Refrigeració	9529.60
Bombes calor(4u)	Velocitat constant	Calefacció	2340.00

### 4. INSTAL·LACIÓ D'ENLLUMENAT (només edificis terciaris)

Espai	Potència instal·lada [W/m <sup>2</sup> ]	VEEI [W/m <sup>2</sup> ·100lux]	Enllumenat mitja [lux]	Mode d'obtenció
Edificio Objeto	18.75	3.70	500.00	Conegut



5. CONDICIONS DE FUNCIONAMENT I OCUPACIÓ (només edificis terciaris)

Espai	Superfície [m <sup>2</sup> ]	Perfil d'ús
Edifici	5333.03	Intensidad Media - 12h

ANNEX II  
QUALIFICACIÓ ENERGÈTICA DE L'EDIFICI

Zona climàtica	C1	Ús	Intensidad Media - 12h
----------------	----	----	------------------------

1. QUALIFICACIÓ ENERGÈTICA DE L'EDIFICI

INDICADOR GLOBAL	INDICADORS PARCIALS	
	CALEFACCIÓ	ACS
	D	G
	Emissions calefacció [kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> any]	Emissions ACS [kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> any]
	17.45	0.05
	REFRIGERACIÓ	ENLLUMENAT
	G	C
Emissions globals [kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> any]	Emissions refrigeració [kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> any]	Emissions enllumenat [kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> any]
78.76	11.01	43.2

La qualificació global de l'edifici s'expressa en termes de diòxid de carboni alliberat a l'atmosfera com a conseqüència del consum energètic del mateix

2. QUALIFICACIÓ PARCIAL DE LA DEMANDA ENERGÈTICA DE CALEFACCIÓ I REFRIGERACIÓ

La demanda energètica de calefacció i refrigeració és l'energia necessària per mantenir les condicions internes de confort de l'edifici.

DEMANDA DE CALEFACCIÓ	DEMANDA DE REFRIGERACIÓ
Demanda global de calefacció [kWh/m <sup>2</sup> any]	Demanda global de refrigeració [kWh/m <sup>2</sup> any]
66.19	18.03

3.- QUALIFICACIÓ PARCIAL DEL CONSUM D'ENERGIA PRIMÀRIA

Per energia primària s'entén l'energia consumida per l'edifici procedent de fonts renovables i no renovables que no han patit cap procés de conversió o transformació.

INDICADOR GLOBAL	INDICADORS PARCIALS	
	CALEFACCIÓ	ACS
	E	G
	Energia primària de calefacció [kWh/m <sup>2</sup> any]	Energia primària ACS [kWh/m <sup>2</sup> any]
	86.37	0.21
	REFRIGERACIÓ	ENLLUMENAT
	F	C
Consum global d'energia primària [kWh/m <sup>2</sup> any]	Energia primària refrigeració [kWh/m <sup>2</sup> any]	Energia primària enllumenat [kWh/m <sup>2</sup> any]
332.96	44.28	173.64

**ANNEX III**  
**RECOMANACIONS PER A LA MILLLORA DE L'EFICIÈNCIA ENERGÈTICA**

**ANNEX IV**  
**PROVES, COMPROVACIONS I INSPECCIONS REALITZADES PEL TÈCNIC CERTIFICADOR**

Es descriuen a continuació les proves, comprovacions i inspeccions portades a terme pel tècnic certificador durant el procés de presa de dades i de qualificació de l'eficiència energètica de l'edifici, amb la finalitat d'establir la conformitat de la informació de partida continguda al certificat d'eficiència energètica.

COMENTARIS DEL TÈCNIC CERTIFICADOR
------------------------------------

# **ANEXO 4**

## **PRESUPUESTO TOLDOS ESPLUGUES**



# PRESUPUESTO Nº 015262

## Toldos Esplugues, SL

C/ Josep Miquel Quintana 75  
08950 Esplugues de Llobregat  
BARCELONA  
B60132735

Tel. 93 372 42 18  
Fax. 93 371 06 58

**PEDRO OSUNA (UAC)**

08950 ESPLUGUES DE LLOBREGAT  
BARCELONA  
Tel. 617763351

Código cliente: 0

CIF/NIF	Documento Presupuesto	Número 015262	Página 1	Comercial Nº 4 José Arias	Fecha 18/06/2015
---------	--------------------------	------------------	-------------	------------------------------	---------------------

ARTICULO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO UD.	SUBTOTAL	% DESCUENTO	TOTAL
11039	Fabricación, suministro e instalación de toldo vertical con deslizamiento por guías Vertiroll. Lacado color habitual BLANCO. Tejido Soltis de Ferrari Ref. por elegir. Tejido técnico de fibra de poliéster pretensado recubierto de PVC microaireado ignifugo M-1. Accionamiento con motores SOMFY ALTUS RTS Mando Radio. Medidas: 270 cm. línea x 200 cm. altura. CON ACCIONAMIENTO MANUAL: 300 cm. x 200 cm.	6	1.636,00	9.816,00	20,00 %	7.852,80
		21	983,00	20.643,00	20,00 %	16.514,40
	TORNILLERÍA DE ACERO INOXIDABLE.  VALORACIÓN APROXIMADA A FALTA DE LA VERIFICACIÓN POR UNO DE NUESTROS TÉCNICOS DE MEDIDAS Y CONDICIONES DE LA INSTALACIÓN.  ESTE PRESUPUESTO NO CONTEMPLA ELEMENTOS DE ELEVACIÓN PARA EFECTUAR LA INSTALACIÓN.					

<b>IMPORTE</b>	<b>PORTES</b>	<b>BASE</b>	<b>I.V.A. 21%</b>
24.367,20		24.367,20	5.117,11
<b>TOTAL €</b>			<b>29.484,31</b>

Plazo de fabricación y listo para instalación: 25 DÍAS TRAS LA CONFORMIDAD DEL PEDIDO.  
Validez del presupuesto: HASTA EL 30 DE JULIO DE 2015.

Condiciones de pago: Ingreso en cuenta del 50% del importe total, resto a la instalación del producto. Datos bancarios:

**\*Banco Sabadell, Titular: TOLDOS ESPLUGUES SL, Nº de cuenta: ES39 0081 0045 70 0001548765**

PARA PONER EN MARCHA EL PEDIDO: Es imprescindible haber recibido el importe a cuenta junto con los datos completos de facturación.

Toldos Esplugues, SL se reserva la propiedad del producto instalado hasta la total liquidación de la factura.

Garantía de 3 años para cumplir su función de protección solar dentro de una normal exposición y utilización. Quedando excluidos los desperfectos causados por un mal uso, acciones mecánicas externas, exposición en condiciones meteorológicas adversas, vandalismo, lavado con productos agresivos, etc

A los efectos de los que dispone la ley orgánica 15/1999, le informamos que sus datos de carácter personal están incluidos en nuestros ficheros creado bajo la responsabilidad de Toldos Esplugues SL. Estos datos han sido facilitados voluntariamente para poder ser asistido por nuestro servicio y recibir información de los mismos. Quedan igualmente informados de la posibilidad de ejercer los derechos de acceso, ratificación, cancelación y oposición en los términos establecidos en la legislación vigente.

# **ANEXO 5**

TERCERA LENGUA: INGLÉS



## Chapter 1 – Introduction



Picture 1: Aerial view

The building of the project is the FOOT (School of Optometry of Terrassa) belonging to the UPC. [Picture 1.](#)

The objective of this work is to improve the energy efficiency of this building to reduce their consumption and also their spending, I'm going to do a detailed analysis of what is currently happening and evaluate and propose the most appropriate improvements to satisfy users and also the owners.

I'm going to use different methods of analysis and consultation of consumption during last two years, use of hygrometers to measure temperature and humidity, studying installation plans, simulations of solar situations.

I'm going to use guide book 'Avaluació Energètica d'edificis' of (Montse Bosch, 2006).

In [Table 1](#), we can see basic consumption data during last two years.

As we can see has reduced the consumption of electricity and water in a percentage very low, gas consumption even increased.

We could do comparisons with different buildings of the UPC, but the use of each building is too different depending of each machinery, is more real compare the average tendency in energy savings of Terrassa campus. The average tendency of reducing consumption on campus from 2013 to 2014 is shown in [Table 2](#).

We only have a similar tendency in water saving, in electricity and gas we are so far.

	Electricity			Gas			Water		
	Annual consumption (KWh)	Cons./m2 (KWh/m2)	Cons./User (KWh/us)	Annual consumption (KWh)	Cons./m2 (KWh/m2)	Cons./User (KWh/us)	Annual consumption (m3)	Cons./m2 (m3/m2)	Cons./User (m3/us)
2013	195.707	30	391	278.831	43	558	965	0,150	1,930
2014	189.965	29	380	284.545	44	569	956	0,148	1,912
%	-3%			2%			-1%		

Table 1: consumption during last 2 years

	Average Terrassa Campus	FOOT
Electricity	-12%	-3%
Gas	-17%	2%
Water	-1%	-1%

Table 2: tendency average consumption



## Chapter 2 – Data collection

### 2.1 Static Data

#### 2.1. A – Building architecture

The Faculty of Optometry is located in Terrassa, 25 km from Barcelona.

The building was built in 1992 by architect Enric Rello Roque.

It's an isolated building that has GF + 3, with a total floor area of 6.494m<sup>2</sup>.

Their floor is rectangular with two large courtyards and the entry to the building is on the 2nd floor through the east facade. [Picture 2](#) and [Picture 3](#).

The shadows that receive the building are:

- North Facade (M4): It has no building opposite.
- South Facade (M2): building GF+4 distance 13m, trees against windows.
- East Facade (M3): building GF+3 distance 18m.
- West Facade (M1): building GF, distance 10m.

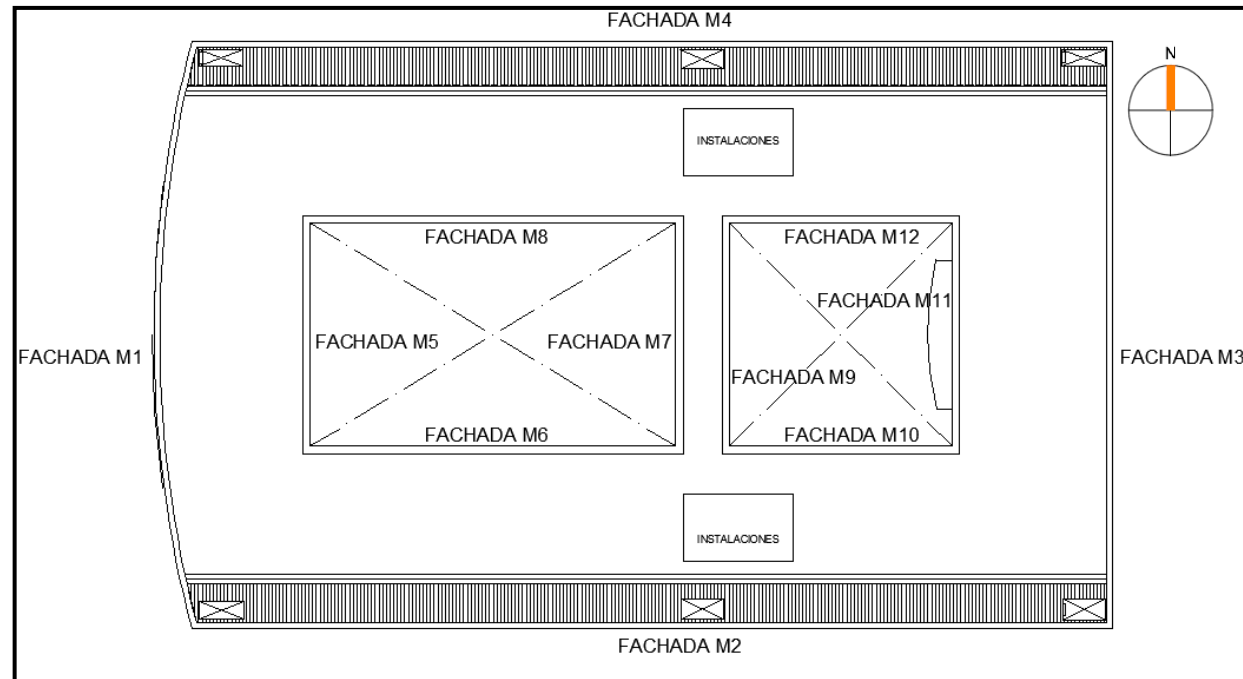


Picture 2: Location



Picture 2: East facade

2.1. B – Construction



Picture 4: Facade plan

Building					
	Orientation	Total Area	% solid	% opening	Materials
Facade M1	WEST	556,92	62,13%	37,87%	1. Perforated face brick (11cm) 2. Air chamber with fiberglass (6cm) 3. Brick (5cm)
Facade M2	SOUTH	729,36	65,17%	34,83%	
Facade M3	EAST	290,57	65,52%	34,48%	
Facade M4	NORTH	680,51	62,68%	37,32%	
Facade M5	WEST	210,00	50,00%	50,00%	1. Perforated face brick (11cm) 2. Air chamber with fiberglass (6cm) 3. Brick (5cm)
Facade M6	SOUTH	173,60	50,32%	49,68%	
Facade M7	EAST	210,00	50,00%	50,00%	
Facade M8	NORTH	173,60	50,32%	49,68%	
Facade M9	WEST	105,00	50,00%	50,00%	1. Perforated face brick (11cm) 2. Air chamber with fiberglass (6cm) 3. Brick (5cm)
Facade M10	SOUTH	105,00	47,46%	52,54%	
Facade M11	EAST	105,00	66,60%	33,40%	
Facade M12	NORTH	105,00	47,46%	52,54%	
ROOF	-	2.471,11	100,00%	0,00%	1. Cellular concrete for slope formation. 2. Waterproofing layer of PVC. 3. Insulation Stylodur (4cm) 4. Floating floor de prefabricated slab or geotextile + gravel.
FOUNDATION	-	-	100,00%	0,00%	Combined isolated footing and continuous footing.



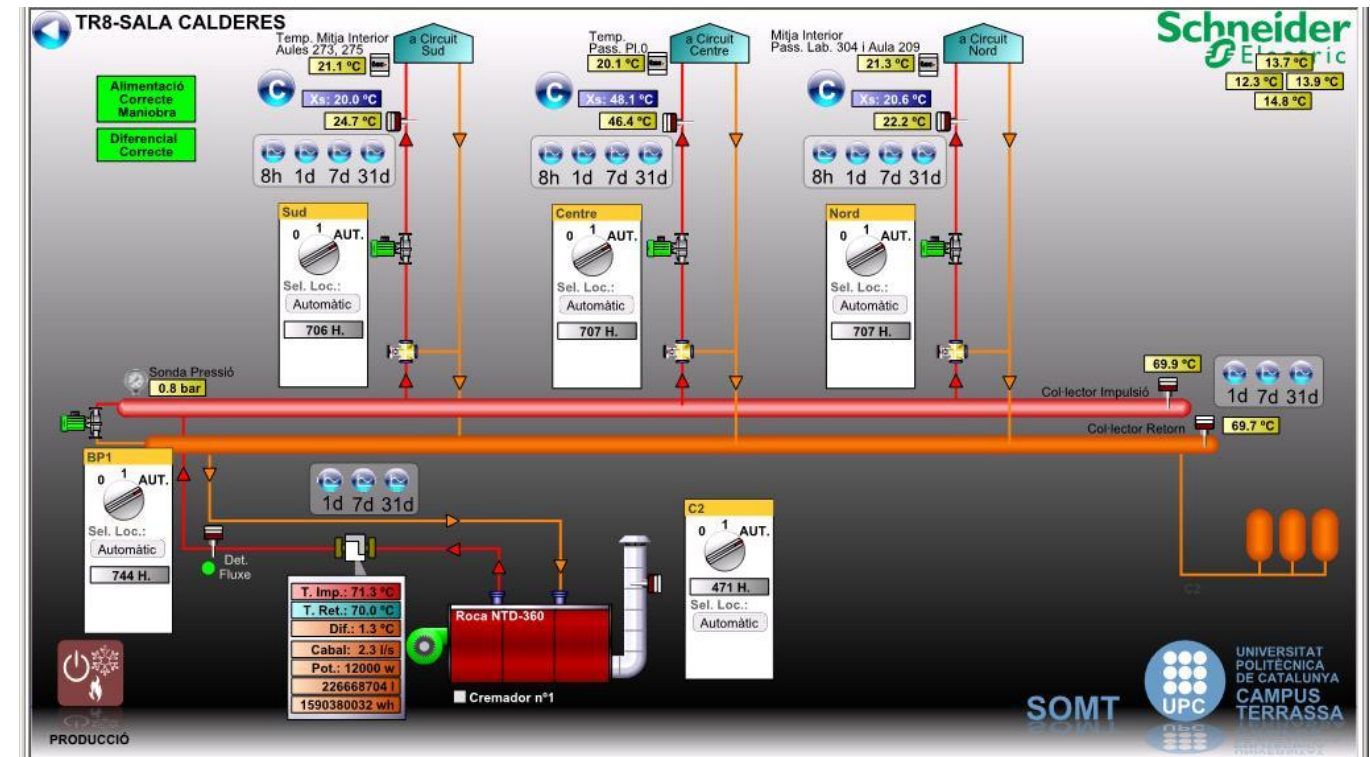
2.1. C – Installations

The heating system consists of a central boiler and 3 circuits. There are divided in North, South and Central circuit. The radiators of all circuits are sheet panel. [Picture 5](#)

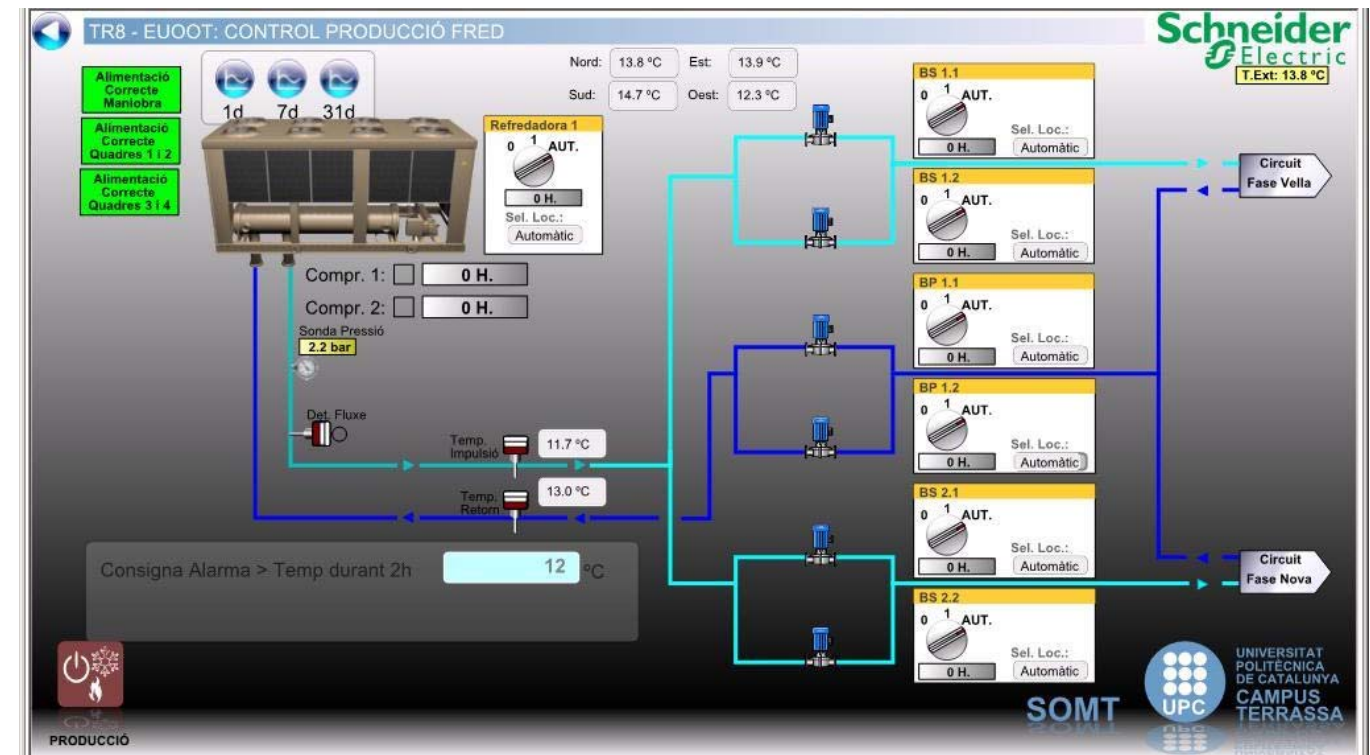
The cool production consists in a cooler and six pumps. [Picture 6](#)

COOL SYSTEM			
Type	Elements	Pot(W/h)	Total W
Fan	1	36225	36.225
Cooler	1	60100	60.100
Pump type 1	3	1020	3.060
Pump type 2	3	1550	4.650
Fancoils	13	95	1.235
<b>Cool Total Power</b>			<b>105 kWh</b>
HEATING SYSTEM			
Type	Elements	Pot(W/h)	Total W
Boiler Roca NTD 360	1	360000	360.000
Pump Roca MC 65	3	570	1.710
Pump Roca PC 1065	1	240	240
<b>Heat Total Power</b>			<b>362 kWh</b>
ILUMINATION			
Type	Elements	Pot/unit(W/h)	Total W
Fluorescent 28W	219	28	6.132
Fluorescent 36W	374	36	13.464
Fluorescent 58W	761	58	44.138
Bulb 18W	190	18	3.420
<b>Illumination Total Power</b>			<b>67 kWh</b>
POWER			
Type	Elements	Pot/unit(W/h)	Total W
Hydraulic lift EBYP	1	4500	4.500
Computers	150	200	30.000
Computer monitors	150	75	11.250
Printers	20	150	3.000
Photocopiers	2	900	1.800
Servers room	1	3500	3.500
Special Optic Machinery	250	40	10.000
Vending	6	500	3.000
Microwaves	2	900	1.800
Projectors	11	500	5.500

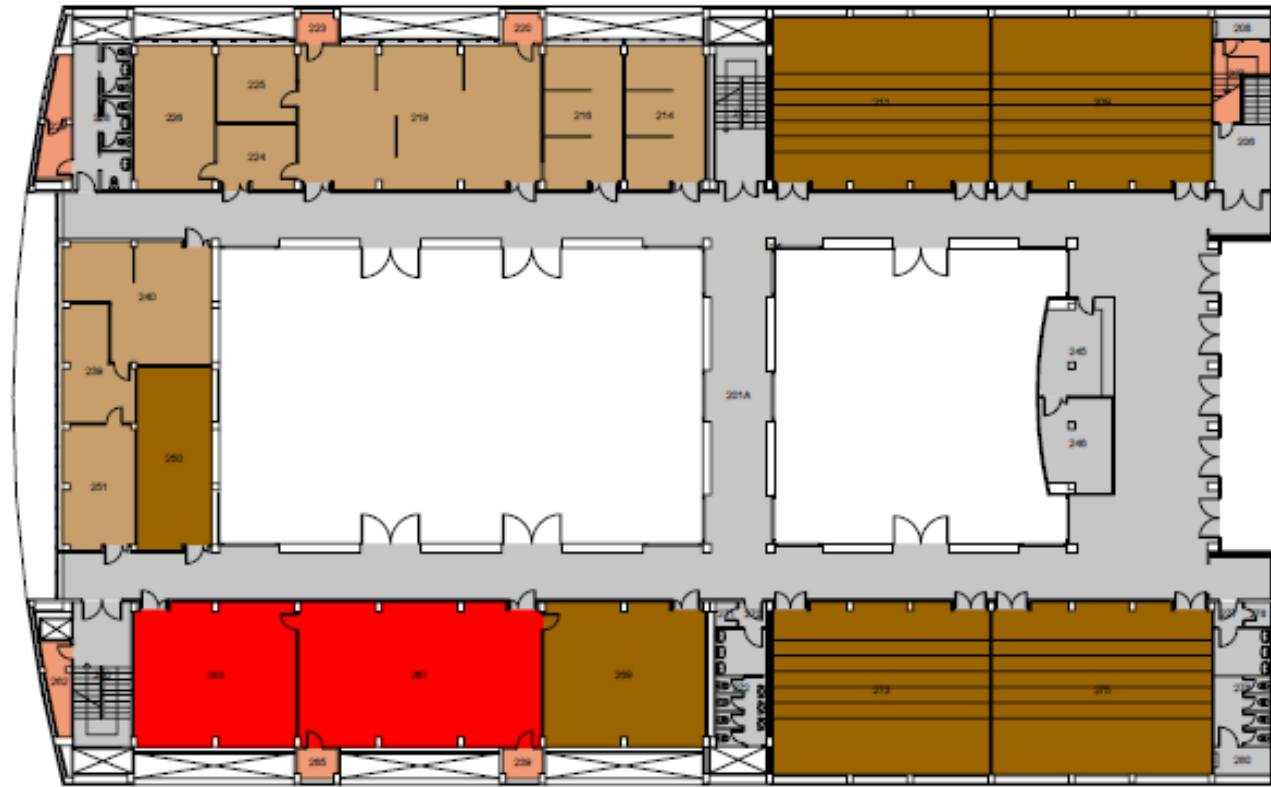
**Electricity Total Power 74 kWh**



Picture 5: Heating system.



Picture 4: Cool production



#### KINDS OF SPACES

<span style="display:inline-block; width:15px; height:10px; background-color:#d2b48c; border:1px solid black;"></span>	WORKSPACES AND MEETING
<span style="display:inline-block; width:15px; height:10px; background-color:#8b4513; border:1px solid black;"></span>	CLASSROOMS
<span style="display:inline-block; width:15px; height:10px; background-color:#a08060; border:1px solid black;"></span>	LABORATORY
<span style="display:inline-block; width:15px; height:10px; background-color:#ff0000; border:1px solid black;"></span>	ROOMS
<span style="display:inline-block; width:15px; height:10px; background-color:#cccccc; border:1px solid black;"></span>	COMMON AREAS IN THE BUILDING
<span style="display:inline-block; width:15px; height:10px; background-color:#f5deb3; border:1px solid black;"></span>	ANOTHER KIND OF SPACE
<span style="display:inline-block; width:15px; height:10px; background-color:#ffa500; border:1px solid black;"></span>	CONCESSIONS

#### 2.1. D – Usage profile

Zoning plans. ANNEX 1 ([Servei de Patrimoni de la Universitat Politècnica de Catalunya, 2011](#))

The average daily use of the building is 12 hours.

The average annual use of the building is 205 days.

As we can see in the plans, the spaces are divided:

- Workspaces and meeting: work areas PDI / PAS.
- Classrooms: where teachers are teaching.
- Laboratory: to practice or to professional testing equipment.
- Rooms: study areas or conferences.
- Common areas in the building: corridors, toilets.
- Another kind of space for storage, installations or divers.
- Concessions: for use by students or PDI / PAS for recreation or to lunch.

For the evaluation the following parameters were taken into account:

- School schedule: from 08h to 20h.
- Class period:
  - 15/09/2014 to 22/12/2014
  - 23/02/2015 to 05/06/2015
- Exam weeks:
  - Autumn: 09/01/2015 to 23/01/2015
  - Primavera: 08/06/2015 to 19/06/2015
- Holidays period:
  - 23/12/2014 to 07/01/2015
  - August
  - Easter week

**2.2 Dynamic data**

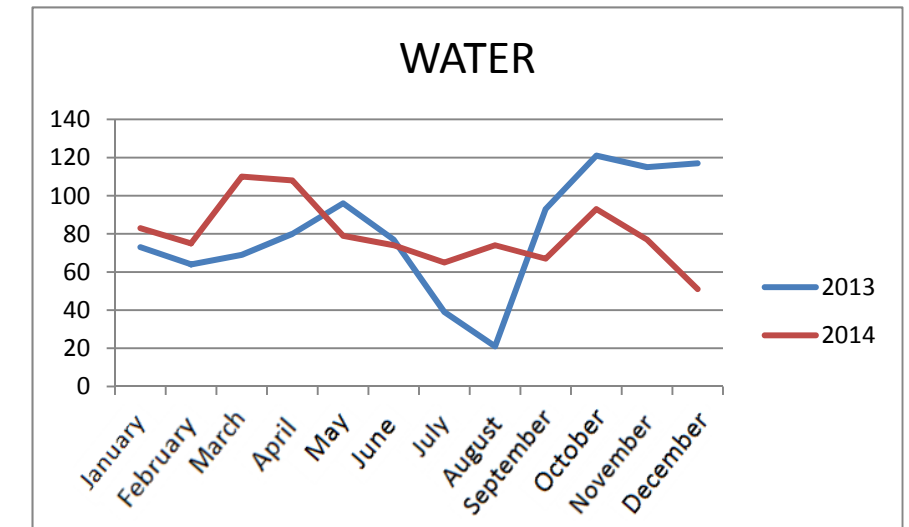
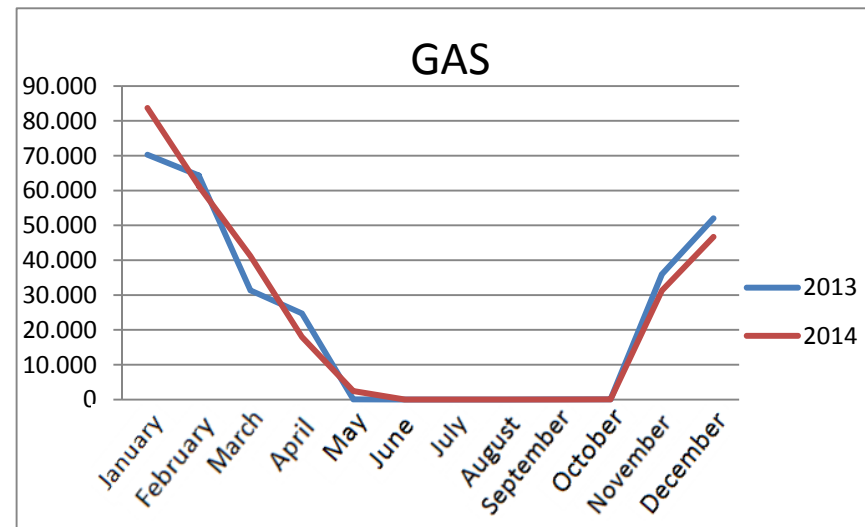
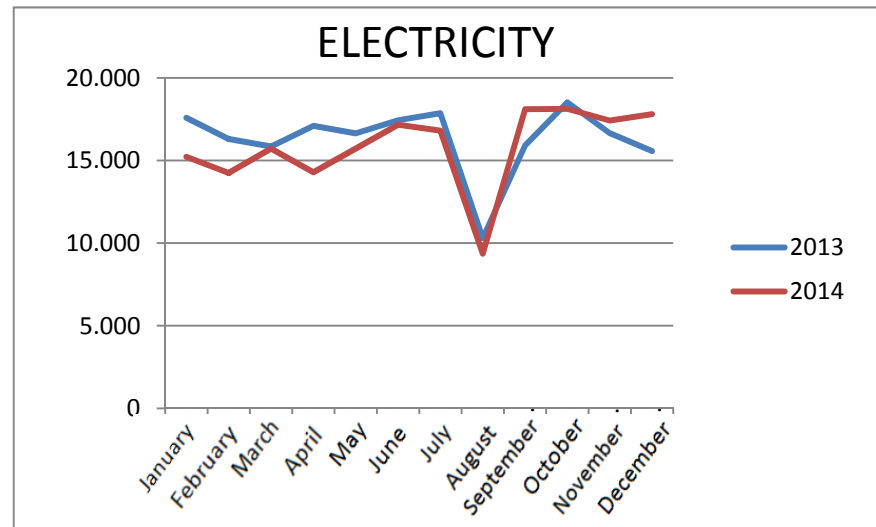
**2.2. A – Consumption**

		January	February	March	April	May	June	July	August	September	October	November	December	
ELECTRICITY (KWh)	2013	17.581	16.301	15.842	17.094	16.637	17.433	17.864	10.298	15.916	18.523	16.653	15.565	195.707
	2014	15.218	14.243	15.722	14.282	15.723	17.165	16.803	9.361	18.101	18.124	17.417	17.806	189.965
		-13%	-13%	-1%	-16%	-5%	-2%	-6%	-9%	14%	-2%	5%	14%	-3%

		January	February	March	April	May	June	July	August	September	October	November	December	
GAS (KWh)	2013	70.296	64.298	31.365	24.742	34	0	0	0	45	45	35.988	52.017	278.830
	2014	83.678	61.208	41.157	17.994	2.465	11	0	0	0	45	31.320	46.667	284.545
		19%	-5%	31%	-27%	99%	100%	-	-	-100%	0%	-13%	-10%	2%

		January	February	March	April	May	June	July	August	September	October	November	December	
ELEC+GAS (KWh)	2013	87.877	80.599	47.207	41.836	16.671	17.433	17.864	10.298	15.961	18.568	52.641	67.582	474.537
	2014	98.896	75.451	56.879	32.276	18.188	17.176	16.803	9.361	18.101	18.169	48.737	64.473	474.510
		13%	-6%	20%	-23%	9%	-1%	-6%	-9%	13%	-2%	-7%	-5%	0%

		January	February	March	April	May	June	July	August	September	October	November	December	
WATER (m3)	2013	73	64	69	80	96	77	39	21	93	121	115	117	965
	2014	83	75	110	108	79	74	65	74	67	93	77	51	956
		14%	17%	59%	35%	-18%	-4%	67%	252%	-28%	-23%	-33%	-56%	-1%





2.2. B – Intensity of use

Then we can see the schedule of classrooms and laboratories of the faculty. (Catalonia Academic Developments Center, S.L., 2015)

 Busy

		Tecn.Lab. Optics (0.05)				
		Mo	Tu	We	Th	Fr
08:00-09:00						
09:00-10:00						
10:00-11:00						
11:00-12:00						
12:00-13:00						
13:00-14:00						
14:00-15:00						
15:00-16:00						
16:00-17:00						
17:00-18:00						
18:00-19:00						
19:00-20:00						

		Microbiology Lab. (1.72)				
		Mo	Tu	We	Th	Fr
08:00-09:00						
09:00-10:00						
10:00-11:00						
11:00-12:00						
12:00-13:00						
13:00-14:00						
14:00-15:00						
15:00-16:00						
16:00-17:00						
17:00-18:00						
18:00-19:00						
19:00-20:00						

		Lab.Lenses Ophtal. (0.08)				
		Mo	Tu	We	Th	Fr
08:00-09:00						
09:00-10:00						
10:00-11:00						
11:00-12:00						
12:00-13:00						
13:00-14:00						
14:00-15:00						
15:00-16:00						
16:00-17:00						
17:00-18:00						
18:00-19:00						
19:00-20:00						

		Classroom 2.2 (2.09)				
		Mo	Tu	We	Th	Fr
08:00-09:00						
09:00-10:00						
10:00-11:00						
11:00-12:00						
12:00-13:00						
13:00-14:00						
14:00-15:00						
15:00-16:00						
16:00-17:00						
17:00-18:00						
18:00-19:00						
19:00-20:00						

		Lab. V. Binocular (0.32)				
		Mo	Tu	We	Th	Fr
08:00-09:00						
09:00-10:00						
10:00-11:00						
11:00-12:00						
12:00-13:00						
13:00-14:00						
14:00-15:00						
15:00-16:00						
16:00-17:00						
17:00-18:00						
18:00-19:00						
19:00-20:00						

		Classroom 2.1 (2.11)				
		Mo	Tu	We	Th	Fr
08:00-09:00						
09:00-10:00						
10:00-11:00						
11:00-12:00						
12:00-13:00						
13:00-14:00						
14:00-15:00						
15:00-16:00						
16:00-17:00						
17:00-18:00						
18:00-19:00						
19:00-20:00						

		Lab. Optics (0.46)				
		Mo	Tu	We	Th	Fr
08:00-09:00						
09:00-10:00						
10:00-11:00						
11:00-12:00						
12:00-13:00						
13:00-14:00						
14:00-15:00						
15:00-16:00						
16:00-17:00						
17:00-18:00						
18:00-19:00						
19:00-20:00						

		Classroom drawing (2.69)				
		Mo	Tu	We	Th	Fr
08:00-09:00						
09:00-10:00						
10:00-11:00						
11:00-12:00						
12:00-13:00						
13:00-14:00						
14:00-15:00						
15:00-16:00						
16:00-17:00						
17:00-18:00						
18:00-19:00						
19:00-20:00						

		Physical Optics (0.77)				
		Mo	Tu	We	Th	Fr
08:00-09:00						
09:00-10:00						
10:00-11:00						
11:00-12:00						
12:00-13:00						
13:00-14:00						
14:00-15:00						
15:00-16:00						
16:00-17:00						
17:00-18:00						
18:00-19:00						
19:00-20:00						

		Classroom 2.4 (2.73)				
		Mo	Tu	We	Th	Fr
08:00-09:00						
09:00-10:00						
10:00-11:00						
11:00-12:00						
12:00-13:00						
13:00-14:00						
14:00-15:00						
15:00-16:00						
16:00-17:00						
17:00-18:00						
18:00-19:00						
19:00-20:00						

		Lab Mat. and Che. (1.02)				
		Mo	Tu	We	Th	Fr
08:00-09:00						
09:00-10:00						
10:00-11:00						
11:00-12:00						
12:00-13:00						
13:00-14:00						
14:00-15:00						
15:00-16:00						
16:00-17:00						
17:00-18:00						
18:00-19:00						
19:00-20:00						

		Classroom 2.3 (2.75)				
		Mo	Tu	We	Th	Fr
08:00-09:00						
09:00-10:00						
10:00-11:00						
11:00-12:00						
12:00-13:00						
13:00-14:00						
14:00-15:00						
15:00-16:00						
16:00-17:00						
17:00-18:00						
18:00-19:00						
19:00-20:00						

		Classroom 1.2 (1.32)				
		Mo	Tu	We	Th	Fr
08:00-09:00						
09:00-10:00						
10:00-11:00						
11:00-12:00						
12:00-13:00						
13:00-14:00						
14:00-15:00						
15:00-16:00						
16:00-17:00						
17:00-18:00						
18:00-19:00						
19:00-20:00						

		Lab.Contactology (3.19)				
		Mo	Tu	We	Th	Fr
08:00-09:00						
09:00-10:00						
10:00-11:00						
11:00-12:00						
12:00-13:00						
13:00-14:00						
14:00-15:00						
15:00-16:00						
16:00-17:00						
17:00-18:00						
18:00-19:00						
19:00-20:00						

		Phisio/Neu/Pharm(1.05)				
		Mo	Tu	We	Th	Fr
08:00-09:00						
09:00-10:00						
10:00-11:00						
11:00-12:00						
12:00-13:00						
13:00-14:00						
14:00-15:00						
15:00-16:00						
16:00-17:00						
17:00-18:00						
18:00-19:00						
19:00-20:00						

		Lab.Optome. II y III (3.07)				
		Mo	Tu	We	Th	Fr
08:00-09:00						
09:00-10:00						
10:00-11:00						
11:00-12:00						
12:00-13:00						
13:00-14:00						
14:00-15:00						
15:00-16:00						
16:00-17:00						
17:00-18:00						
18:00-19:00						
19:00-20:00						

		Computer room 2 (1.34)				
		Mo	Tu	We	Th	Fr
08:00-09:00						
09:00-10:00						
10:00-11:00						
11:00-12:00						
12:00-13:00						
13:00-14:00						
14:00-15:00						
15:00-16:00						
16:00-17:00						
17:00-18:00						
18:00-19:00						
19:00-20:00						

		Lab. Tools Opt(3.37)				
		Mo	Tu	We	Th	Fr
08:00-09:00						
09:00-10:00						
10:00-11:00						
11:00-12:00						
12:00-13:00						
13:00-14:00						
14:00-15:00						
15:00-16:00						
16:00-17:00						
17:00-18:00						
18:00-19:00						
19:00-20:00						

		Classroom 1.1 (1.30)				
		Mo	Tu	We	Th	Fr
08:00-09:00						
09:00-10:00						
10:00-11:00						
11:00-12:00						
12:00-13:00						
13:00-14:00						
14:00-15:00						
15:00-16:00						
16:00-17:00						
17:00-18:00						
18:00-19:00						
19:00-20:00						

		Classroom Nova (3.1)				
		Mo	Tu	We	Th	Fr
08:00-09:00						
09:00-10:00						
10:00-11:00						
11:00-12:00						
12:00-13:00						
13:00-14:00						
14:00-15:00						
15:00-16:00						
16:00-17:00						
17:00-18:00						
18:00-19:00						
19:00-20:00						

		Computer room 1 (1.37)				
		Mo	Tu	We	Th	Fr
08:00-09:00						
09:00-10:00						
10:00-11:00						
11:00-12:00						
12:00-13:00						
13:00-14:00						
14:00-15:00						
15:00-16:00						
16:00-17:00						
17:00-18:00						
18:00-19:00						
19:00-20:00						

		Lab. Optometry I (3.62)				
		Mo	Tu	We	Th	Fr
08:00-09:00						
09:00-10:00						
10:00-11:00						
11:00-12:00						
12:00-13:00						
13:00-14:00						
14:00-15:00						
15:00-16:00						
16:00-17:00						
17:00-18:00						
18:00-19:00						
19:00-20:00						

Lab.Anatomy/Hist. (1.63)					
	Mo	Tu	We	Th	Fr
08:00-09:00					
09:00-10:00					
10:00-11:00					
11:00-12:00					
12:00-13:00					
13:00-14:00					
14:00-15:00					
15:00-16:00					
16:00-17:00					
17:00-18:00					
18:00-19:00					
19:00-20:00					

ILLUMINATION			
The installations are easily accessible for maintenance?	<input checked="" type="checkbox"/>		
There is a control for regulation?		<input checked="" type="checkbox"/>	
There is a preparation to incorporate the control?		<input checked="" type="checkbox"/>	
There is sectoring circuit for each space?	<input checked="" type="checkbox"/>		
There is provided a sectorized regulation?			
In public spaces, there are motion detectors?		<input checked="" type="checkbox"/>	
Fluorescent these areas have electronic ballast?		<input checked="" type="checkbox"/>	
Outside, the turn on is with daylight sensors?		<input checked="" type="checkbox"/>	
POWER			
Lift			
It has a low consumption engine?		<input checked="" type="checkbox"/>	
If there are more elevators, have selective maneuver?			JUST ONE LIFT ITS MAKES BY THE COMPANY AUTHORIZED PERSONNEL
Maintained is do it by the staff of the faculty?		<input checked="" type="checkbox"/>	
If so, this staff has been adequately trained?			<input checked="" type="checkbox"/>

**2.2. C – Building Management**

The building management is divided into internal and external.

External management, conducted by Gemma Santularia (Service and Maintenance Works of UPC) consists in: with the program of Schneider TAC, on and off the production systems of hot and cold, constantly monitoring the full operation of the installations of the faculty.

Internal management is implemented by custodians of the building and the users of each space of this.

This questionnaire was completed by Gemma Santularia y Francisco Ruiz (custodian).

MAINTENANCE AND USE SURVEY	Y	N	NA/D K	COMMENTS
The building has a Book Building?		<input checked="" type="checkbox"/>		IT WAS NOT REQUIRED AT THE TIME OF IMPLEMENTATION
Are followed the preventive maintenance measures marks at the Book?			<input checked="" type="checkbox"/>	ITS FOLLOWED THE MAINTANCE PROGRAM OF UPC
How often these maintenance activities are performed?				IT DEPENDS, THERE WEEKLY, MONTHLY, QUARTERLY, ANNUAL PROGRAMS
They offer courses and training for users on energy saving?	<input checked="" type="checkbox"/>			ARE FOLLOWED POE PROGRAMS
CONDITIONING				
Heating				
The installations are easily accessible for maintenance?	<input checked="" type="checkbox"/>			
There are thermostat / purger?	<input checked="" type="checkbox"/>			
There is a control for regulation?	<input checked="" type="checkbox"/>			
There is a preparation to incorporate the control?			<input checked="" type="checkbox"/>	
There is the possibility of regulation by area?	<input checked="" type="checkbox"/>			3 AREAS
There is support for solar installation?		<input checked="" type="checkbox"/>		
There is timetable on / off, or is centralized?	<input checked="" type="checkbox"/>			
Cooling				
The building has cooling elements?	<input checked="" type="checkbox"/>			
The installations are easily accessible for maintenance?	<input checked="" type="checkbox"/>			
There is a control for regulation?	<input checked="" type="checkbox"/>			
There is a preparation to incorporate the control?			<input checked="" type="checkbox"/>	
There is the possibility of regulation by area?	<input checked="" type="checkbox"/>			
There is timetable on / off, or is centralized?	<input checked="" type="checkbox"/>			

## 2.2. D – Conditions of Comfort

Then I attached a questionnaire of comfort in the faculty made by 50 users, representing a sample of 10% of total building users.

COMFORT SURVEY	Yes	No	NA/DK	%Yes	%No	%NA/DK
<b>Conditioning in the workspace</b>						
There is thermostat?	24	14	12	48%	28%	24%
The temperature in summer is 26°C?	20	10	20	40%	20%	40%
The temperature in winter is 21 ° C?	15	23	12	30%	46%	24%
In winter you open the window too much heat?	4	46	0	8%	92%	0%
The windows have shutters?	5	38	7	10%	76%	14%
If there are shutters, you can use them?	5	0	0	100%	0%	0%
The windows have curtains?	11	32	7	22%	64%	14%
If there are curtains, you can use them?	6	5	0	55%	45%	0%
In winter you need a jacket?	25	25	0	50%	50%	0%
In summer you need a jacket?	5	45	0	10%	90%	0%
<b>Illumination</b>						
You can work with natural light?	21	29	0	42%	58%	0%
Do you think the classroom lighting is excessive?	2	46	2	4%	92%	4%
The lights turn off when they are not needed?	48	2	0	96%	4%	0%
Electrical appliances turn off when not in use?	41	9	0	82%	18%	0%
<b>Ventilation</b>						
The space has natural ventilation?	18	27	5	36%	54%	10%
The space is ventilated? (10min / day)	14	24	12	28%	48%	24%

Building users explain me in public areas (in the corridors around the courtyard of the 2nd floor) large currents of wind occur in winter implying an excess of cold. The heating was not altered by this event because there are no temperature sensors in common areas,