



Escola d'Enginyeria de Telecomunicació i  
Aeroespacial de Castelldefels

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA

# TRABAJO DE FIN DE CARRERA

**TÍTULO DEL TFC:** Diseño de una calculadora de la eficiencia energética en la iluminación basada en LEDs. Aplicación en el campus de la UPC.

**TITULACIÓN:** Ingeniería Técnica Aeronáutica, especialidad Aeronavegación

**AUTORES:** Victoria Rodríguez Morales  
Francesc Vila Sala

**DIRECTOR:** Jordi Mazón Bueso

**CODIRECTOR:** Jose Ignacio Rojas Gregorio

**FECHA:** 18 de julio de 2012



**Título:** Diseño de una calculadora de la eficiencia energética en la iluminación basada en LEDs. Aplicación en el campus de la UPC.

**Autores:** Victoria Rodríguez Morales  
Francesc Vila Sala

**Director:** Jordi Mazón Bueso

**CODIRECTOR:** Jose Ignacio Rojas Gregorio

**Data:** 18 de julio de 2012

## Resumen

Actualmente la tecnología de iluminación LED es la técnica de iluminación más eficiente. Además de ser la tecnología más limpia, ya que no produce residuos contaminantes, también es la forma de iluminación más duradera, debido a su extensa vida útil, que duplica la de los fluorescentes, la más alta hasta el momento.

La desventaja principal que presenta el LED es que al ser una tecnología nueva y poco desarrollada tiene un coste bastante elevado por lo que para poder hacer su instalación se necesita una gran inversión inicial.

Debido a todas las ventajas que presenta y a pesar de su precio, se está extendiendo su uso tanto en iluminación de obras nuevas como para la sustitución de la iluminación tradicional en edificios ya construidos.

El objetivo del trabajo es desarrollar una herramienta que permita analizar el ahorro energético y económico en la sustitución de la iluminación actual por sistemas basados en tecnología LED. Se trata de una calculadora, creada con el programa QT creator, que como input pide introducir la cantidad de lámparas y seleccionar, de la base de datos, el tipo y consumo de éstas. De esta forma el programa proporciona diferentes datos como el ahorro energético, económico, el ahorro en emisiones de CO<sub>2</sub>, los árboles equivalentes a este ahorro, el ahorro en mantenimiento, la inversión inicial necesaria y el tiempo que se tarda en recuperar esta inversión.

Como ejemplo de aplicación se ha analizado el *Parc Mediterrani de la Tecnologia*(PMT). Para ello ha sido necesario realizar un inventario de todos los puntos de luz de los edificios que pertenecen al PMT. Este se ha introducido en la calculadora y los resultados obtenidos indican que la sustitución de las lámparas por LEDs es totalmente viable.

**Title:** Design of an energy efficiency calculator in lighting based on LEDs. Application on the campus of the UPC.

**Authors:** Victoria Rodríguez Morales  
Francesc Vila Sala

**Director:** Jordi Mazón Bueso

**Codirector:** Jose Ignacio Rojas Gregorio

**Date:** July, 18 th 2012

## Overview

Actually LED lighting technology is the most efficient lighting technology. In addition of being the cleanest technology, since it doesn't produce any polluting waste, it is also the most durable form of lighting, due to its long service life, which doubles the fluorescents one, the largest until the arrive of LEDs.

The main disadvantage presented by the LED technology is that being a new and undeveloped technology it costs much more than the rest of lighting technologies. This means a large initial investment for its installation.

Because of all the advantages that presents and despite of its price, the use of LED technology is expanding both new construction and replacement of traditional lighting in existing buildings.

The aim of this project is to develop a tool to analyze the energy and costs savings in replacing current lighting systems by LEDs. It is a calculator, created with the QT creator, which as input requests the number of lamps, and the selection from the database of the type and consumption of the lamps. So that, the program provides different data as the energetic and economic savings, the CO2 emissions saving, the equivalent trees, the maintenance saving, the initial investment and the payback.

As an example of application we have analyzed the *Parc Mediterrani de la Tecnologia*(PMT). For this reason it has been necessary to realize an inventory of all the lighting points of the buildings that pertain to PMT. This inventory has been introduced to the calculator and the results obtained indicate that the substitution of the lamps for LEDs is viable.

La publicación de este trabajo ha estado posible gracias a la contribución de mucha gente, que nos ha ayudado ya sea de forma directa o simplemente animándonos moralmente.

Primero nos gustaría agradecer a nuestros respectivos familiares y parejas que nos han dado su apoyo cuando lo necesitábamos.

A nuestro tutor Jordi Mazón Bueso ya que sin él no habría existido tal trabajo y a José Ignacio Rojas por dedicar su tiempo en repasar algunos fallos del trabajo.

También queremos agradecer a todo el personal del PMT, tanto el de mantenimiento como los representantes del PMT por permitirnos y ayudarnos a realizar el inventario.

Finalmente a amigos y compañeros de la carrera, especialmente a Marcel Soler Ferret que no nos negó su ayuda cuando la necesitamos.

# ÍNDICE

<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>1</b>
<b>CAPÍTULO1. EL IMPACTO DEL SER HUMANO .....</b>	<b>1</b>
1.1 <b>El problema: Superpoblación.....</b>	<b>1</b>
1.1.1. Consecuencias sociales .....	3
1.1.2. Consecuencias económicas.....	4
1.1.3. Consecuencias ambientales.....	4
1.2 <b>La solución: desarrollo sostenible .....</b>	<b>6</b>
1.2.1 Soluciones en el ámbito Social.....	7
1.2.2 Soluciones en el ámbito económico.....	8
1.2.3 Soluciones en el ámbito ambiental.....	9
<b>CAPÍTULO 2. TECNOLOGÍA DE LA ILUMINACIÓN ACTUAL .....</b>	<b>10</b>
2.1 <b>Definiciones básicas .....</b>	<b>10</b>
2.2 <b>Iluminación incandescente.....</b>	<b>12</b>
2.3 <b>Iluminación halógena.....</b>	<b>13</b>
2.4 <b>Iluminación por descarga .....</b>	<b>14</b>
2.4.1 Iluminación de vapor de mercurio .....	14
2.4.2 Iluminación de vapor de sodio.....	21
<b>CAPITULO 3. EFICIENCIA ENERGÉTICA APLICADA A LA ILUMINACIÓN: LED'S.....</b>	<b>25</b>
3.1 <b>Tecnología de iluminación LED .....</b>	<b>25</b>
3.1.1 Historia.....	25
3.1.1 Tecnología LED.....	26
3.1.2 Comparación de los LED's con la tecnología de iluminación actual.....	27
<b>CAPITULO 4. APLICACIÓN EN EL PMT .....</b>	<b>30</b>
4.1 <b>Inventario de los puntos de iluminación del PMT .....</b>	<b>30</b>
4.1.1 Contenido .....	30
4.1.2 Proceso de elaboración.....	31
4.1.3 Resultados.....	32
4.2 <b>Calculadora de eficiencia energética de iluminación basada en LEDs.....</b>	<b>33</b>
4.2.1 Uso de la calculadora .....	33
4.2.2 Programación de la calculadora.....	35
4.2.3 Resultados.....	38
<b>CAPÍTULO 5. CONCLUSIONES .....</b>	<b>40</b>
5.1 <b>Conclusiones .....</b>	<b>40</b>
5.2 <b>Futuras mejoras.....</b>	<b>40</b>

<b>CAPÍTULO 6. BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>42</b>
<b>ANEXO A: INVENTARIO.....</b>	<b>44</b>
<b>A.1 B4: CTTC.....</b>	<b>44</b>
<b>A.2. B6: Instituto de Geomática .....</b>	<b>46</b>
<b>A.3. B7: Residencia Pius Font i Quer .....</b>	<b>49</b>
<b>A.4. C3: Edificio CIMNE – EETAC 2 .....</b>	<b>79</b>
<b>A.5. C4: Edificio EETAC 1 (Alumnos).....</b>	<b>83</b>
<b>A.6. C4: Edificio EETAC 1 (Profesores) .....</b>	<b>90</b>
<b>A.7. C4: Edificio EETAC 1 (I2CAT).....</b>	<b>96</b>
<b>A.8. D4: ESAB .....</b>	<b>97</b>
<b>A.7. D7: Edificio Campus.....</b>	<b>105</b>
<b>A.8. P: Aparcamiento .....</b>	<b>109</b>
<b>A.9. Exteriores .....</b>	<b>109</b>
<b>A.10. Total campus.....</b>	<b>110</b>
<b>ANEXO B. CÓDIGO CALCULADORA.....</b>	<b>112</b>

## NOMENCLATURA

%A=porcentaje de ahorro

%leqL= porcentaje lúmenes equivalentes LED

ACO<sub>2</sub>= ahorro emisiones CO<sub>2</sub> toneladas al año

Ael = Ahorro de energía por lámpara

AeqACO<sub>2</sub>=árboles equivalentes al ahorro de emisiones de CO<sub>2</sub>

Am=Ahorro anual en mantenimiento

AT = Ahorro total (kWh/año)

AT€=Ahorro total (€/año)

Avu=años vida útil

CA= Consumo actual (kwh/año)

ccL =coste cambio LED

ccl=coste cambio lámpara

CL = Cantidad lámparas

Cl50000=Cambios lámpara 50000 h

CS=Coste total de sustitución por LEDs

CTcL=Coste total de cambio por LED

CTcvL=coste total cambios de vida LED

Dfa= días de funcionamiento al año

Hfa= horas funcionamiento anual

Hfa=horas de funcionamiento al año

Hfd =horas de funcionamiento al día

KgCO<sub>2</sub>a= kg de CO<sub>2</sub> depurados por un árbol en un año

Lefl=lúmenes efectivos lámpara

LefL=lúmenes eficientes LED

LeqL=lúmenes equivalentes LED

Leql=lúmenes equivalentes lámpara

Lr/WL=lúmenes reales/ Vatios LED

nC50000= número de cabios en 50000h

ηd= eficiencia driver

ηdL=eficiencia driver LED

ηmo=eficiencia media óptica

pKWh = precio kWh

PI = potencia lámpara

PL=potencia LED

prl=precio lámpara

prL=precio LEDs

pr1L= precio de cada LED

Vu=vida útil

Ws= Vatios sistema

WsL=Vatios sistema led

## INTRODUCCIÓN

El sector energético es uno de los principales causantes del aumento de las emisiones de CO<sub>2</sub>. Cambiar el modelo actual de consumo de energía es clave para combatir el cambio climático. Se opta por el uso de las energías renovables para luchar contra este problema pero otra solución posible, consiste en mejorar la eficiencia en el consumo energético.

Actualmente la tecnología LED es la forma de iluminación más eficiente, por lo que substituyendo, la iluminación tradicional (incandescentes, halógenas, fluorescentes...) por LEDs ahorraríamos grandes cantidades de energía, reduciríamos el impacto ambiental y disminuiríamos los costes económicos de la factura.

Nuestro objetivo es proporcionar una herramienta que permita, a todo el mundo, realizar el cálculo de los beneficios que obtendría al substituir las lámparas, tanto de empresas, particulares o instituciones (universidades, oficinas, ayuntamientos...) por LEDs.

Esta idea surge a partir del 15º Premio de Ideas Ambientales y Sostenibles de la UPC, el cual consiste en proponer ideas para promover proyectos y acciones innovadoras que contribuyan a los grandes cambios que el mundo necesita para transformar el modelo económico y social actual y transitar hacia nuevos modelos de desarrollo sostenibles.

Para participar se creó un equipo, L4aC (LEDS for a Change), cuyo objetivo ha sido concienciar sobre la necesidad de mejorar la eficiencia energética y fomentar el uso de la tecnología LED.

La herramienta creada se ha aplicado en un caso real, el *Parc Mediterrani de la Tecnologia* (PMT) de la UPC, para demostrar su funcionamiento. Para ello se ha realizado un inventario de los puntos de luz del PMT y se han introducido los resultados en la calculadora, pudiendo conocer así algunos parámetros de interés social, ambiental y económico como el ahorro económico en la facturación eléctrica, el ahorro energético en el consumo, la cantidad de CO<sub>2</sub> emitida y su reducción respecto a la inicial, el número de árboles equivalentes necesarios para absorber este ahorro de emisiones, la inversión inicial necesaria para la substitución y el tiempo de recuperación de la inversión.



# CAPÍTULO 1. EL IMPACTO DEL SER HUMANO

En este primer capítulo explicaremos el problema que supone la superpoblación, sus consecuencias en el ámbito social, económico y ambiental y posibles soluciones aplicables en dichos ámbitos.

Empezaremos mostrando cual es la población actual, como ha ido creciendo en los últimos años y la previsión futura, continuaremos explicando sus consecuencias actuales y a largo plazo en los tres ámbitos mencionados anteriormente y finalizaremos exponiendo soluciones para evitar un empeoramiento de la situación.

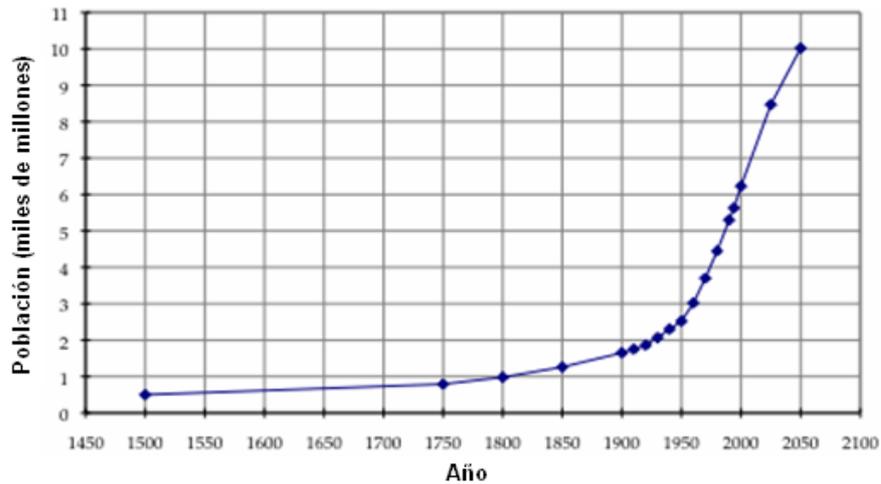
Este capítulo es importante ya que nos muestra la situación actual de la sociedad y la futura, si no tomamos ninguna medida para remediarlo.

## 1.1 El problema: Superpoblación

Actualmente convivimos más de siete mil millones de personas en el mundo, cantidad que sigue aumentando cada segundo que pasa. [2]

Se toma como inicio de este crecimiento demográfico la revolución industrial (1750), principalmente por la mejora de condiciones de vida que esta supuso, la desaparición del hambre, la expansión de los servicios sanitarios y su clara influencia en la disminución de la tasa de mortalidad y aumento de la edad media de vida. A partir de este momento la población ha continuado creciendo exponencialmente.

Para el año 2050, si el crecimiento anual de población se mantiene, se prevé que la población mundial alcanzaría poco más que los 9.000 millones de habitantes. Sin embargo, la población mundial aumentará más de lo previsto debido a la disminución de la mortalidad en los países ricos y al aumento de los nacimientos en los países en vías de desarrollo, alcanzando los 10.000 millones de habitantes.



**Figura 1.1.** Evolución de la población mundial [3]

Pero el concepto de superpoblación no se refiere exactamente a la existencia de un gran número de habitantes en un territorio, más bien se basa en el principio de que todo territorio tiene una determinada capacidad de carga, la cual viene determinada por la cantidad de recursos disponibles y por la tasa de renovación de estos. Si la población aumenta sobre la capacidad de carga, habrá superpoblación, y por lo tanto los recursos no serán suficientes para todos los habitantes. [4]

El informe de los *límites del crecimiento*, encargado por el club de Roma y publicado en 1972, se basa en simulaciones informáticas que muestran el crecimiento de la población, el crecimiento económico y el incremento de la huella ecológica de la población en los próximos 100 años. La conclusión de dicho informe fue la siguiente:

*“Si la industrialización, la contaminación ambiental, la producción de alimentos y el agotamiento de los recursos mantienen las tendencias actuales de crecimiento de la población mundial, este planeta alcanzará los límites de su crecimiento en el curso de los próximos cien años. El resultado más probable sería un súbito e incontrolable descenso, tanto de la población como de la capacidad industrial”.* [1]

En 1992, 20 años después de la publicación original, se actualizó y publicó una nueva versión del informe titulado *Más allá de los límites del crecimiento*, en la cual, basándose en los datos del informe previo, se exponía que la humanidad ya había superado la capacidad de carga del planeta para sostener su población. Por lo que los seres humanos hemos tenido y tenemos que ingeniárnoslo para no acabar en la situación con la que se concluía *el límite del crecimiento*.

A partir de aquí clasificaremos todas aquellas consecuencias que suponen el superar la capacidad de carga de nuestro planeta en tres ámbitos

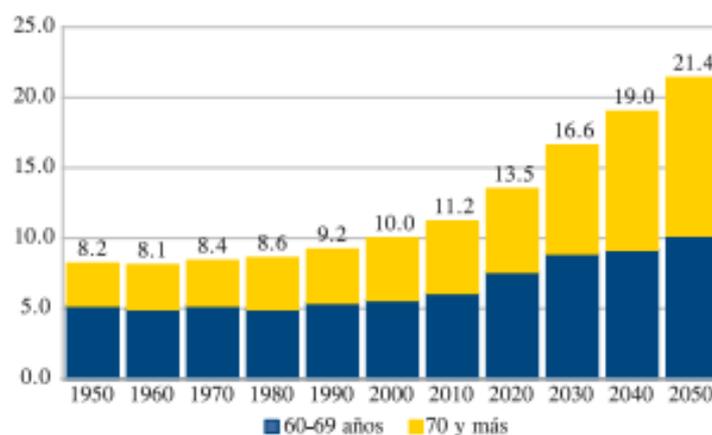
diferentes, aunque relacionados entre sí: el social, el económico y el ambiental.

### 1.1.1. Consecuencias sociales

El principal problema social es la tasa de natalidad, muy baja o muy alta dependiendo del estado de desarrollo de cada país. La explosión demográfica es un problema que se suele relacionar con los países pobres o en vías de desarrollo y por el contrario los fenómenos de envejecimiento demográfico con los países desarrollados.

En países subdesarrollados, en los que las mujeres que no tienen acceso a la educación, es más probable que se case antes y tenga más hijos. Esto también puede aplicarse a la sanidad, ya que si la mujer no tiene acceso a servicios médicos es muy común que tengan embarazos no deseados. Esto también se observa en otros ámbitos de desarrollo como que la familia se apoye en los hijos para asegurar el negocio o la propia vejez de los padres. Pero ahora que la situación ha cambiado, que estos países se encuentran en vías de desarrollo, esta situación puede originar poblaciones con dificultades para dar servicios (educacionales, sanitarios etc.) a todos sus miembros y también dificultades futuras en el mercado de trabajo, abocando a gran parte de la población a no encontrar trabajo o a realizar trabajos mal remunerados. [5]

Por otro lado, en los países más desarrollados, la baja tasa de natalidad implica un envejecimiento de la población. El aumento del porcentaje de personas de mayor edad (más de 60 años) y la disminución del porcentaje de niños y adolescente (menos de 15 años) tiene consecuencias directas en las relaciones dentro de la familia, la igualdad entre las generaciones, los estilos de vida, en la economía y la salud y servicios sanitarios en general.



**Figura 1.2.** Porcentaje de la población mundial de 60 años y más respecto a la población total, 195-2050. [6]

En cuanto a la sanidad, la educación, la vivienda y el empleo el problema se encuentra en la gran cantidad de habitantes que requerirán estos servicios y la dificultad de implantar políticas gubernamentales debido al rápido crecimiento de la población.

### **1.1.2. Consecuencias económicas**

Económicamente, el principal problema es la pobreza, es decir el reparto desigual de la riqueza. Mientras exista esta gran diferencia entre ricos y pobres en el mundo la pobreza seguirá contribuyendo directamente a un crecimiento de la población: se necesitan hijos para trabajar en el campo, llevar dinero a casa y asegurar en cierta forma la vejez de los padres.

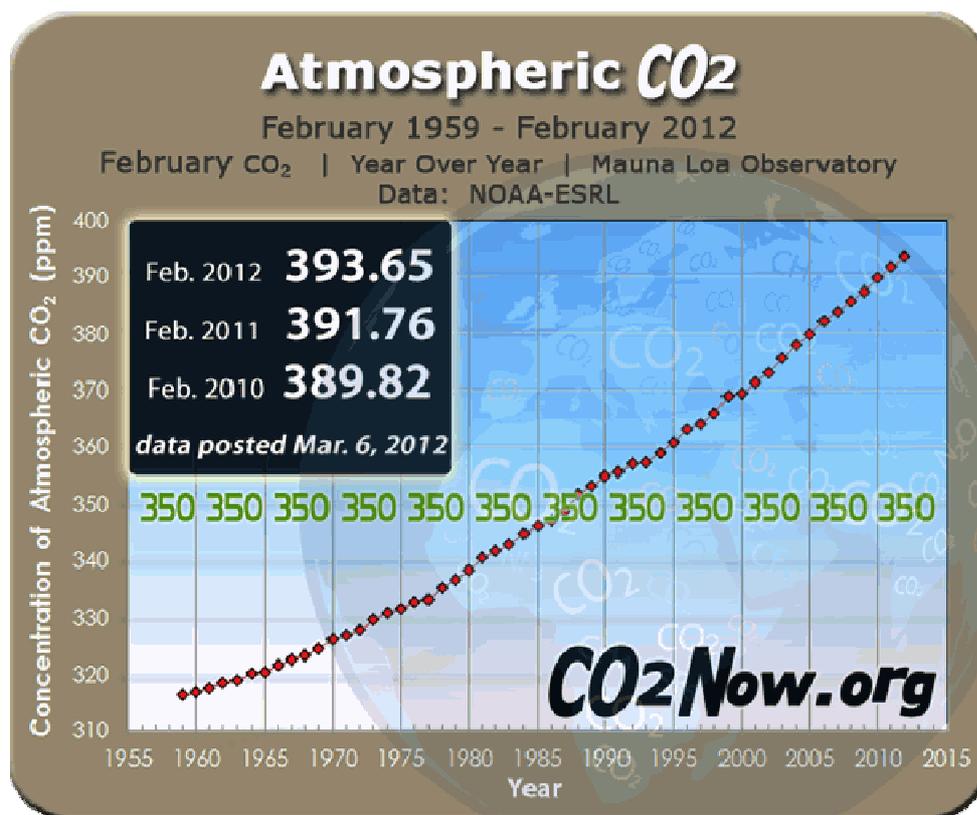
Otra consecuencia es el consumismo, sobre todo de los países más desarrollados. Con consumismo nos referimos a consumir lo innecesario, en cualquiera de sus formas, pensando simplemente en que nos lo podemos permitir y no en las consecuencias a nivel global. No es sostenible que todos los ciudadanos del planeta consuman tantos bienes, materias y energía como lo hacen los ciudadanos del primer mundo y si el ritmo de consumo de los países ricos llegara a los pobres, el colapso sería inmediato.

### **1.1.3. Consecuencias ambientales**

Este es el ámbito más perjudicado por el aumento de la población. Son muchas las consecuencias ambientales que ha causado, tanto directa como indirectamente, la superpoblación.

La principal de estas consecuencias es el cambio climático. El cambio climático es uno de los mayores problemas que afecta a nuestra sociedad hoy en día y, aunque es debido a causas naturales, somos los seres humanos quienes aceleramos de forma descontrolada su avance.

El cambio climático es generado por los llamados gases invernadero que provocan una variación del clima a una velocidad mayor de lo normal. El principal gas, que afecta al cambio climático, emitido por el hombre, es el dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ), cuya concentración en la atmósfera ha alcanzado su mayor nivel, 396.78 partes por millón (ppm). El límite máximo seguro de concentración de  $\text{CO}_2$  es de 350 ppm, nivel que fue superado a principios de 1988, de forma que si no tomamos medidas drásticas acabaremos con nuestro planeta antes de lo previsto.



**Figura 1.3.** Concentración atmosférica de CO<sub>2</sub>, 1959-2012. [7]

El aumento de estas emisiones es debido a actividades humanas como la deforestación, el cambio en el uso de las tierras, la agricultura, la quema de combustibles fósiles y en una pequeña parte debido a causas naturales como anomalías en la temperatura del suelo, espesor y extensión de la nieve invernal, etc.

El consumo de energía es otra consecuencia importante y aunque también influye en el ámbito económico, causa mayor impacto en el ambiental. Es lógico que un aumento de la población conlleve un aumento del consumo de energía y es esta consecuencia para la cual nuestro objetivo es proponer una solución.

Hay tres grandes tipos de energía: fósil, nuclear y solar. Tanto hidrocarburos como minerales radiactivos y fotones solares contienen energía en diferentes grados de concentración y tras el debido proceso de refinado todas se convierten en energía útil.

Existe una gran dependencia de la energía por parte del ser humano y esa dependencia cada vez es mayor. Prácticamente todo lo que nos rodea necesita energía para producirse y para funcionar. El problema es que estamos acostumbrados a utilizar energías no limpias tanto de forma directa como indirecta, para generar electricidad por ejemplo, y, aparte de que son recursos

que se están agotando, es una de las principales causas de contaminación del medio ambiente. Toda nuestra economía está basada en el consumo masivo de energía fósil: la energía procedente de carbones, petróleo y gas natural aporta un 88% del consumo total de energía primaria.

Los países más pobres muestran los consumos más bajos de energía, mientras que los países más ricos utilizan grandes cantidades de la misma. Sin embargo este escenario está cambiando de forma drástica, cambio que se acentuará en los próximos años, donde serán precisamente los países en vías de desarrollo quienes experimenten con mayor rapidez un aumento en su consumo de energía debido al incremento que tendrán tanto en sus poblaciones como en sus economías. [8]

En cuanto al tema del transporte, actualmente hay un vehículo por cada siete personas, lo que supone más de mil millones de vehículos consumiendo combustibles fósiles y por lo tanto enviando toneladas de CO<sub>2</sub> a la atmosfera.

Otro problema es la demanda de alimentos y en especial la de carne. La agricultura es una fuente importante de gases que contribuyen al efecto invernadero. Por no hablar de la ganadería, que deforesta, emite muchos gases (desde los intestinales a los necesarios para la producción, transporte y climatización), necesita grandes cantidades de agua, etc. Para hacernos una idea cada kilogramo de carne ha necesitado 1.000 litros de agua para formarse y otros 100 kg de alimentos vegetales, en cambio, un kilogramo de cereal sólo precisa 100 litros y unos pocos gramos de abonos.

Por último la cantidad de residuos que generamos está directamente relacionada con la gran cantidad de habitantes en el mundo, cuantos más somos, más consumimos, más basura generamos.

Los estadounidenses son las personas que más basura producen en el mundo, 2Kg por persona. En Latinoamérica y en Europa se estima que cada persona genera 1.2 Kg por día, mientras que en África se producen 800gr al día por habitante. También hay que tener en cuenta la gran cantidad de desechos industriales o basura comercial que producimos. Se calcula que la generación de residuos a nivel mundial es dos veces mayor a lo que se generaba hace 30 años.

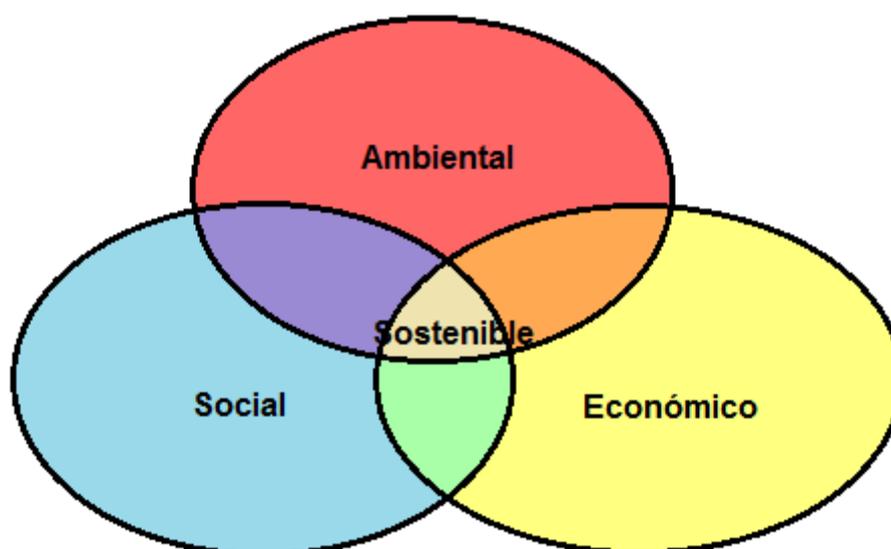
La acumulación de basura y su deficiente manejo constituyen un problema para la sociedad en general, ya que al desecharse de manera desordenada, los residuos se vuelven sucios, mal olientes y peligrosos para la salud. El mal manejo de la basura, ha dado como resultado la aparición de diferentes enfermedades, plagas, así como la contaminación de ríos, mares, y del aire que respiramos. [9]

## **1.2 La solución: desarrollo sostenible**

Existen suficientes recursos para acabar con la pobreza, alcanzar un desarrollo social y económico significativo para la mayor parte de la población mundial, proteger el medio ambiente y conservar al mismo tiempo las comodidades y ventajas que ha aportado la tecnología moderna. Para ello es necesario plantearse un cambio en la forma de seguir creciendo. Es así como surge el concepto de desarrollo sostenible.

Se puede definir el desarrollo sostenible como aquel desarrollo capaz de satisfacer las necesidades presentes sin comprometer los recursos y posibilidades de las generaciones futuras. Un ejemplo sería la tala de árboles asegurando la repoblación del mismo bosque.

La sostenibilidad queda caracterizada por tres factores: social (empleo, salud, educación...), económico (crecimiento, energía, transporte...) y ambiental (emisiones, agua, biodiversidad...). La combinación de un desarrollo económico y social respetuosos con el medio ambiente da lugar a un desarrollo sostenible, por lo que es necesario mejorar la tecnología y la organización social de forma que el medio ambiente se recupere de todo el daño que ha producido la actividad humana.



**Figura 1.4. Factores del desarrollo sostenible**

A continuación describiremos diversas actividades sostenibles de cada uno de estos tres ámbitos. Estas actividades se están llevando a cabo en la actualidad o se realizarán en un futuro próximo.

### **1.2.1 Soluciones en el ámbito Social**

Previamente se ha comentado que en los países en vías de desarrollados es donde se encuentra el mayor crecimiento de población anual debido a la alta tasa de natalidad y que en los países mas desarrollados la baja tasa de natalidad conlleva el envejecimiento de la población. Para evitar este crecimiento desenfrenado y dicho envejecimiento se está teniendo en cuenta realizar políticas de control de la natalidad, con el objetivo de promover bien su reducción o bien su incremento, por lo que básicamente hay dos tipos de políticas de control de la natalidad: las antinatalistas en los países pobres, para limitar el número de nacimientos, y las pronatalistas en los países desarrollados, orientadas a fomentar la elevación de sus bajas tasas de natalidad.

La política antinatalista en los países pobres se basa en inculcar una educación sexual y en la información de las consecuencias de los métodos anticonceptivos y como solución extrema el permitir un único hijo por familia. La política pronalista se basa en otorgar subsidios a las madres que tengan hijos y campañas de exaltación de la figura materna. Esta última obtendría como resultado una población más joven pero no solucionaría el rápido crecimiento de la población si no todo lo contrario, por lo que solo se aplica en épocas de postguerra.

En cuanto a la educación, sanidad, vivienda y empleo las políticas gubernamentales de cada país deberán aplicar las medidas que sean necesarias como uso del copago en sanidad por parte del usuario como fuente de financiación y como herramienta para racionalizar la demanda.

### **1.2.2 Soluciones en el ámbito económico**

Con solo repartir equitativamente la riqueza y reducir el consumismo podría mantenerse a casi el doble de la población actual.

En cuanto al tema de la pobreza, para erradicarla, no que los países pobres alcancen el nivel de vida de los países ricos, ya que eso es insostenible, existen varias líneas de actuación. Algunas de ellas son:

1. Donación de un mínimo del 0.7% del PIB de cada país desarrollado a países en desarrollo.
2. Condonación de la deuda externa. Muchos países no tienen para comer porque venden su riqueza (alimentos, árboles, minerales...) a los países ricos y con ese dinero poder pagar, también a los países ricos, su deuda externa.
3. Colaboración ciudadana: Tanto en lo económico (asociarse a ONGs, apadrinar niños del tercer mundo, colaborar en proyectos...) como en lo práctico, a través del voluntariado, por ejemplo.

En cuanto al consumismo la única solución que existe es reducir nuestro nivel de consumo. No es necesario establecer un nivel fijo si no que cada uno se establezca su propio nivel, consumiendo únicamente lo que necesita.

### **1.2.3 Soluciones en el ámbito ambiental**

Para solucionar o al menos evitar que empeore el cambio climático, principalmente, es necesario disminuir las emisiones de CO<sub>2</sub>, reducir el uso de combustibles fósiles y aumentar el de renovables, mejorar la eficiencia y la diversificación energética, seguir una política de desarrollo sostenible y sobre todo concienciar de la gravedad del problema a las generaciones futuras.

Existen multitud de acciones que realizadas por todo el mundo se obtendrían buenos resultados:

1. Ahorrar en el consumo de energía. Todo el mundo en casa puede cambiar las bombillas tradicionales por las de bajo consumo, poner el termostato con dos grados de menos en invierno y dos de mas en verano utilizar menos los aparatos eléctricos, o al menos desenchufarlos mientras no se utilicen. En las empresas y organismos públicos el ahorro es más importante, y estos podrían colaborar controlando el alumbrado público y usando políticas de ahorro. La solución que nosotros proponemos consiste en cambiar todos los puntos de luz por LEDs, cuyo consumo es mucho menor. Para ello facilitamos una calculadora en la que el usuario introduce los puntos de luz existente en su hogar o trabajo y le proporcionamos el ahorro energético, económico, los arboles equivalentes plantados, la inversión inicial necesaria y el tiempo de que se tarda en recuperarlo que obtiene al realizar esta acción.
2. Uso de energías renovables. Potenciar el uso de energías renovables tanto a nivel nacional como transferir esta tecnología a los países en desarrollo, dejando cada vez más apartado el uso de combustibles fósiles para generar energía.
3. Fomentar el uso del transporte público y el uso de la bicicleta como medio de transporte.
4. Reciclaje. Reciclar ahorra energía, reduce emisiones de gases de efecto invernadero, ahora en recursos naturales como madera, agua y minerales y evita la contaminación causada por la fabricación de productos de materiales vírgenes.
5. Alimentarnos mejor: menos carne y más vegetales.
6. Detener la deforestación y plantar árboles.

## CAPÍTULO 2. TECNOLOGÍA DE LA ILUMINACIÓN ACTUAL

En este capítulo se empezará explicando unos conceptos básicos necesarios para comprender las características de la iluminación actual incluyendo los LEDs.

Seguidamente se explicarán las técnicas de iluminación actual, sus principios de funcionamiento y sus características para una posterior comparación con las de los LEDs.

La información de este apartado está basada en información extraída de las páginas que se referencian en la bibliografía con los siguientes números: [10], [11], [12] y [13].

### 2.1 Definiciones básicas

Para trabajar en la temática de la iluminación primero se tienen que destacar algunas definiciones.

La primera es la de eficiencia energética, descrita como la optimización del consumo de energía ofreciendo el mismo nivel de servicio, en este caso iluminación.

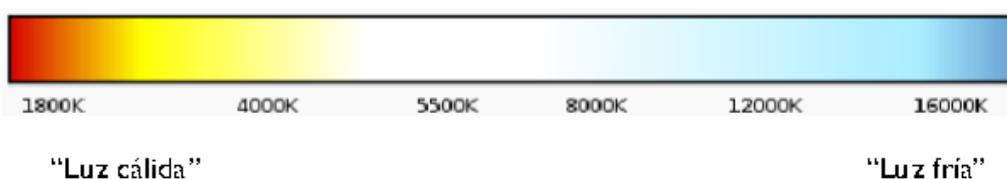
Una fuente de luz consume gas o electricidad, de la cual una parte se transforma en luz, la eficiencia energética aplicada a la iluminación trata de maximizar esta parte que se transforma en luz visible.

Definiremos todos los parámetros que caracterizan una fuente de luz, como el flujo luminoso (lumen), la iluminancia ( $\text{lux}=\text{lumen}/\text{m}^2$ ), la temperatura ( $^{\circ}\text{Kelvin}$ ) y el Índice de Reproducción Cromática (IRC).

El flujo luminoso es la energía transformada en luz visible por el ojo humano emitida por una fuente de luz en todas direcciones.

La iluminancia es la densidad de flujo luminoso en una superficie dada. Se define en lux ( $\text{lumen}/\text{m}^2$ ).

La temperatura de color de un flujo luminoso nos indica si una fuente de luz produce un flujo cálido o frío. Ésta depende de la longitud de onda del flujo, a mayor longitud de onda, más cálido es el flujo.



**Figura 2.1** Tonos de la luz visible por el ojo humano, con su temperatura.[13]

Tonalidad de las lámparas Fluorescentes				
<b>Gama estándar</b>				
154	D	6.500° K		Luz día
133	CW	4.300° K		Blanca Fría
129	WW	3.000° k		Blanca Cálida
<b>Gama trifósforo</b>				
827	Luz Hogar Lujo	2.700° K		Muy Cálida
830	Blanca Cálida Lujo	3.000° K		Cálida
840	Blanca Fría Lujo	4.000° K		Neutra
860	Día Lujo	6.000° K		Fría

**Figura 2.2** Tonalidad de las lámparas Fluorescentes, ejemplo de temperatura de un flujo luminoso.[13]

La reproducción cromática es la capacidad que tiene una fuente luminosa de reproducir los colores sobre los cuales impacta, comparándola con una luz ideal o de referencia, el grado de coincidencia que existe entre la luz de referencia y la nuestra es el Índice de Reproducción Cromática, definido entre 0 y 100. El IRC junto con la temperatura son los dos factores que definen un flujo luminoso.

Apartándonos de las características que se refieren a la luminiscencia de las fuentes, también hay dos parámetros que se deben comentar aquí, la vida útil de la fuente de luz y la vida media.

La vida útil de una fuente de luz son las horas que puede estar encendida hasta el punto que su flujo luminoso baja del 80% del flujo luminoso que tenía inicialmente.

Por otro lado, la vida media, del tipo de fuente, son las horas que, encendidas un número determinado de fuentes, el 50% dejan de funcionar.

Hoy en día, sin tener en cuenta la iluminación LED, hay dos grandes tipos de iluminación, la basada en incandescencia y la iluminación basada en descarga. Del primer tipo, existen las bombillas incandescentes y las halógenas. Por otro lado, la iluminación basada en descarga se divide en fuentes de luz de baja

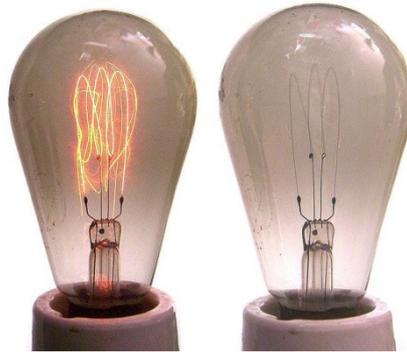
presión (Fluorescencia y Sodio baja presión) y de alta presión (Mercurio, Mercurio Halogenado y Sodio alta presión).

## 2.2 Iluminación incandescente

La lámpara incandescente fue la primera en aparecer, el gran invento de la bombilla mundialmente conocido. Éste invento se atribuye a Thomas Alba Edison el año 1879, aunque muchos años antes, un inventor alemán ya tenía la patente de una bombilla incandescente, en 1855 y en 1874 otro científico ruso también obtuvo la patente de una bombilla incandescente utilizando un filamento de carbono.

El principio de este tipo de lámpara es muy básico, se trata de utilizar el efecto Joule para calentar un filamento, los primeros de carbono, actualmente el filamento es de wolframio, el cual al calentarse produce luz.

Es la iluminación menos eficiente de todas ya que solo un 10% de la energía eléctrica invertida en la bombilla produce luz, el otro 90% se desvanece en calor.



**Figura 2.3.** Bombilla incandescente de carbono.[13]

Estas bombillas consisten en una ampolla de vidrio, que en sus inicios se le hacía el vacío y ahora es rellena de algún gas noble, con el fin de que el filamento no se incendie debido a las altísimas temperaturas que alcanza. Por otro lado, tenemos el filamento de wolframio que va conectado al casquillo inferior donde están las conexiones eléctricas, cuando se conecta a la corriente aparece el efecto Joule y el wolframio, que tiene la propiedad de emitir bastante más luz que el carbono, empieza a brillar.

El rendimiento de las bombillas incandescentes es de unos 10 lm/w tienen una vida útil de 1000 horas y un IRC bastante óptimo.

Para acabar con la incandescencia, destacar que el tamaño de estas bombillas depende de la potencia que tengan, ya que como mayor sea la potencia que va

a consumir mayor va a tener que ser su tamaño para poder tener más superficie de enfriamiento.



**Figura 2.4.** Bombilla incandescente actual.[13]

### 2.3 Iluminación halógena

La bombilla halógena tiene el mismo principio que la incandescente, en realidad, es una variante de ésta.

Se utiliza filamento de tungsteno y no de wolframio, el interior de la ampolla se rellena de gas inerte con una pequeña cantidad de algún material halógeno, como podría ser el yodo o el bromo, éste combinado con el filamento de tungsteno genera una reacción química que se conoce como “ciclo de halógeno”, el cual aumenta la vida útil del filamento, por lo tanto de la bombilla, hasta 2000 horas. Debido a esta reacción química, una lámpara de halógeno puede trabajar a temperaturas mayores que una incandescente de potencia similar. Esto tiene como consecuencia que la temperatura de color aumenta, son bombillas más frías que las anteriores. También se obtiene una mayor eficiencia luminosa de hasta 30 lm/w.

Finalmente, la botella no está hecha de vidrio como la anterior, sino que es de una composición de cuarzo que aguanta mayores temperaturas sin explotar, esto permite utilizar el halógeno sin ningún peligro.



**Figura 2.5.** Ejemplo de bombilla halógena.[13]

## 2.4 Iluminación por descarga

Podemos clasificar las lámparas de descarga en cuatro grandes grupos según dos criterios: el gas utilizado en la descarga (mercurio o sodio), o la presión en el interior del tubo de descarga (alta o baja).

Empezaremos explicando las lámparas de mercurio de baja y alta presión y luego las de sodio.

Cada grupo de lámparas tiene características distintas que las hace adecuadas en distintas situaciones.

### 2.4.1 Iluminación de vapor de mercurio

En este apartado se explican los dos tipos de iluminación de vapor de mercurio. Empezaremos por las de vapor de mercurio a baja presión y acabaremos con las de alta presión.

#### 2.4.1.1 *Iluminación de vapor de mercurio de baja presión: Iluminación fluorescente*

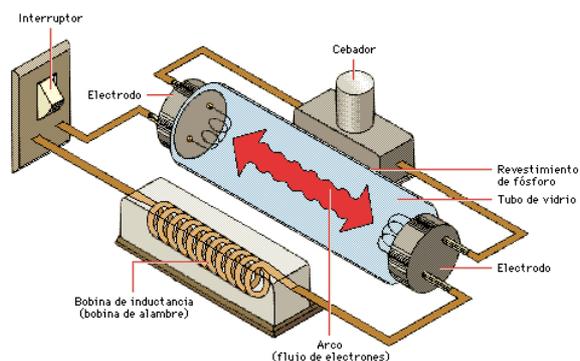
Las lámparas comúnmente llamadas fluorescentes, son lámparas de mercurio de baja presión, unos 0,8 Pa, y son los medios de iluminación más usados del mundo actual, eso se debe a su eficiencia energética y mayor vida útil respecto a las incandescentes y halógenas.

El funcionamiento de este tipo de iluminación no es tan sencillo como el efecto Joule de la incandescencia o las lámparas halogenadas, son lámparas basadas en la descarga de electrones para la ionización de los átomos de su interior los cuales emiten rayos UV que serán absorbidos por los compuestos fluorescentes y convertidos en luz visible.

Un tubo fluorescente se compone de cuatro partes principales:

- Cebador
- Casquillos
- Balasto
- Tubo de descarga

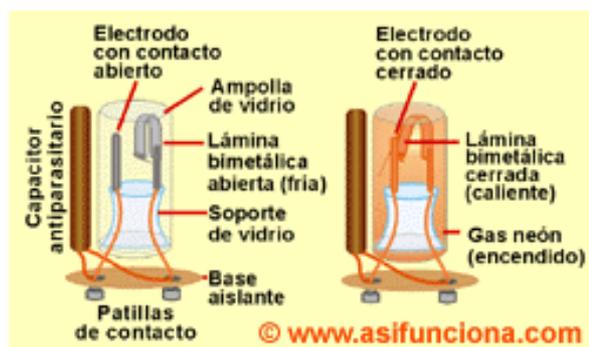
Para poder explicar el funcionamiento de las lámparas fluorescentes debemos saber cómo funciona cada una de sus partes.



**Figura 2.6** Esquema de las partes de un tubo fluorescente. [10]

El cebador o arrancador, es donde se inicia el proceso. Está formado por un pequeño recipiente de vidrio relleno de gases a baja presión (argón, neón y gas de mercurio), y con una lámina bimetálica que tiene forma de “U”. Conectado en paralelo a esta pequeña lámina hay un condensador que tiene distintas funciones, amortigua el pico de corriente del inicio y, además, absorbe las radiaciones electromagnéticas producidas por el propio proceso para, que de esta manera, no estorba las señales de radio, televisión, etc.

Tanto el cebador como la propia iluminaria acortan su vida útil en el encendido y el apagado, debido a que la sustancia emisora de luz se suele depositar en los electrodos de manera que la tensión necesaria para arrancar es mayor de la que nos puede suministrar la red, por eso es recomendable utilizar este tipo de iluminación en regiones que se usen en régimen continuo, no intermitente como pasillos o escaleras.



**Figura 2.7** Ilustración del funcionamiento del cebador. [10]

Los casquillos, que están uno a cada lado del tubo fluorescente, contienen los filamentos de tungsteno que excitarán los átomos de su interior.

El balasto está formado por unas placas de acero al silicio, también llamado acero magnético que se utiliza porque tiene ciertas propiedades magnéticas como una zona de histéresis pequeña, es decir, poca disipación de energía por

ciclo, por lo tanto de bajas pérdidas y buena permeabilidad magnética. Estas placas están envueltas en un filamento embobinado de cobre.

Finalmente el tubo de descarga, con su interior recubierto de diferentes sustancias compuestas llamadas fósforos, aunque no contienen el elemento químico "fósforo".

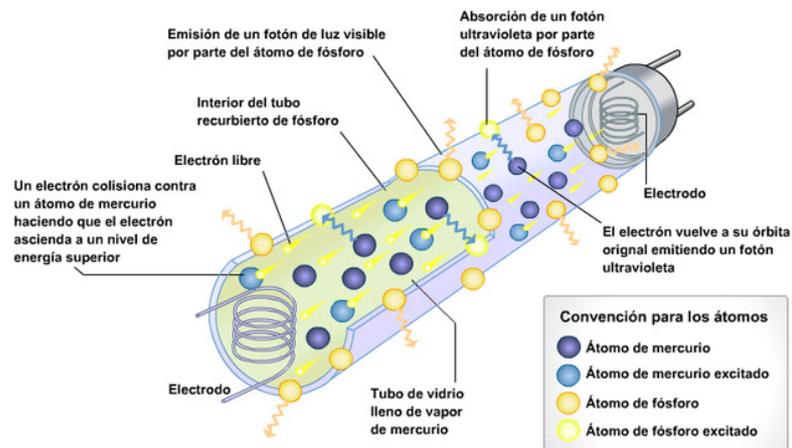
Cuando se excita el cebador, los gases del interior de la ampolla empiezan a ionizar, con este movimiento de electrones provocamos un aumento de la temperatura que acaba con la deformación de la lámina bimetálica de forma que ésta entra en contacto con los filamentos de un extremo del tubo cerrando de esta manera el circuito.

Estos filamentos, empiezan a calentarse por el efecto Joule, desprendiendo electrones, esto inicia la ionización de los gases del alrededor del electrodo, lo que provoca una diferencia de potencial entre los dos electrodos del tubo. Por otra parte, el cierre del circuito también excita el balasto que provoca un campo magnético a su alrededor.

En el instante que se cierra el contacto con los filamentos la resistencia interna del tubo disminuye de tal manera que la tensión entre los extremos del cebador es demasiado pequeña para seguir ionizando los gases de su interior provocando que el cebador se apague. De esta manera se enfrían los gases y unos segundos mas tarde, la lámina se vuelve a contraer y se separa de los filamentos, esto provoca la apertura del circuito. Al abrir el circuito, el campo magnético del balasto desaparece bruscamente y por la ley de inducción de Faraday se crea una un pico de tensión, autoinducción. Este fenómeno es el que provoca el movimiento de electrones de un extremo del tubo al otro, ionizando los átomos de mercurio.

Esta ionización provoca un plasma conductor dentro del tubo fluorescente, que concluye en una corriente de electrones que atraviesa el tubo e interactúa con los átomos del interior de éste, tanto los de mercurio como los de argón y neón. Al chocar con estos átomos pueden pasar dos cosas, una, que el electrón choque con tal fuerza que arranque el electrón de la capa de valencia del átomo, que provocaría la destrucción en poco tiempo del tubo, y que el electrón se "enganche" a la capa de valencia del mismo átomo y éste quede desestabilizado, eso produciría una tendencia a la estabilización del átomo que acabaría provocando el fenómeno de la luz fotoeléctrica en la banda ultravioleta.

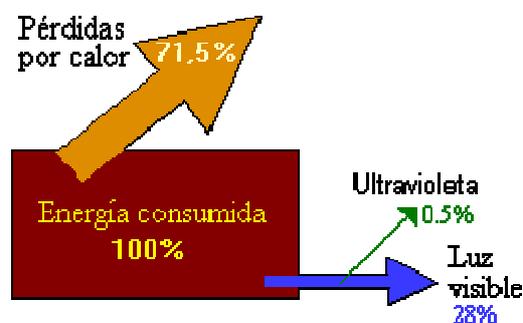
Para acabar, los átomos de las sustancias compuestas del revestido del tubo absorben la luz ultravioleta que emiten los átomos de mercurio al estabilizarse y éstos emiten luz en el campo de frecuencias visible. El color de la luz emitida por la lámpara siempre depende del material con el que está recubierto el tubo. Por otro lado, el vidrio común también contribuye en la filtración de la posible luz UV que pueda escapar del revestimiento.



**Figura 2.8** Representación de la emisión de luz de un tubo fluorescente. [10]

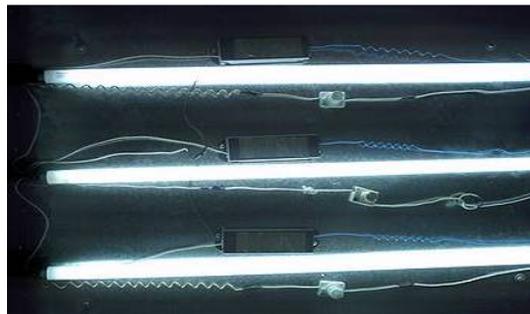
Para evitar que los electrones que crean la corriente dentro del tubo tengan suficiente energía como para acabar destruyendo el tubo se debe controlar la intensidad que pasa por éste. Una función que lleva a cabo el balasto y que no se ha comentado anteriormente es la de limitar ésta corriente eléctrica que pasa por el tubo fluorescente. Las lámparas fluorescentes son dispositivos con pendientes negativas de su resistencia eléctrica en función de la tensión. Lo que significa que cuanto mayor corriente atraviesa el tubo mayor ionización de los gases y menor resistencia opone el tubo, esto tiene un resultado de corriente exponencial que, por lo que ya hemos comentado, acabaría por destruir el tubo fluorescente en poco tiempo. La función del balasto es absorber la diferencia de corriente que hay entre el nivel de trabajo del tubo y el nivel que ofrece la red eléctrica.

Las propiedades de las lámparas fluorescentes son bastante mejores que las de las incandescentes, tienen una eficiencia lumínica de entre 50 y 90 lm/w, con una vida útil que varía entre las 5000 y las 15000 horas y una temperatura de color que se puede encontrar desde los 2700 K hasta los 8000 K, aunque se recomiendan unos 4000 K, que es la luz blanca.



**Figura 2.9** Representación de la distribución de energía consumida por un tubo fluorescente. [11]

La principal desventaja de los fluorescentes es que por su funcionamiento y al ser alimentados por una red de corriente alterna, se ven alimentados por un voltaje pulsante. La alta temperatura de los filamentos dispuestos en los casquillos aguanta las pausas, pero el plasma no posee este tipo de inercia, lo que produce un parpadeo bastante veloz en la luz emitida por los fluorescentes, con la frecuencia que son alimentados, 50Hz o 60Hz dependiendo del país. A veces puede molestar y llegar a marear. Este problema se ha solucionado colocando diferentes tubos juntos alimentados con fases distintas y de esta manera se produce una emisión de luz continua.



**Figura 2.10** Imagen de tres tubos fluorescentes, a la derecha de cada uno el balasto y a la izquierda el cebador. [10]

También tenemos las denominadas lámparas de bajo consumo, que no son más que lámparas fluorescentes compactas. Utilizan el mismo principio de funcionamiento que los tubos fluorescentes, aunque con un balasto electrónico y no electromagnético como en los tubos. En las CFL (Compact Fluorescent Lamp) existe un circuito oscilador que además de realizar las tareas del cebador y el balasto, también aumenta la frecuencia de emisión de los 50 o 60 Hz de la red eléctrica a entre 20 y 60 KHz, de esta manera el parpadeo de la emisión de luz deja de ser percibido por el ojo humano.

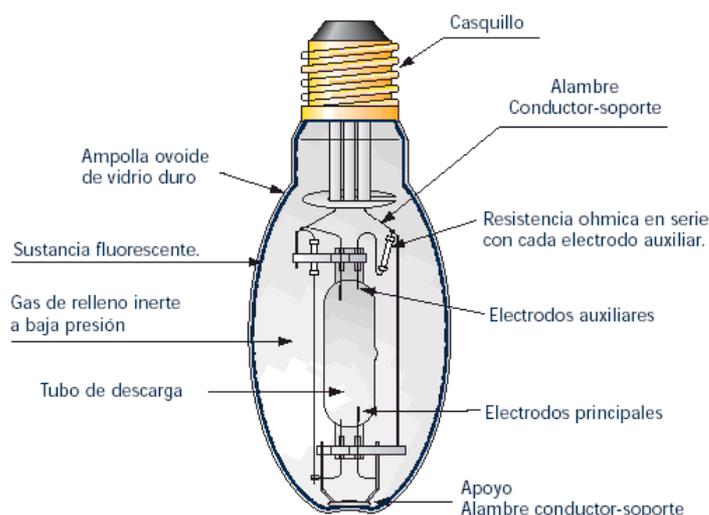


**Figura 2.11** Imagen circuito interno de una lámpara fluorescente compacta. [10]

### 2.4.1.2 Iluminación de vapor de mercurio de alta presión

Las iluminarias de vapor de mercurio a alta presión funcionan según el mismo principio que las de baja, ya que siguen siendo lámparas de descarga.

En el interior de la ampolla de vidrio duro hay un tubo de descarga donde se produce el mismo proceso de ionización explicado anteriormente. Estas lámparas suelen tener una tensión de arranque de entre unos 150 y 180V por lo que no se necesita ningún dispositivo adaptador entre la luminaria y la red eléctrica.

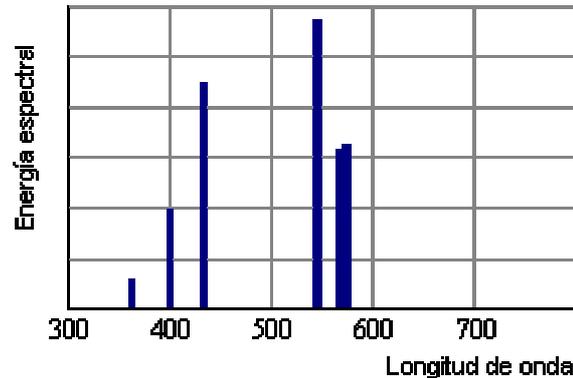


**Figura 2.12** Partes de una lámpara de mercurio de alta presión. [12]

Para el encendido de la lámpara se utiliza, en uno de los extremos del tubo de descarga, un electrodo auxiliar para ayudar a los electrodos principales con la ionización de los gases de dentro del tubo, gases que en un inicio están a baja presión. Cuando se ha iniciado empieza un proceso que puede durar unos minutos, se trata de elevar la presión interior del tubo de descarga en la que se produce la evaporación del mercurio, aumentando notablemente la presión y el flujo luminoso de la lámpara. Este proceso se puede ver desde fuera porque el color del flujo luminoso pasa de un color violeta a un blanco azulado.

Al haber aumentado la presión dentro del tubo de descarga compuesto por mercurio y algún gas inerte (argón o neón) observamos que gran parte de la energía lumínica que emitía en la región ultravioleta pasa a ser emitida en el campo visible por el ojo humano. Aunque las regiones en que emite la luz no son toda la banda visible, esta lámpara emite luz visible en la región de 404,7nm (violeta), 435,8nm (azul), 546,1nm (verde) y 579nm (amarillo), es

decir, no emite radiaciones en la frecuencia del color rojo, por lo que la luz que vemos de éstas luminarias suele ser de color verdosa.



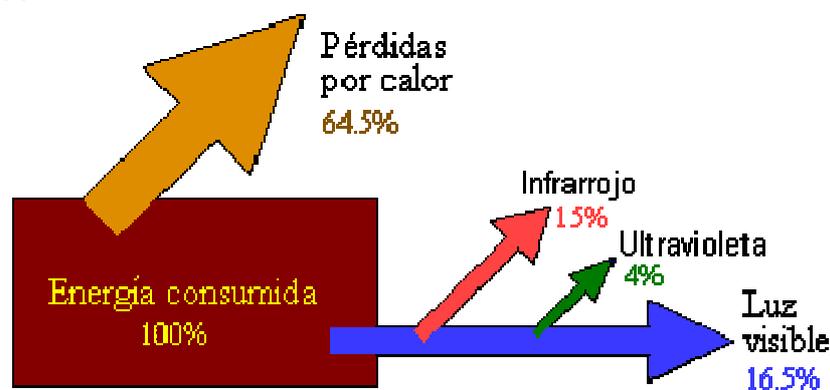
**Figura 2.13** Representación de las longitudes de onda en que emiten las lámparas de mercurio a alta presión. [11]

Para que estas lámparas tengan un IRC aceptable lo que se suele hacer es revestir la ampolla de vidrio con componentes fluorescentes que absorban la parte de luz ultravioleta que emite el tubo y la convierta en luz roja. Aunque muchas veces no hace falta utilizar esta solución ya que por las propiedades que tienen estas lámparas suelen ir colocadas en exteriores, carreteras, o jardines, es decir, sitios donde no se necesita un IRC demasiado bueno.

La vida útil de éstas lámparas es de 25.000 horas, es la razón por la que las colocan en exteriores y en sitios donde resulta complicado el mantenimiento o el reemplazo de luminarias.

La eficacia está entre los 40 y 60lm/w y va aumentando cuando se aumenta la potencia de la lámpara.

Finalmente, son luces bastante cálidas, su temperatura de color está entre los 3500 y 4500K.



**Figura 2.14** Representación de la distribución de energía consumida por una lámpara de mercurio a alta presión. [11]

## 2.4.2 Iluminación de vapor de sodio

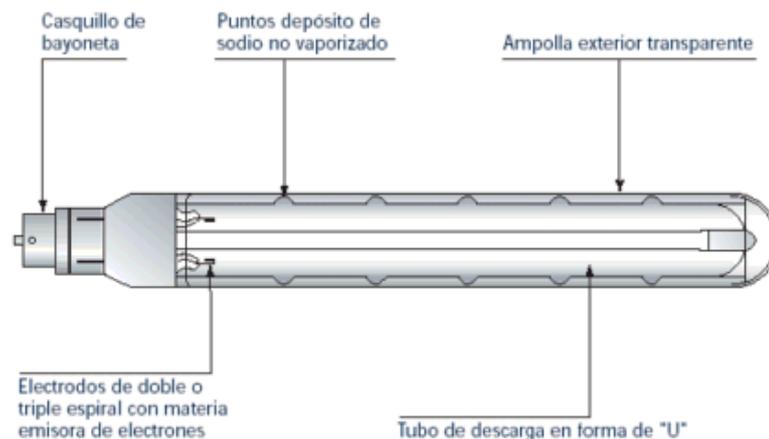
En este apartado se explican los dos tipos de iluminación de vapor de sodio. Empezaremos por las de vapor de sodio a baja presión y acabaremos con las de alta presión.

### 2.4.2.1 Iluminación de vapor de sodio de baja presión

Este tipo de iluminación funciona de la misma manera que las anteriores, utiliza un tubo de descarga relleno en este caso de sodio y otro gas inerte, normalmente neón, y para iniciar la ionización, hay dos electrodos, uno a cada extremo del tubo.

Estas lámparas trabajan a temperaturas más elevadas que las de mercurio, normalmente el tubo se debe mantener a unos  $270^{\circ}\text{C}$  para funcionar en condiciones óptimas. Para reducir el tamaño de la lámpara y poder disminuir las pérdidas por calor el tubo del interior de la ampolla de vidrio está en forma de "U". Por otro lado, la ampolla de vidrio está en vacío para que se cree un aislante térmico eficaz. Para poder vaporizar el sodio a la menor temperatura posible, el tubo tiene una forma de relleno idealmente estudiada para ese fin.

Por otra parte el sodio es muy corrosivo por lo que el tubo debe estar hecho de materiales muy resistentes a esta corrosión y que además aguanten las altas temperaturas a las que se somete.

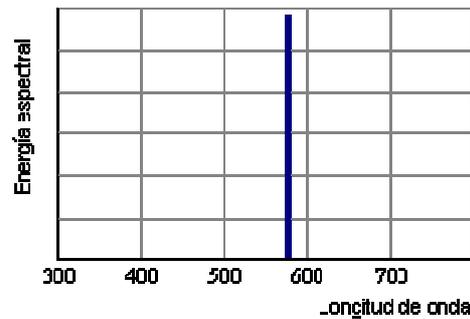


**Figura 2.15** Partes de una lámpara de sodio a baja presión.[12]

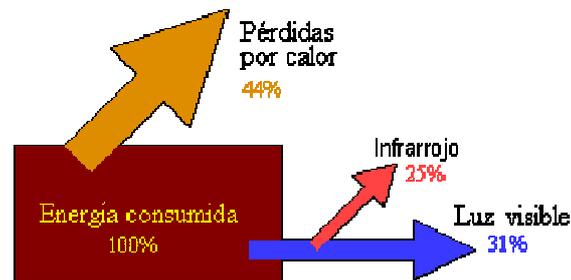
La vida media, al igual que la de las lámparas de mercurio es bastante elevada, de unas 15.000 horas y su vida útil oscila entre las 6.000 y las 8.000 horas. Viéndose normalmente limitada por el deterioro de los electrodos, ya que el sodio suele depositarse en ellos y provoca que la tensión de arranque crezca exponencialmente.

El tiempo de arranque de estos dispositivos es de unos 10 minutos, eso se debe a la minimización de la tensión de arranque. Físicamente vemos como la lámpara pasa del color rojo, propio del neón a una luz amarilla propia del sodio.

Como estas lámparas producen una luz de longitud de onda muy cercana al límite de la visible son muy eficaces, llegan hasta los 175lm/w, aunque es una luz muy amarilla que tiene un IRC muy escaso, aunque para aplicaciones como las carreteras o luces exteriores es muy utilizada.



**Figura 2.16** Representación de las longitudes de onda en que emiten las lámparas de sodio a baja presión. [11]



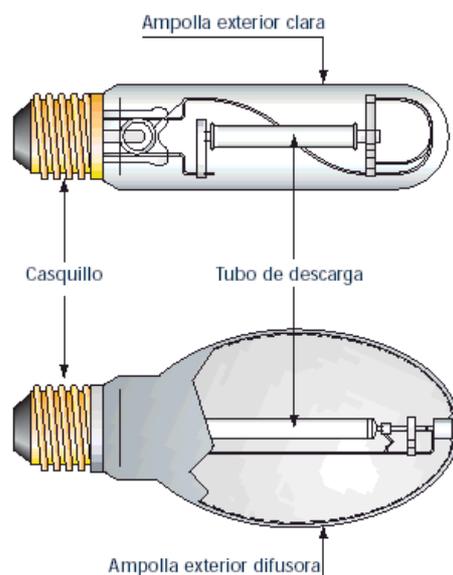
**Figura 2.17** Representación de la distribución de energía consumida por una lámpara de sodio a baja presión. [11]

#### 2.4.2.2 Iluminación de vapor de sodio de alta presión

El principio de funcionamiento de este tipo de lámparas es el mismo, un tubo de descarga relleno de, en este caso, una mezcla entre vapor desodio y de mercurio (para amortiguar la descarga a elevadas presiones) y el gas inerte, xenón, que como en otros casos sirve para ayudar en el arranque y disminuir las pérdidas por calor.

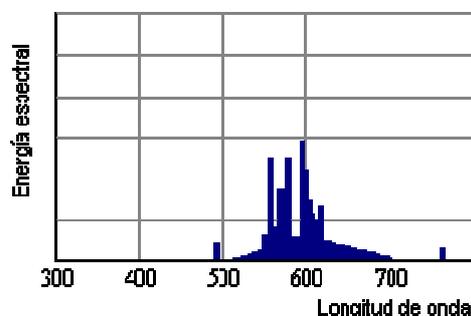
Son las lámparas cuyos tubos de descarga deben soportar peores condiciones ya que además de estar a elevadas presiones, en su interior soportan agresiones químicas, como la corrosión que provoca el vapor de sodio. Estas

elevadas presiones llevan al tubo de descarga a temperaturas muy altas (de hasta 1000 °C), por lo que el tubo de descarga está rodeado por una ampolla de vidrio a la que se le ha practicado el vacío, de esta manera se minimizan pérdidas por calor y son lámparas más seguras.



**Figura 2.18** Partes de una lámpara de sodio a baja presión. [12]

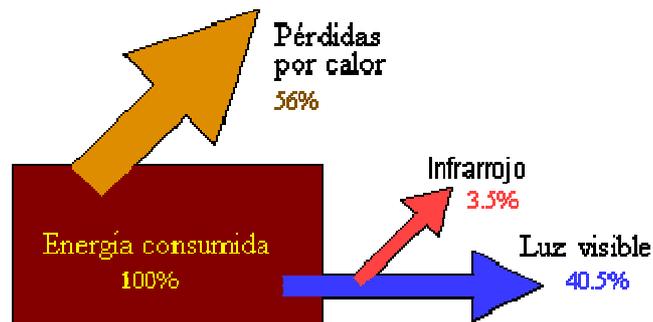
La vida útil de estas lámparas está entre las 8.000 y las 12.000 horas mientras que tienen una vida media de unas 20.000 horas. La gran limitación de la vida de estas lámparas es el incremento progresivo de la tensión necesaria para su encendido, que llega a un punto en que la corriente de la red no es suficiente para encenderlas. También se debe hablar de un fallo por fugas del tubo de descarga, por las condiciones a las que es sometido.



**Figura 2.19** Representación de las longitudes de onda en que emiten las lámparas de sodio a alta presión. [11]

El cambio de presión en las lámparas de sodio provoca que empiecen a emitir en todo el espectro de luz visible para el ojo humano lo que induce a que percibamos una luz blanca (2.100 K, IRC de 65) con un tono dorado mucho más agradable que la luz emitida por sus hermanas de baja presión. Esto las hace aptas para cualquier zona, ya sean exteriores como interiores.

El aumento de presión además de provocar una luz mucho más agradable para el ojo humano produce una pequeña decaída del rendimiento lumínico de la lámpara con respecto a las de baja presión, de modo que pasa de los 180 lm/w a alrededor de los 130 lm/w.



**Figura 2.20** Representación de la distribución de energía consumida por una lámpara de sodio a baja presión. [11]

## **CAPITULO 3. Eficiencia energética aplicada a la iluminación: LED's**

### **3.1 Tecnología de iluminación LED**

En este tercer capítulo explicaremos, básicamente en que consiste la tecnología LED.

Empezaremos situando en contexto los inicios de la tecnología LED, continuaremos explicando cómo funciona y finalizaremos el capítulo realizando una comparativa con la tecnología de iluminación actual.

#### **3.1.1 Historia**

El primer LED con el que se comercializó fue desarrollado en el año 1962, combinando Galio, Arsénico y Fósforo (GaAsP) consiguiendo de esta forma un LED rojo. El siguiente desarrollo se basó en la combinación de Galio con Fósforo (GaP). A pesar de que se conseguía una eficiencia de conversión corriente-luz más elevada que con el GaAsP, la frecuencia de emisión era muy cercana del infrarrojo, zona en la cual el ojo humano no es muy sensible, por lo que el LED parecía tener menor brillo a pesar de su superior eficiencia.

Los siguientes desarrollos, ya en la década de los 70, introdujeron nuevos colores al espectro. Se consiguieron colores verde y rojo utilizando GaP y ámbar, naranja y rojo utilizando GaAsP. También se desarrollaron LEDs infrarrojos, los cuales se utilizaban en los controles remotos de los televisores y otros electrodomésticos del hogar.

En los 80 se empezó a utilizar un nuevo material el GaAlAs Galio, Aluminio y Arsénico. Su brillo era aproximadamente 10 veces superior y además se podía utilizar a elevadas corrientes lo que permitía utilizarlos en display y letreros de mensaje variable.

En los 90 apareció en el mercado el AlInGaP Aluminio, Indio, Galio y Fósforo. Este permitía conseguir una gama de colores desde el rojo al amarillo cambiando la proporción de los materiales que lo componen. Por otro lado, mientras que los primeros LEDs tenían una vida promedio de 40.000 horas los LEDs de AlInGaP duraban más de 100.000 horas a pesar de encontrarse en ambientes de elevada temperatura y humedad. Cuando el LED ha perdido el 50% de su brillo inicial, se dice que ha llegado al fin de su vida útil y eso es lo que queremos decir cuando hablamos de vida de un LED.

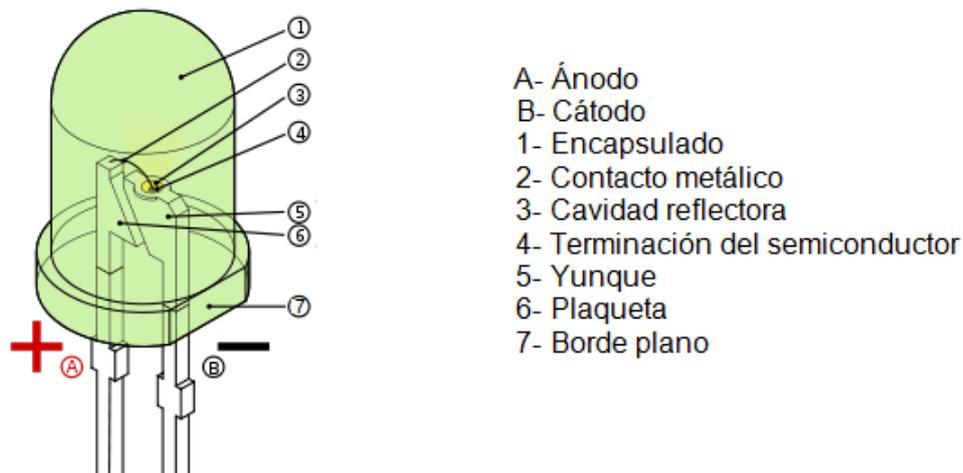
A final de los 90 se lograron todos los colores del arco iris cuando se llegó al desarrollo del LED azul. Hoy en día la técnica más utilizada es el GaN Galio – Nitrógeno.

Como el azul es un color primario, junto con el verde y el rojo, podemos obtener toda la gama de colores del espectro, esto permite que los display gigantes y carteles de mensajes variables se hagan cada día más habituales en nuestra vida cotidiana. Aunque con la combinación de los colores primarios se puede obtener el LED blanco, utilizando un LED azul y añadiendo fósforo dentro del encapsulado, este produce una luz amarilla que absorbe la luz azul produciendo una luz blanca de alta luminosidad. [15]

### 3.1.1 Tecnología LED

Un LED (Light Emitting Diode, diodo emisor de luz) es un dispositivo semiconductor que, al polarizarlo directamente y pasar una corriente eléctrica a través de él, emite luz.

Los LEDs están formados por un material semiconductor envuelto por un plástico traslúcido o transparente según el modelo. El electrodo interno de menor tamaño es el ánodo y el de mayor tamaño es el cátodo. En la figura 3.1 se puede observar la distribución interna.



**Figura 3.1.** Componentes del LED

El color que emite abarca desde el ultravioleta (UVLED) hasta el infrarrojo (IRED) y depende de la composición química del material del semiconductor utilizado en su fabricación, no del encapsulado. Aunque el plástico esté coloreado, es sólo por razones estéticas, ya que no influye en el color de la luz emitida.

Su funcionamiento se basa en el filamento conductor formado por dos regiones, la región p que posee carga positiva y la región n, que posee carga negativa.

Cuando el LED se polariza directamente los electrones pasan de la banda de conducción (región n) a la de valencia (región p), perdiéndose energía. Esta energía perdida se manifiesta en forma de un fotón desprendido, con una amplitud, una dirección y una fase que depende del tipo de material del semiconductor. Cuando el LED se polariza directamente, los huecos de la zona positiva se mueven hacia la zona negativa y los electrones se mueven de la zona negativa hacia la zona positiva. Si conectamos el LED de forma contraria al flujo de corriente, es decir que la corriente fluya del cátodo al ánodo, la corriente no circula a través del diodo y no se liberan fotones por lo que el circuito queda abierto. [16]

La energía contenida en un fotón de luz es proporcional a su frecuencia, es decir, su color. Cuanto mayor sea el salto de banda de energía del material semiconductor que forma el LED, más elevada será la frecuencia de la luz emitida.

### **3.1.2 Comparación de los LED's con la tecnología de iluminación actual**

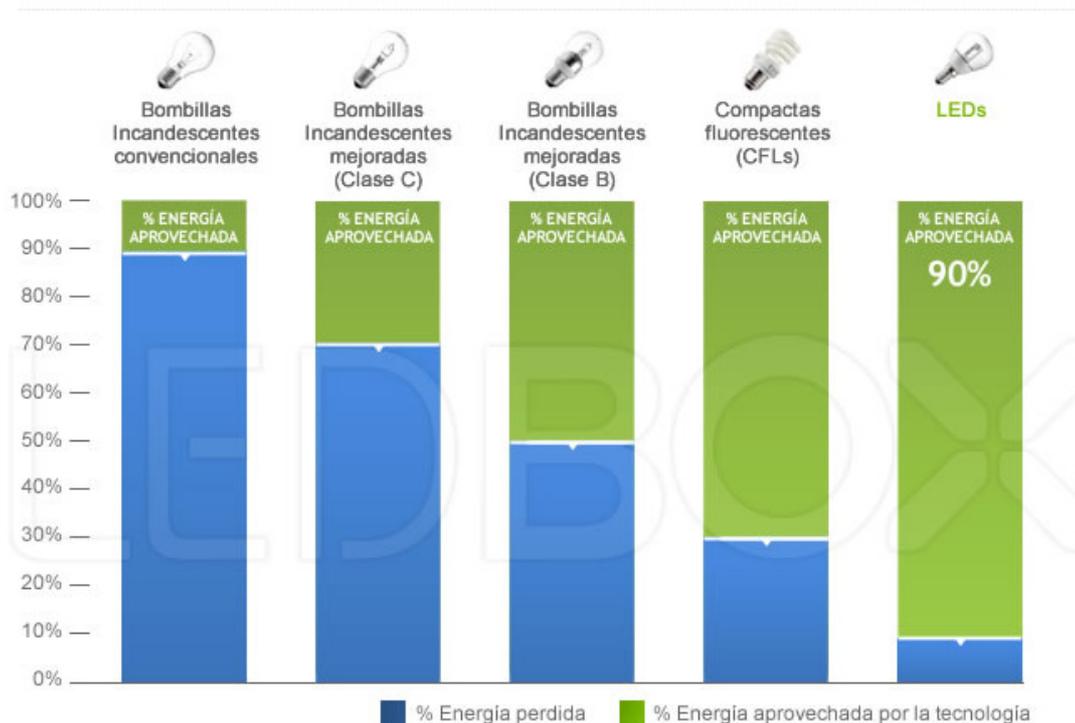
Son muchas las ventajas que presenta la iluminación LED frente a la tradicional.

Los LEDs están envueltos por una cubierta más resistente que el vidrio, material que suelen utilizar las bombillas incandescentes, lo que los hace más robustos, fiables y a prueba de vibraciones y choques.

Son más seguros ya que no produce cortocircuito con el agua, no se calienta y no queman al tacto. Al poder alimentarse de 12 a 24 voltios se reduce el riesgo de electrocución, además el cableado puede ser inferior en sección, ahorrando así dinero en instalación.

El no tener filamentos o partes mecánicas que puedan fundirse o romperse respectivamente, por lo que su fallo se produce por la reducción progresiva de la luminosidad a lo largo del tiempo. Esto contribuye a que su durabilidad sea mayor (50.000 horas), lo cual implica un gran ahorro en mantenimiento, ya que no necesita remplazo ni costes por mano de obra. En la mayoría de los casos tampoco es necesaria la modificación de la instalación.

Debido a su tecnología avanzada consiguen ahorrar hasta un 90% en los consumos lumínicos de la factura de la luz. Al no emitir calor, se consigue que el ahorro se vea reflejado también en el consumo de otros aparatos eléctricos como por ejemplo el aire acondicionado. [17]



**Figura 4.1** Energía perdida y aprovechada por diferentes tipos de lámparas. [18]

Al no contener mercurio, los LED no contaminan, son 100% desechables y ecológicos, contribuyendo a la sostenibilidad medioambiental. También al no contener sodio no tienen corrosión, otro de los motivos por los cuales su vida útil es mucho mayor que las lámparas tradicionales.

Los LEDs también tienen la ventaja de encenderse muy rápido a comparación de las lámparas de alta potencia como lo son las de vapor de sodio, incandescentes y halógenas y no se degradan con el número de encendidos.

Otras ventajas es que tienen un tamaño más pequeño y compacto, es capaz de emitir luz de un intenso color sin el uso de filtros de colores y la forma del encapsulado del LED permite que la luz se pueda enfocar. Las fuentes incandescentes y fluorescentes requieren a menudo un reflector externo para recoger la luz y dirigirla de una manera útil.

Existen LEDs regulables, permitiendo el control del gasto energético y la creación del ambiente deseado. Tampoco emiten rayos ultravioleta por lo que no atraen a los insectos.

Son muy útiles en sistemas de iluminación de emergencia, ya que debido a su bajo consumo pueden ser alimentados por un sistema de baterías o generador auxiliar.

Aunque prácticamente todo lo que aportan los LEDs son beneficios también incluyen alguna desventaja como el precio. Actualmente los LEDs son caros en

relación al precio por lumen pero es un problema que se solucionará con el tiempo.

Pero el mayor inconveniente que tienen es que para su correcto funcionamiento necesitan trabajar a intensidad constante. Si trabajan a voltajes constantes conforme aumenta la temperatura de la unión semiconductor se produce un aumento de la intensidad. Este aumento de intensidad genera a su vez un nuevo aumento de temperatura y el LED puede aumentar tanto su temperatura hasta llegar a ser destruido. Por tanto cualquier montaje con LEDs, para que sea estable, debe de poseer algún tipo de limitación de intensidad y una buena disipación térmica.

**Tabla 3.1** Resumen de la comparación LED y lámparas tradicionales

	Incandescentes	Halógenas	Fluorescentes	V. de Sodio	Vapor de mercurio	LED
Vida útil	1.500 h	2.500 h	10.000 h	12.000 h	25.000 h	50.000 h
¿Contiene mercurio?	No	No	Sí	Sí	Sí	No
Encendido instantáneo	Sí	Sí	No	Sí	Sí	Si
Sensibles a encendido/a pagado	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	No
Resistente a golpes	No	No	No	No	No	Sí

## CAPITULO 4. APLICACIÓN EN EL PMT

En este capítulo aplicamos todos los conocimientos adquiridos sobre eficiencia energética y tecnología LED en el *Parc Mediterrani de la Tecnologia*.

En primer lugar hemos realizado un inventario de todos los puntos de luz de cada edificio que se encuentra en el PMT. Explicaremos la información que se encuentra en este, cómo se ha elaborado y los resultados finales obtenidos.

Una vez finalizado el inventario creamos la calculadora. En ese apartado explicamos cómo funciona, cómo se ha programado y los resultados obtenidos.

### 4.1 Inventario de los puntos de iluminación del PMT

Para comprobar la utilidad de la calculadora hemos utilizado como ejemplo de demostración los edificios del PMT. Para ello, primero ha sido necesario realizar un inventario de todos los puntos de luz de los edificios del campus.

#### 4.1.1 Contenido

En el inventario se muestran diferentes características de cada punto de luz. Los parámetros más importantes son la potencia que consumen y los lúmenes de cada lámpara, ya que el objetivo final es obtener la misma luminosidad pero con un menor consumo de energía, es decir con mayor eficiencia. Otros parámetros que aparecen en el inventario son el tipo de lámpara y la cantidad de existencias de estas. El tipo de lámpara se tiene en cuenta por dos razones principales: primera por la eficiencia lumínica que varía, tal y como hemos explicado en capítulos anteriores, según el tipo de iluminación utilizada, igual que el Índice de Reproducción Cromática. Por otro lado, algunas de estas contienen elementos peligrosos y tóxicos como el mercurio, que cuando se desecha la lámpara contaminan el medio ambiente, lo cual se solucionaría mediante la sustitución por LEDs.

El inventario está organizado mediante tablas, una para cada planta del edificio, otra para el edificio completo y una tabla en la que aparecen la cantidad total de lámparas existentes en el campus. Los edificios de los cuales hemos realizado el inventario son: CTTC, Instituto de Geomática, residencia Pius Font i Quer, Edificio CIMNE – EETAC 2, Edificio EETAC 1 (Alumnos), Edificio EETAC 1 (Profesores), Edificio EETAC 1 (I2CAT), ESAB, Edificio Campus, aparcamiento y exteriores.

### 4.1.2 Proceso de elaboración

El inventario consiste en hacer un recuento de todos los puntos de luz que hay en el campus, con lo que nos hemos encontrado con el principal inconveniente, poder acceder a todos los espacios, ya sean aulas, despachos o zonas restringidas, del mismo.

Antes de empezar el inventario, José I. Rojas nos presentó al Jefe de mantenimiento de los edificios UPC del PMT. Éste nos puso en contacto con el encargado de mantenimiento, quien nos facilitó la entrada a todas las zonas restringidas a los alumnos de los edificios UPC (Edificio CIMNE – EETAC 2, Edificio EETAC 1 (Alumnos), Edificio EETAC 1 (Profesores), Edificio EETAC 1 (I2CAT), ESAB y Edificio Campus).

Para el resto de edificios del campus, tuvimos que pedir permiso en cada uno de ellos.

El edificio de Geomática, pedimos permiso a recepción, una de las encargadas se ofreció a ayudarnos y a abrirnos todas las zonas a las que no podíamos acceder, de esta manera el edificio de geomática no nos supuso una gran dificultad.

El CTTC fue algo más complicado de acceder. La responsable de recepción tuvo que avisar al encargado para que se pusiera en contacto con un encargado superior y así éste nos pudiese dar el permiso y hablar con el responsable de mantenimiento del edificio quien nos acompañó y nos dio acceso a todos los despachos del edificio.

La residencia, supuso un problema por el hecho de que prácticamente todo son habitaciones a las que no podíamos acceder ya que estaban ocupadas. Para hacer el inventario contamos todas las habitaciones, separando entre simples y dobles, y así una vez conocida una de cada, son conocidas todas. En el siguiente intento de entrar, el encargado de mantenimiento nos proporcionó la cantidad y tipo de lámparas de las habitaciones.

El edificio IN3 y RDIT, a pesar de que forman parte del PMT, no los hemos tenido en cuenta. El primero por razones de accesibilidad. El edificio está inactivo excepto por una pequeña parte del sótano, por lo cual no podemos entrar sin la compañía de alguien autorizado. Contactamos con Pau Le Monnier “Director general del PMT”, por recomendación de Enric Rosell, jefe de mantenimiento, para que él nos indicara a quien dirigirnos con el fin de acceder al edificio. Pau Le Monnier nos envió el contacto de el responsable de edificios e infraestructuras de la UOC, que nos podría haber ayudado pero tras esperar su respuesta, con Jordi Mazón acordamos omitir este edificio por no poder acceder y por el poco consumo que éste supone.

El segundo, el RDIT, por razones de consumo, ya que al ser un edificio nuevo ha habido y hay poca actividad, por lo que es despreciable en el consumo eléctrico total del campus.

### 4.1.3 Resultados

En la tabla siguiente se muestra el tipo, el consumo y la cantidad total de lámparas de los edificios considerados en el inventario. Estos resultados los utilizaremos para demostrar el correcto funcionamiento de la calculadora.

**Taula 4.1. Inventario total del campus**

<b>Tipo</b>	<b>Consumo eléctrico (W)</b>	<b>Cantidad</b>
<b>Fluorescente</b>	<b>11</b>	<b>330</b>
	<b>15</b>	<b>5</b>
	<b>18</b>	<b>388</b>
	<b>20</b>	<b>3</b>
	<b>26</b>	<b>7245</b>
	<b>36</b>	<b>1698</b>
	<b>49</b>	<b>4</b>
	<b>58</b>	<b>3571</b>
	<b>60</b>	<b>13</b>
<b>Halógena</b>	<b>35</b>	<b>6</b>
	<b>50</b>	<b>304</b>
	<b>100</b>	<b>30</b>
	<b>150</b>	<b>377</b>
	<b>300</b>	<b>1</b>
<b>Sodio</b>	<b>70</b>	<b>24</b>
	<b>100</b>	<b>100</b>
	<b>150</b>	<b>96</b>
<b>Mercurio</b>	<b>400</b>	<b>27</b>
<b>LED</b>	<b>12</b>	<b>64</b>

## 4.2 Calculadora de eficiencia energética de iluminación basada en LEDs.

Para poder cuantificar los beneficios obtenidos al substituir la iluminación tradicional por LEDs hemos creado una calculadora que facilita esta información. En los siguientes apartados explicamos con detalle en qué consiste, cómo se utiliza, cómo se ha creado y los resultados obtenidos al introducir el inventario realizado del campus.

### 4.2.1 Uso de la calculadora

A grandes rasgos, la aplicación pide al usuario la cantidad de lámparas, el tipo y el consumo de éstas. Substituyendo por LEDs, manteniendo la misma iluminación, la calculadora proporciona los siguientes datos:

- Consumo actual (kWh/año), nuevo consumo (kWh/año), ahorro total (kWh/año) y porcentaje de ahorro.
- Ahorro de emisiones de CO2 (toneladas/año) y árboles plantados equivalentes al ahorro de CO2.
- Ahorro económico total (€/año) y ahorro en mantenimiento (€/año).
- Coste total de substitución por LEDs y tiempo necesario para recuperar la inversión (payback).

La interfaz que verá el usuario será la mostrada en la figura 4.1.

clear

horas diarias

días al año

INSTRUCCIONES

Presionar el botón '+' para añadir una lámpara al inventario.

Para añadir una lámpara a la base de datos, abrir el fichero de texto "lampara.txt" y añadir todas las características de la nueva lámpara en el siguiente orden y con un espacio entre cada una:

Tipo Potencia Precio Vida\_útil Lumens Eficiencia\_driver

Si desea volver a empezar el inventario debe presionar el botón 'clear'.

Una vez realizado el inventario, presionar el botón 'calcular'.

Para obtener información sobre el LED de substitución y la relación entre los lúmenes y la cantidad de horas de funcionamiento presionar el botón 'información adicional'.

+ Calcular

RESULTADOS PARA UN AÑO

Ahorro energía total  kWh

Consumo actual  kWh

Nuevo consumo  kWh

Porcentaje de ahorro  %

Ahorro en emisiones de CO2  kg

Arboles equivalentes al ahorro de CO2  arboles

Ahorro total  €

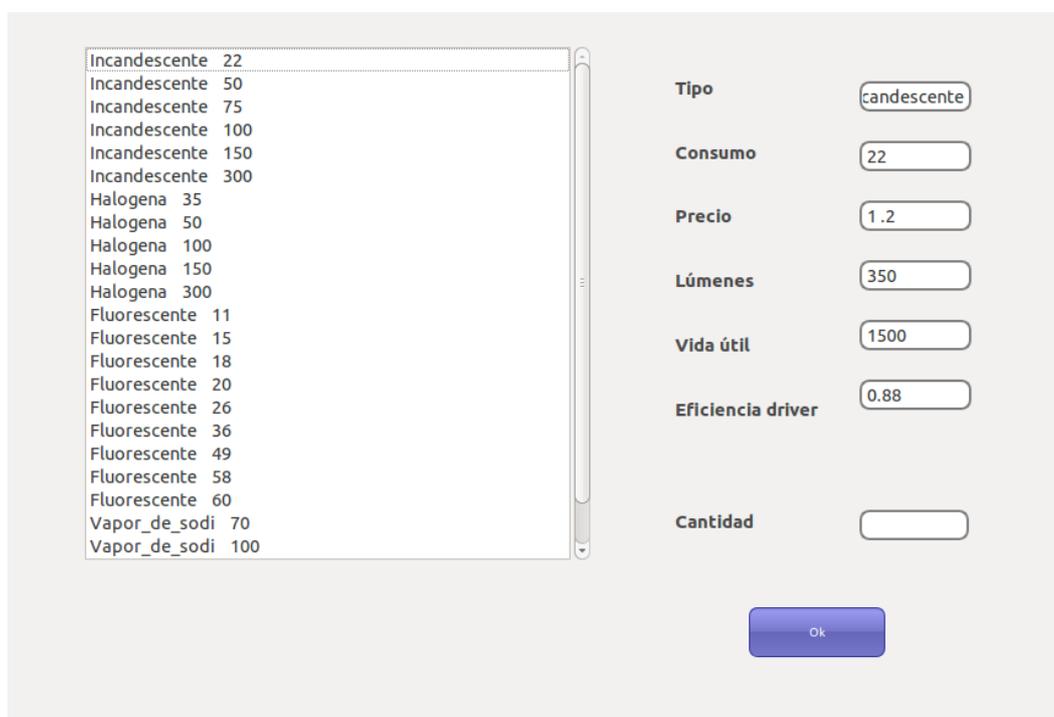
Coste total sustitución LEDs  €

Ahorro en mantenimiento  €

Payback  años

Figura 4.1. Menú principal

El usuario debe introducir una estimación de las horas y de los días al año que están encendidas las lámparas. A continuación introduce el inventario del lugar del cual quiere evaluar la eficiencia energética y ambiental y poder ahorrar recursos económicos. En primer lugar el usuario debe clicar en el botón “+”, de forma que se abre una nueva ventana en la que aparecen todos los tipos de lámparas (tipo y vatios) que existen en nuestra base de datos. El usuario selecciona un tipo de lámpara y automáticamente se muestran datos adicionales de ésta, como los lúmenes y la vida útil. Una vez ha introducido la cantidad de ese tipo de lámpara debe apretar el botón “Ok” y los datos se añaden en una lista en la página principal. Debe repetir estos pasos hasta que todo el inventario se encuentre en la lista. Ya introducido el inventario el usuario aprieta el botón “calcular” rellenándose así las casillas de los parámetros de interés social, ambiental y económico mencionados anteriormente.



Incandescente	22
Incandescente	50
Incandescente	75
Incandescente	100
Incandescente	150
Incandescente	300
Halogena	35
Halogena	50
Halogena	100
Halogena	150
Halogena	300
Fluorescente	11
Fluorescente	15
Fluorescente	18
Fluorescente	20
Fluorescente	26
Fluorescente	36
Fluorescente	49
Fluorescente	58
Fluorescente	60
Vapor_de_sodi	70
Vapor_de_sodi	100

Tipo	<input type="text" value="candescente"/>
Consumo	<input type="text" value="22"/>
Precio	<input type="text" value="1.2"/>
Lúmenes	<input type="text" value="350"/>
Vida útil	<input type="text" value="1500"/>
Eficiencia driver	<input type="text" value="0.88"/>
Cantidad	<input type="text"/>

**Figura 4.2.** Ventana para la realización del inventario

Es posible que algún tipo de lámpara no exista en nuestra base de datos. Si esto sucede, el usuario puede añadir la nueva lámpara en el fichero .txt siguiendo las instrucciones que se muestran en la pantalla principal.

## 4.2.2 Programación de la calculadora

Para hacer la calculadora hemos requerido de un lenguaje programación que nos permitiese crear una interfaz. Primero pensamos en hacerlo con los programas que nosotros ya conocíamos, los que habíamos aprendido en Técnicas de Computación y Programación (TCP): el Visual C++ y el Visual Basic. Pero por la recomendación de los compañeros utilizamos I QT creator, un programa en el que puedes programar en lenguaje C y permite hacer la interfaz sin necesidad de utilizar DLL's para poder trabajar con dos programas sincronizados.

Empezamos a programar en C++ para hacer la parte de programación más pura y estar seguros de que funcionaba correctamente, después de eso pasamos el código al QT y lo implementamos a la interfaz.

El código utilizado para este programa se muestra en el anexo B, ya que es demasiado extenso, pero a continuación explicaremos la estructura básica del programa.

Existen 6 clases diferentes. Cada una de ellas tiene un fichero de extensión “.h” para definir sus funciones y un fichero de extensión “.cpp” para ejecutarlas.

- Las clases “Cdialog” y “Cprincipal” tienen los ficheros de extensión “.ui”, que son los ficheros de interfaz.
- Clampara es una clase que define una lámpara con todas las características necesarias para poder realizar los cálculos.
- Cbasededades es una lista fija de clases Clampara que está guardada en el fichero “lámpara.txt”, del cual cargamos sus datos para poder utilizarlos.
- Cinventari es una lista provisional de clases Clampara extraída de Cbasededades que se crea según la selección de lámparas hecha por el usuario y con cuyos datos obtenemos los resultados que buscamos.
- Clista es una clase creada para poder manipular Cinventari, y hacer funciones como eliminar inventario, que el usuario ve como “Clear”.

La clase “dialog” y “principal” son utilizadas para las funciones de la interfaz, mientras que “lámpara”, “base de datos”, “inventari” y “llista” se utilizan para el código en sí de la aplicación.

Para obtener los resultados deseados se introducen en el programa diferentes formulas matemáticas extraídas de diversas páginas web.

Consumo actual (KWh/año)

$$CA = \Sigma \left( Cl \times Ws \times \frac{hfa}{1000} \right)$$

CA= Consumo Actual

Cl= Cantidad de lámparas

Ws= Vatios del sistema

hfa= horas de funcionamiento al año

Donde:

$$Ws = \frac{Pl}{\eta d}$$

$$hfa = hfd \times dfa$$

Pl= potencia lámpara

$\eta d$ = eficiencia driver

hfd= horas de funcionamiento al día

dfa= días de funcionamiento al año

Ahorro total (KWh/año)

$$AT = \frac{\Sigma(Ael \times hfa \times Cl)}{1000}$$

AT= Ahorro Total

Ael = Ahorro de energía por lámpara

Donde:

$$Ael = WsL - Ws$$

$$WsL = \frac{PL}{\eta dL}$$

$$PL = \frac{leql}{lefL}$$

WsL= Vatios del sistema LED

$\eta dL$ = eficiencia driver LED

leql= lúmenes equivalentes lámpara

lefL= lúmenes efectivos LED

Nuevo consumo (KWh/año)

$$NC = AT - CA$$

NC= Nuevo Consumo

Porcentaje de ahorro

$$\%A = \frac{AT}{CA}$$

%A= porcentaje de Ahorro

Ahorro en emisiones de CO2

$$ACO2 = AT \times \frac{KgCO2a}{1000}$$

ACO2= Ahorro de emisiones de CO2

kgCO2a = quilogramos de CO2 absorbidos por un árbol en un año

Arboles equivalentes al ahorro de CO2

$$AeqACO2 = - \frac{ACO2 \times 1000}{KgCO2a}$$

AeqACO2= Árboles equivalentes al Ahorro de CO2

Ahorro total (€/año)

$$AT\text{€} = pkWh \times AT$$

AT€= Ahorro Total en €

pkWh= precio kWh

Coste total de sustitución por LEDs

$$CS = \Sigma(CTcL)$$

CS= Coste de Substitución por LEDs

CTcL= Coste Total de cambio por LED

Donde:

$$CTcL = (prL + ccl) \times Cl$$

$$prL = numL * pr1L$$

$prL$  = precio LED  
 $ccl$  = coste cambio de lámpara  
 $numL$  = número de LEDs  
 $pr1L$  = precio de cada LED  
 Ahorro anual en mantenimiento

$$Am = - \frac{CTcvL}{c50000}$$

$Am$  = Ahorro en mantenimiento  
 $c50000$  = cambios de lámparas en 500000 horas

Donde:

$$CTcvL = \Sigma((prl \times nc50000 \times Cl) + (Ccl \times nc50000 \times Cl))$$

$$nc50000 = \frac{cl50000}{avu}$$

$$cl50000 = \frac{50000}{hfa}$$

$$avu = \frac{vu}{hfa}$$

$nc50000$  = número de cambios en 500000 horas  
 $avu$  = años de vida útil  
 $vu$  = vida útil en horas

Payback

$$P = \frac{CS}{-(AT\text{€} + Am)}$$

P = Payback

### 4.2.3 Resultados

Una vez introducido el inventario en la calculadora, y teniendo en cuenta que las lámparas están encendidas 10 horas al día y 226 días al año, los resultados que hemos obtenido son los siguientes:

- Consumo actual: 1.447.860 kWh
- Nuevo consumo: 561.266 kWh

- Ahorro total: 886.597 kWh
- Porcentaje de ahorro: 61,2 %
- Ahorro de emisiones de CO2: 341.339 kg
- Árboles equivalentes al ahorro de CO2: 17.066 árboles
- Ahorro económico total: 124.124 €
- Ahorro en mantenimiento: 26.694,7 €
- Coste total de sustitución por LEDs: 279.609 €
- Tiempo necesario para recuperar la inversión (payback): 1,85 años.

Como puede observarse en los resultados todos los datos obtenidos son positivos. Substituir las lámparas tradicionales por LED supone ahorro en todos los sentidos y aunque es necesaria una inversión inicial considerable esta se recupera en un periodo bastante corto de tiempo.

## **CAPÍTULO 5. CONCLUSIONES**

### **5.1 Conclusiones**

Tal y como se ha comentado en la introducción, el objetivo del proyecto es proporcionar una herramienta que mediante su uso se obtenga información útil para el beneficio económico, social y ambiental.

Los objetivos principales del trabajo, que eran el diseño de la calculadora de la eficiencia energética en la iluminación y su aplicación en el PMT, han sido alcanzados y se han obtenido resultados bastante positivos.

Con los resultados de este proyecto podemos concluir que la sustitución de la iluminación actual por LEDs es plenamente viable. Sobre todo en instituciones de gran superficie y uso, como es el PMT.

Pese a que la inversión inicial necesaria es una cantidad importante, ésta es muy recomendable para aquellos edificios de gran extensión y que necesitan iluminación durante gran cantidad de horas diaria. Cuanto más se consume, más se ahorra y por lo tanto en menos tiempo se recuperará la inversión inicial.

Además de ahorrar en el consumo y consecuentemente en la factura, también estamos contribuyendo a reducir las emisiones de CO<sub>2</sub> al planeta, ya que cuanto menos energía se consume menos CO<sub>2</sub> se emite. Por otro lado, abandonamos el uso de materiales como el mercurio o el sodio de las lámparas actuales, que cuando éstas se desechan producen una contaminación al medio ambiente considerable.

Aunque hayamos alcanzado el objetivo del trabajo, esta herramienta tiene un gran abanico de posibles futuras mejoras, hay muchos factores que no se han tenido en cuenta y que, si se quiere mejorar la precisión de los cálculos, deberíamos.

### **5.2 Futuras mejoras**

La calculadora, para realizar el cálculo, únicamente tiene en cuenta un tipo de LED. La primera mejora que se puede añadir sería crear otra base de datos que contenga tipos de lámpara LED y que le programa, en función del tipo de lámpara, del consumo o de los lúmenes, elija la más adecuada para la sustitución.

Otra mejora que se puede añadir es la opción de poder elegir el tipo de árbol equivalente a las emisiones de CO<sub>2</sub> ya que dependiendo del tipo de árbol, estos absorben más o menos cantidad de CO<sub>2</sub>.

Por último, una función que se puede añadir al programa pero que no hemos logrado es la opción de "añadir lámpara". En lugar de añadir la lámpara

manualmente en el fichero .txt el usuario debería poder introducir los datos de la lámpara en la segunda ventana y en vez de seleccionar el botón “OK”, seleccionar “añadir lámpara”. Esta se añadirá en la base de datos, en el fichero .txt, y esta estará disponible para introducir el inventario.

## CAPÍTULO 6. BIBLIOGRAFÍA

[1] Meadows, D.H.; Meadows, D.L.; Randers, J; Behrens, W., *Los límites del crecimiento: informe al Club de Roma sobre el predicamento de la Humanidad*. Documento en pdf (1972).

[2] <http://www.worldometers.info/es/>[fecha de consulta: mayo de 2012]

[3] <http://apuntesdedemografia.wordpress.com>[fecha de consulta: mayo de 2012]

[4] <http://portalsostenibilidad.upc.edu>[fecha de consulta: mayo de 2012]

[5] <http://www.un.org/spanish/envejecimiento/newpresskit/hechos.pdf>[fecha de consulta: mayo de 2012]

[6] <http://www.conapo.gob.mx/publicaciones/enveje2005/enveje01.pdf>[fecha de consulta: mayo de 2012]

[7] <http://co2now.org/>[fecha de consulta: mayo de 2012]

[8] <http://larutadelaenergia.org/>[fecha de consulta: mayo de 2012]

[9] <http://www.elecoloquista.com>[fecha de consulta: mayo de 2012]

[10] <http://www.asifunciona.com>[fecha de consulta: mayo de 2012]

[11] <http://edison.upc.edu>[fecha de consulta: mayo de 2012]

[12] <http://www.tuveras.com/luminotecnia/lamparasyluminarias.htm>[fecha de consulta: mayo de 2012]

[13] <http://www.leonardo-energy.org/>[fecha de consulta: mayo de 2012]

[14] <http://www.idae.es/>[fecha de consulta: junio de 2012]

[15] <http://infoleds.wordpress.com>[fecha de consulta: junio-julio de 2012]

[16] <http://www.aviron.es/>[fecha de consulta: junio-julio de 2012]

[17] <http://www.cambioenergetico.com/img/LED/Ventajas%20Iluminaci%C3%B3n%20LED.pdf>[fecha de consulta: junio-julio de 2012]

[18] <http://www.ledbox.es>[fecha de consulta: julio de 2012]

<http://www.wwf.es/>[fecha de consulta: mayo de 2012]

<http://www.uv.es/>[fecha de consulta: julio de 2012]

[http://eetac.upc.edu/ca/planol\\_eetac](http://eetac.upc.edu/ca/planol_eetac)[fecha de consulta: mayo de 2012]

<http://www.lamparadirecta.es>[fecha de consulta: mayo de 2012]

## ANEXO A: INVENTARIO

### A.1 B4: CTTC

#### Planta baja

Zona	Cantidad	Modelo	Consumo eléctrico (W)	Luminosidad (Lúmens)
Entrada	20	Fluorescente Compacto	26	1700
Pasillo	42	Tubo fluorescente	58	5240
	62	Fluorescente Compacto	26	1700
Recepción	15	Tubo fluorescente	58	5240
Administración	30	Tubo fluorescente	58	5240
Auditorio	72	Fluorescente compacto	26	1700
0.01	10	Tubo fluorescente	58	5240
0.02	10	Tubo fluorescente	58	5240
0.03	10	Tubo fluorescente	58	5240
0.04	10	Tubo fluorescente	58	5240
Zona técnica	4	Tubo fluorescente	18	1350
Cafetería	4	Fluorescente compacto	26	1700
Vestuario	6	Fluorescente compacto	26	1700
Sala de máquinas	4	Tubo fluorescente	58	5240
Parking	8	Tubo fluorescente	58	5240
Sótano	1	Tubo fluorescente	58	5240
Cámara anecoica	8	Tubo fluorescente	58	5240
Taller	8	Tubo fluorescente	58	5240

#### Primera planta

Zona	Cantidad	Modelo	Consumo eléctrico (W)	Luminosidad (Lúmens)
Pasillo	42	Tubo fluorescente	58	5240
	22	Fluorescente compacto	26	1700
1.01	15	Tubo fluorescente	58	5240
1.02	15	Tubo fluorescente	58	5240
1.03	15	Tubo fluorescente	58	5240
1.04	15	Tubo fluorescente	58	5240
1.05	15	Tubo fluorescente	58	5240
1.06	15	Tubo fluorescente	58	5240

1.07	15	Tubo fluorescente	58	5240
1.08	15	Tubo fluorescente	58	5240
1.09	15	Tubo fluorescente	58	5240
1.10	14	Tubo fluorescente	58	5240
1.21	16	Fluorescente Compacto	26	1700
Despacho	8	Fluorescente Compacto	26	1700
Almacén	5	Tubo fluorescente	58	5240

## Segunda planta

Zona	Cantidad	Modelo	Consumo eléctrico (W)	Luminosidad (Lúmens)
Pasillo	42	Tubo fluorescente	58	5240
	22	Fluorescente Compacto	26	1700
2.01	15	Tubo fluorescente	58	5240
2.02	15	Tubo fluorescente	58	5240
2.03	15	Tubo fluorescente	58	5240
2.04	15	Tubo fluorescente	58	5240
2.05	15	Tubo fluorescente	58	5240
2.06	10	Tubo fluorescente	58	5240
2.07	10	Tubo fluorescente	58	5240
2.08	10	Tubo fluorescente	58	5240
2.09	10	Tubo fluorescente	58	5240
2.10	10	Tubo fluorescente	58	5240
2.11	10	Tubo fluorescente	58	5240
2.12	14	Tubo fluorescente	58	5240
2.21	16	Fluorescente Compacto	26	1700
Sala Gamma	6	Fluorescente Compacto	26	1700
Almacén	5	Tubo fluorescente	58	5240

## Otros

Zona	Cantidad	Modelo	Consumo eléctrico (W)	Luminosidad (Lúmens)
Ascensor	2	Tubo fluorescente	18	1350
	4	Tubo fluorescente	15	1000
Lavabo	18	Tubo fluorescente	58	5240
	36	Tubo fluorescente	36	3350
Escalera	6	Tubo fluorescente	18	1350

## Total edificio

<b>Tipo</b>	<b>Consumo eléctrico (W)</b>	<b>Cantidad</b>
<b>Fluorescente</b>	<b>11</b>	0
	<b>15</b>	4
	<b>18</b>	12
	<b>20</b>	0
	<b>26</b>	254
	<b>36</b>	36
	<b>49</b>	0
	<b>58</b>	551
	<b>60</b>	0
<b>Halógena</b>	<b>35</b>	0
	<b>50</b>	0
	<b>100</b>	0
	<b>150</b>	0
	<b>300</b>	0
<b>Sodio</b>	<b>70</b>	0
	<b>100</b>	0
	<b>150</b>	0
<b>Mercurio</b>	<b>400</b>	0
<b>LED</b>	<b>12</b>	0

## **A.2. B6: Instituto de Geomática**

### **Planta subterránea**

<b>Zona</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Modelo</b>	<b>Consumo eléctrico (W)</b>	<b>Luminosidad (Lúmens)</b>
Pasillo	2	Tubo fluorescente	58	5240
	20	Tubo fluorescente	26	1700
Almacén	4	Tubo fluorescente	58	5240
Laboratorio 1	12	Tubo fluorescente	58	5240

Laboratorio 2	24	Tubo fluorescente	18	1350
Laboratorio 3	24	Tubo fluorescente	18	1350
Laboratorio 4	8	Tubo fluorescente	58	5240
Laboratorio 5	10	Tubo fluorescente	18	1350
Sala de máquinas	7	Tubo fluorescente	58	5240

## Planta baja

Zona	Cantidad	Modelo	Consumo eléctrico (W)	Luminosidad (Lúmens)
Pasillo	27	Tubo fluorescente	58	5240
	18	Tubo fluorescente	26	1700
Entrada	3	Fluorescente compacto	26	1700
Recepción	8	Tubo fluorescente	58	5240
Aula 1	8	Tubo fluorescente	58	5240
Aula 2	8	Tubo fluorescente	58	5240
Sala de actos	1	Tubo fluorescente	58	5240
	134	Fluorescente compacto	26	1700
Laboratorio	8	Tubo fluorescente	58	5240
Biblioteca	11	Tubo fluorescente	58	5240
Despacho 1	6	Tubo fluorescente	58	5240
Despacho 2	4	Tubo fluorescente	58	5240
Despacho 3	2	Tubo fluorescente	58	5240
Despacho 4	4	Tubo fluorescente	58	5240
Despacho 5	3	Tubo fluorescente	58	5240
Despacho 6	3	Tubo fluorescente	58	5240
Despacho 7	4	Tubo fluorescente	58	5240
Despacho 8	3	Tubo fluorescente	58	5240
Despacho 9	3	Tubo fluorescente	58	5240
Centro de cálculo	6	Tubo fluorescente	58	5240

## Primera planta

Zona	Cantidad	Modelo	Consumo eléctrico (W)	Luminosidad (Lúmens)
Pasillo	27	Tubo fluorescente	58	5240
	18	Fluorescente compacto	26	1700
Despachos IRIS	20	Tubo fluorescente	58	5240
Meeting room	16	Tubo fluorescente	58	5240
Laboratorio	8	Tubo fluorescente	58	5240
Sala de reuniones	15	Tubo fluorescente	58	5240

Dirección	22	Tubo fluorescente	58	5240
Sala de espera	3	Tubo fluorescente	58	5240
Despacho 1	2	Tubo fluorescente	58	5240
Despacho 2	3	Tubo fluorescente	58	5240
Despacho 3	3	Tubo fluorescente	58	5240
Despacho 4	4	Tubo fluorescente	58	5240
Despacho 5	3	Tubo fluorescente	58	5240
Despacho 6	4	Tubo fluorescente	58	5240
Despacho 7	3	Tubo fluorescente	58	5240
Despacho 8	3	Tubo fluorescente	58	5240

## Segunda planta

Zona	Cantidad	Modelo	Consumo eléctrico (W)	Luminosidad (Lúmens)
Pasillo	27	Tubo fluorescente	58	5240
	18	Fluorescente compacto	26	1700
Despachos	20	Tubo fluorescente	58	5240
Meeting room	16	Tubo fluorescente	58	5240
Laboratorio	8	Tubo fluorescente	58	5240
Sala de reuniones	15	Tubo fluorescente	58	5240
Aula	22	Tubo fluorescente	58	5240
Sala de espera	3	Tubo fluorescente	58	5240
Comedor	40	Fluorescente compacto	26	1700
Despacho 1	2	Tubo fluorescente	58	5240
Despacho 2	3	Tubo fluorescente	58	5240
Despacho 3	3	Tubo fluorescente	58	5240
Despacho 4	4	Tubo fluorescente	58	5240
Despacho 5	3	Tubo fluorescente	58	5240
Despacho 6	4	Tubo fluorescente	58	5240
Despacho 7	3	Tubo fluorescente	58	5240
Despacho 8	3	Tubo fluorescente	58	5240

## Otros

Zona	Cantidad	Modelo	Consumo eléctrico (W)	Luminosidad (Lúmens)
Lavabo	16	Tubo fluorescente	58	5240
	42	Fluorescente compacto	26	1700
	44	Tubo fluorescente	18	1350
Ascensor	5	Tubo fluorescente	36	3350
	3	Tubo fluorescente	18	1350

**Total edificio**

<b>Tipo</b>	<b>Consumo eléctrico (W)</b>	<b>Cantidad</b>
<b>Fluorescente</b>	11	0
	15	0
	18	105
	20	0
	26	293
	36	5
	49	0
	58	430
	60	0
<b>Halógena</b>	35	0
	50	0
	100	0
	150	0
	300	0
<b>Sodio</b>	70	0
	100	0
	150	0
<b>Mercurio</b>	400	0
<b>LED</b>	12	0

**A.3. B7: Residencia Pius Font i Quer****Planta 0**

<b>Zona</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Modelo</b>	<b>Consumo eléctrico (W)</b>	<b>Luminosidad (Lúmens)</b>
Pasillo	6	Tubo fluorescente	58	5240
	78	Tubo fluorescente	36	3350

	8	Fluorescente compacto	26	1700
Patio exterior	8	Tubo fluorescente	36	3350
Sala polivalente	19	Tubo fluorescente	58	5240
Lavandería	4	Fluorescente compacto	26	1700
Gimnasio	8	Fluorescente compacto	26	1700
S001	6	Fluorescente compacto	26	1700
	1	Fluorescente compacto	11	900
	3	Bombilla bajo consumo	11	900
	3	Halógena	50	900
S002	6	Fluorescente compacto	26	1700
	1	Fluorescente compacto	11	900
	3	Bombilla bajo consumo	11	900
	3	Halógena	50	900
S003	6	Fluorescente compacto	26	1700
	1	Fluorescente compacto	11	900
	3	Bombilla bajo consumo	11	900
	3	Halógena	50	900
S004	6	Fluorescente compacto	26	1700
	1	Fluorescente compacto	11	900
	3	Bombilla bajo consumo	11	900
	3	Halógena	50	900
S005	6	Fluorescente compacto	26	1700
	1	Fluorescente compacto	11	900

	3	Bombilla bajo consumo	11	900
	3	Halógena	50	900
S006	6	Fluorescente compacto	26	1700
	1	Fluorescente compacto	11	900
	3	Bombilla bajo consumo	11	900
	3	Halógena	50	900
S007	6	Fluorescente compacto	26	1700
	1	Fluorescente compacto	11	900
	3	Bombilla bajo consumo	11	900
	3	Halógena	50	900
S008	6	Fluorescente compacto	26	1700
	1	Fluorescente compacto	11	900
	3	Bombilla bajo consumo	11	900
	3	Halógena	50	900
S009	6	Fluorescente compacto	26	1700
	1	Fluorescente compacto	11	900
	3	Bombilla bajo consumo	11	900
	3	Halógena	50	900
S010	6	Fluorescente compacto	26	1700
	1	Fluorescente compacto	11	900
	3	Bombilla bajo consumo	11	900
	3	Halógena	50	900

S011	6	Fluorescente compacto	26	1700
	1	Fluorescente compacto	11	900
	3	Bombilla bajo consumo	11	900
	3	Halógena	50	900
S012	6	Fluorescente compacto	26	1700
	1	Fluorescente compacto	11	900
	3	Bombilla bajo consumo	11	900
	3	Halógena	50	900
S013	6	Fluorescente compacto	26	1700
	1	Fluorescente compacto	11	900
	3	Bombilla bajo consumo	11	900
	3	Halógena	50	900
S014	6	Fluorescente compacto	26	1700
	1	Fluorescente compacto	11	900
	3	Bombilla bajo consumo	11	900
	3	Halógena	50	900

### Planta baja

Zona	Cantidad	Modelo	Consumo eléctrico (W)	Luminosidad (Lúmens)
Entrada	50	Tubo fluorescente	58	5240
Recepción	5	Tubo fluorescente	58	5240
	1	Tubo fluorescente	36	3350
	8	Tubo fluorescente	18	1350
Sala estudio	16	Tubo fluorescente	18	1350
Pasillo	215	Tubo fluorescente	36	3350

SB01	1	Tubo fluorescente	58	5240
	4	Fluorescente compacto	26	1700
	1	Fluorescente compacto	11	900
	1	Bombilla bajo consumo	11	900
SB02	1	Tubo fluorescente	58	5240
	4	Fluorescente compacto	26	1700
	1	Fluorescente compacto	11	900
	1	Bombilla bajo consumo	11	900
SB03	1	Tubo fluorescente	58	5240
	4	Fluorescente compacto	26	1700
	1	Fluorescente compacto	11	900
	1	Bombilla bajo consumo	11	900
SB04	1	Tubo fluorescente	58	5240
	4	Fluorescente compacto	26	1700
	1	Fluorescente compacto	11	900
	1	Bombilla bajo consumo	11	900
SB05	1	Tubo fluorescente	58	5240
	4	Fluorescente compacto	26	1700
	1	Fluorescente compacto	11	900
	1	Bombilla bajo consumo	11	900
SB06	1	Tubo fluorescente	58	5240
	4	Fluorescente compacto	26	1700

	1	Fluorescente compacto	11	900
	1	Bombilla bajo consumo	11	900
SB07	1	Tubo fluorescente	58	5240
	4	Fluorescente compacto	26	1700
	1	Fluorescente compacto	11	900
	1	Bombilla bajo consumo	11	900
SB08	1	Tubo fluorescente	58	5240
	4	Fluorescente compacto	26	1700
	1	Fluorescente compacto	11	900
	1	Bombilla bajo consumo	11	900
SB09	1	Tubo fluorescente	58	5240
	4	Fluorescente compacto	26	1700
	1	Fluorescente compacto	11	900
	1	Bombilla bajo consumo	11	900
SB10	1	Tubo fluorescente	58	5240
	4	Fluorescente compacto	26	1700
	1	Fluorescente compacto	11	900
	1	Bombilla bajo consumo	11	900
SB11	1	Tubo fluorescente	58	5240
	4	Fluorescente compacto	26	1700
	1	Fluorescente compacto	11	900
	1	Bombilla bajo consumo	11	900

SB12	1	Tubo fluorescente	58	1700
	4	Fluorescente compacto	26	900
	1	Fluorescente compacto	11	900
	1	Bombilla bajo consumo	11	900
SB13	6	Fluorescente compacto	26	1700
	1	Fluorescente compacto	11	900
	3	Bombilla bajo consumo	11	900
	3	Halógena	50	900
SB14	1	Tubo fluorescente	58	1700
	4	Fluorescente compacto	26	900
	1	Fluorescente compacto	11	900
	1	Bombilla bajo consumo	11	900
SB15	1	Tubo fluorescente	58	5240
	4	Fluorescente compacto	26	1700
	1	Fluorescente compacto	11	900
	1	Bombilla bajo consumo	11	900
SB16	1	Tubo fluorescente	58	5240
	4	Fluorescente compacto	26	1700
	1	Fluorescente compacto	11	900
	1	Bombilla bajo consumo	11	900
SB17	1	Tubo fluorescente	58	5240
	4	Fluorescente compacto	26	1700

	1	Fluorescente compacto	11	900
	1	Bombilla bajo consumo	11	900
SB18	1	Tubo fluorescente	58	5240
	4	Fluorescente compacto	26	1700
	1	Fluorescente compacto	11	900
	1	Bombilla bajo consumo	11	900
SB19	1	Tubo fluorescente	58	5240
	4	Fluorescente compacto	26	1700
	1	Fluorescente compacto	11	900
	1	Bombilla bajo consumo	11	900
SB20	1	Tubo fluorescente	58	5240
	4	Fluorescente compacto	26	1700
	1	Fluorescente compacto	11	900
	1	Bombilla bajo consumo	11	900
SB21	1	Tubo fluorescente	58	5240
	4	Fluorescente compacto	26	1700
	1	Fluorescente compacto	11	900
	1	Bombilla bajo consumo	11	900
SB22	1	Tubo fluorescente	58	5240
	4	Fluorescente compacto	26	1700
	1	Fluorescente compacto	11	900
	1	Bombilla bajo consumo	11	900

SB23	1	Tubo fluorescente	58	5240
	4	Fluorescente compacto	26	1700
	1	Fluorescente compacto	11	900
	1	Bombilla bajo consumo	11	900
SB24	1	Tubo fluorescente	58	5240
	4	Fluorescente compacto	26	1700
	1	Fluorescente compacto	11	900
	1	Bombilla bajo consumo	11	900
SB25	1	Tubo fluorescente	58	5240
	4	Fluorescente compacto	26	1700
	1	Fluorescente compacto	11	900
	1	Bombilla bajo consumo	11	900
SB26	1	Tubo fluorescente	58	5240
	4	Fluorescente compacto	26	1700
	1	Fluorescente compacto	11	900
	1	Bombilla bajo consumo	11	900
SB27	1	Tubo fluorescente	58	5240
	4	Fluorescente compacto	26	1700
	1	Fluorescente compacto	11	900
	1	Bombilla bajo consumo	11	900
SB28	1	Tubo fluorescente	58	5240
	4	Fluorescente compacto	26	1700

	1	Fluorescente compacto	11	900
	1	Bombilla bajo consumo	11	900
SB29	1	Tubo fluorescente	58	5240
	4	Fluorescente compacto	26	1700
	1	Fluorescente compacto	11	900
	1	Bombilla bajo consumo	11	900
SB30	1	Tubo fluorescente	58	5240
	4	Fluorescente compacto	26	1700
	1	Fluorescente compacto	11	900
	1	Bombilla bajo consumo	11	900
SB31	1	Tubo fluorescente	58	5240
	4	Fluorescente compacto	26	1700
	1	Fluorescente compacto	11	900
	1	Bombilla bajo consumo	11	900
NB01	1	Tubo fluorescente	58	5240
	4	Fluorescente compacto	26	1700
	1	Fluorescente compacto	11	900
	1	Bombilla bajo consumo	11	900
NB02	1	Tubo fluorescente	58	5240
	4	Fluorescente compacto	26	1700
	1	Fluorescente compacto	11	900
	1	Bombilla bajo consumo	11	900

NB03	1	Tubo fluorescente	58	5240
	4	Fluorescente compacto	26	1700
	1	Fluorescente compacto	11	900
	1	Bombilla bajo consumo	11	900
NB04	1	Tubo fluorescente	58	5240
	4	Fluorescente compacto	26	1700
	1	Fluorescente compacto	11	900
	1	Bombilla bajo consumo	11	900
NB05	1	Tubo fluorescente	58	5240
	4	Fluorescente compacto	26	1700
	1	Fluorescente compacto	11	900
	1	Bombilla bajo consumo	11	900
NB06	1	Tubo fluorescente	58	5240
	4	Fluorescente compacto	26	1700
	1	Fluorescente compacto	11	900
	1	Bombilla bajo consumo	11	900
NB07	1	Tubo fluorescente	58	5240
	4	Fluorescente compacto	26	1700
	1	Fluorescente compacto	11	900
	1	Bombilla bajo consumo	11	900
NB08	1	Tubo fluorescente	58	5240
	4	Fluorescente compacto	26	1700

	1	Fluorescente compacto	11	900
	1	Bombilla bajo consumo	11	900
NB09	1	Tubo fluorescente	58	5240
	4	Fluorescente compacto	26	1700
	1	Fluorescente compacto	11	900
	1	Bombilla bajo consumo	11	900
NB10	1	Tubo fluorescente	58	5240
	4	Fluorescente compacto	26	1700
	1	Fluorescente compacto	11	900
	1	Bombilla bajo consumo	11	900
NB11	1	Tubo fluorescente	58	5240
	4	Fluorescente compacto	26	1700
	1	Fluorescente compacto	11	900
	1	Bombilla bajo consumo	11	900
NB12	1	Tubo fluorescente	58	5240
	4	Fluorescente compacto	26	1700
	1	Fluorescente compacto	11	900
	1	Bombilla bajo consumo	11	900
NB13	1	Tubo fluorescente	58	5240
	4	Fluorescente compacto	26	1700
	1	Fluorescente compacto	11	900
	1	Bombilla bajo consumo	11	900

NB14	1	Tubo fluorescente	58	5240
	4	Fluorescente compacto	26	1700
	1	Fluorescente compacto	11	900
	1	Bombilla bajo consumo	11	900
NB15	1	Tubo fluorescente	58	5240
	4	Fluorescente compacto	26	1700
	1	Fluorescente compacto	11	900
	1	Bombilla bajo consumo	11	900
Parking bicis	34	Tubo fluorescente	36	3350

### Planta 1

Zona	Cantidad	Modelo	Consumo eléctrico (W)	Luminosidad (Lúmens)
Entrada	8	Tubo fluorescente	58	5240
Sala estudio	16	Tubo fluorescente	18	1350
Pasillo	240	Tubo fluorescente	36	3350
S101	1	Tubo fluorescente	58	5240
	4	Fluorescente compacto	26	1700
	1	Fluorescente compacto	11	900
	1	Bombilla bajo consumo	11	900
S102	1	Tubo fluorescente	58	5240
	4	Fluorescente compacto	26	1700
	1	Fluorescente compacto	11	900
	1	Bombilla bajo consumo	11	900
S103	1	Tubo fluorescente	58	5240
	4	Fluorescente compacto	26	1700

	1	Fluorescente compacto	11	900
	1	Bombilla bajo consumo	11	900
S104	1	Tubo fluorescente	58	5240
	4	Fluorescente compacto	26	1700
	1	Fluorescente compacto	11	900
	1	Bombilla bajo consumo	11	900
S105	1	Tubo fluorescente	58	5240
	4	Fluorescente compacto	26	1700
	1	Fluorescente compacto	11	900
	1	Bombilla bajo consumo	11	900
S106	1	Tubo fluorescente	58	5240
	4	Fluorescente compacto	26	1700
	1	Fluorescente compacto	11	900
	1	Bombilla bajo consumo	11	900
S107	1	Tubo fluorescente	58	5240
	4	Fluorescente compacto	26	1700
	1	Fluorescente compacto	11	900
	1	Bombilla bajo consumo	11	900
S108	1	Tubo fluorescente	58	5240
	4	Fluorescente compacto	26	1700
	1	Fluorescente compacto	11	900
	1	Bombilla bajo consumo	11	900

S109	1	Tubo fluorescente	58	5240
	4	Fluorescente compacto	26	1700
	1	Fluorescente compacto	11	900
	1	Bombilla bajo consumo	11	900
S110	1	Tubo fluorescente	58	5240
	4	Fluorescente compacto	26	1700
	1	Fluorescente compacto	11	900
	1	Bombilla bajo consumo	11	900
S111	1	Tubo fluorescente	58	5240
	4	Fluorescente compacto	26	1700
	1	Fluorescente compacto	11	900
	1	Bombilla bajo consumo	11	900
S112	1	Tubo fluorescente	58	5240
	4	Fluorescente compacto	26	1700
	1	Fluorescente compacto	11	900
	1	Bombilla bajo consumo	11	900
S113	1	Tubo fluorescente	58	5240
	4	Fluorescente compacto	26	1700
	1	Fluorescente compacto	11	900
	1	Bombilla bajo consumo	11	900
S114	1	Tubo fluorescente	58	5240
	4	Fluorescente compacto	26	1700

	1	Fluorescente compacto	11	900
	1	Bombilla bajo consumo	11	900
S115	1	Tubo fluorescente	58	5240
	4	Fluorescente compacto	26	1700
	1	Fluorescente compacto	11	900
	1	Bombilla bajo consumo	11	900
S116	1	Tubo fluorescente	58	5240
	4	Fluorescente compacto	26	1700
	1	Fluorescente compacto	11	900
	1	Bombilla bajo consumo	11	900
S117	1	Tubo fluorescente	58	5240
	4	Fluorescente compacto	26	1700
	1	Fluorescente compacto	11	900
	1	Bombilla bajo consumo	11	900
S118	1	Tubo fluorescente	58	5240
	4	Fluorescente compacto	26	1700
	1	Fluorescente compacto	11	900
	1	Bombilla bajo consumo	11	900
S119	1	Tubo fluorescente	58	5240
	4	Fluorescente compacto	26	1700
	1	Fluorescente compacto	11	900
	1	Bombilla bajo consumo	11	900

S120	1	Tubo fluorescente	58	5240
	4	Fluorescente compacto	26	1700
	1	Fluorescente compacto	11	900
	1	Bombilla bajo consumo	11	900
S121	1	Tubo fluorescente	58	5240
	4	Fluorescente compacto	26	1700
	1	Fluorescente compacto	11	900
	1	Bombilla bajo consumo	11	900
S122	1	Tubo fluorescente	58	5240
	4	Fluorescente compacto	26	1700
	1	Fluorescente compacto	11	900
	1	Bombilla bajo consumo	11	900
S123	1	Tubo fluorescente	58	5240
	4	Fluorescente compacto	26	1700
	1	Fluorescente compacto	11	900
	1	Bombilla bajo consumo	11	900
S124	1	Tubo fluorescente	58	5240
	4	Fluorescente compacto	26	1700
	1	Fluorescente compacto	11	900
	1	Bombilla bajo consumo	11	900
S125	1	Tubo fluorescente	58	5240
	4	Fluorescente compacto	26	1700

	1	Fluorescente compacto	11	900
	1	Bombilla bajo consumo	11	900
S126	1	Tubo fluorescente	58	5240
	4	Fluorescente compacto	26	1700
	1	Fluorescente compacto	11	900
	1	Bombilla bajo consumo	11	900
S127	1	Tubo fluorescente	58	5240
	4	Fluorescente compacto	26	1700
	1	Fluorescente compacto	11	900
	1	Bombilla bajo consumo	11	900
S128	1	Tubo fluorescente	58	5240
	4	Fluorescente compacto	26	1700
	1	Fluorescente compacto	11	900
	1	Bombilla bajo consumo	11	900
S129	1	Tubo fluorescente	58	5240
	4	Fluorescente compacto	26	1700
	1	Fluorescente compacto	11	900
	1	Bombilla bajo consumo	11	900
S130	1	Tubo fluorescente	58	5240
	4	Fluorescente compacto	26	1700
	1	Fluorescente compacto	11	900
	1	Bombilla bajo consumo	11	900

S131	1	Tubo fluorescente	58	5240
	4	Fluorescente compacto	26	1700
	1	Fluorescente compacto	11	900
	1	Bombilla bajo consumo	11	900
S132	1	Tubo fluorescente	58	5240
	4	Fluorescente compacto	26	1700
	1	Fluorescente compacto	11	900
	1	Bombilla bajo consumo	11	900
S133	1	Tubo fluorescente	58	5240
	4	Fluorescente compacto	26	1700
	1	Fluorescente compacto	11	900
	1	Bombilla bajo consumo	11	900
N101	1	Tubo fluorescente	58	5240
	4	Fluorescente compacto	26	1700
	1	Fluorescente compacto	11	900
	1	Bombilla bajo consumo	11	900
N102	1	Tubo fluorescente	58	5240
	4	Fluorescente compacto	26	1700
	1	Fluorescente compacto	11	900
	1	Bombilla bajo consumo	11	900
N103	1	Tubo fluorescente	58	5240
	4	Fluorescente compacto	26	1700

	1	Fluorescente compacto	11	900
	1	Bombilla bajo consumo	11	900
N104	1	Tubo fluorescente	58	5240
	4	Fluorescente compacto	26	1700
	1	Fluorescente compacto	11	900
	1	Bombilla bajo consumo	11	900
N105	1	Tubo fluorescente	58	5240
	4	Fluorescente compacto	26	1700
	1	Fluorescente compacto	11	900
	1	Bombilla bajo consumo	11	900
N106	1	Tubo fluorescente	58	5240
	4	Fluorescente compacto	26	1700
	1	Fluorescente compacto	11	900
	1	Bombilla bajo consumo	11	900
N107	1	Tubo fluorescente	58	5240
	4	Fluorescente compacto	26	1700
	1	Fluorescente compacto	11	900
	1	Bombilla bajo consumo	11	900
N108	1	Tubo fluorescente	58	5240
	4	Fluorescente compacto	26	1700
	1	Fluorescente compacto	11	900
	1	Bombilla bajo consumo	11	900

N109	1	Tubo fluorescente	58	5240
	4	Fluorescente compacto	26	1700
	1	Fluorescente compacto	11	900
	1	Bombilla bajo consumo	11	900
N110	1	Tubo fluorescente	58	5240
	4	Fluorescente compacto	26	1700
	1	Fluorescente compacto	11	900
	1	Bombilla bajo consumo	11	900
N111	1	Tubo fluorescente	58	5240
	4	Fluorescente compacto	26	1700
	1	Fluorescente compacto	11	900
	1	Bombilla bajo consumo	11	900
N112	1	Tubo fluorescente	58	5240
	4	Fluorescente compacto	26	1700
	1	Fluorescente compacto	11	900
	1	Bombilla bajo consumo	11	900
N113	1	Tubo fluorescente	58	5240
	4	Fluorescente compacto	26	1700
	1	Fluorescente compacto	11	900
	1	Bombilla bajo consumo	11	900
N114	1	Tubo fluorescente	58	5240
	4	Fluorescente compacto	26	1700

	1	Fluorescente compacto	11	900
	1	Bombilla bajo consumo	11	900
N115	6	Fluorescente compacto	26	1700
	1	Fluorescente compacto	11	900
	3	Bombilla bajo consumo	11	900
	3	Halógena	50	900
N116	1	Tubo fluorescente	58	5240
	4	Fluorescente compacto	26	1700
	1	Fluorescente compacto	11	900
	1	Bombilla bajo consumo	11	900
N117	1	Tubo fluorescente	58	5240
	4	Fluorescente compacto	26	1700
	1	Fluorescente compacto	11	900
	1	Bombilla bajo consumo	11	900
N118	1	Tubo fluorescente	58	5240
	4	Fluorescente compacto	26	1700
	1	Fluorescente compacto	11	900
	1	Bombilla bajo consumo	11	900
N119	1	Tubo fluorescente	58	5240
	4	Fluorescente compacto	26	1700
	1	Fluorescente compacto	11	900
	1	Bombilla bajo consumo	11	900

N120	1	Tubo fluorescente	58	5240
	4	Fluorescente compacto	26	1700
	1	Fluorescente compacto	11	900
	1	Bombilla bajo consumo	11	900
N121	1	Tubo fluorescente	58	5240
	4	Fluorescente compacto	26	1700
	1	Fluorescente compacto	11	900
	1	Bombilla bajo consumo	11	900
N122	1	Tubo fluorescente	58	5240
	4	Fluorescente compacto	26	1700
	1	Fluorescente compacto	11	900
	1	Bombilla bajo consumo	11	900
N123	1	Tubo fluorescente	58	5240
	4	Fluorescente compacto	26	1700
	1	Fluorescente compacto	11	900
	1	Bombilla bajo consumo	11	900
N124	1	Tubo fluorescente	58	5240
	4	Fluorescente compacto	26	1700
	1	Fluorescente compacto	11	900
	1	Bombilla bajo consumo	11	900
N125	1	Tubo fluorescente	58	5240
	4	Fluorescente compacto	26	1700

	1	Fluorescente compacto	11	900
	1	Bombilla bajo consumo	11	900
N126	1	Tubo fluorescente	58	5240
	4	Fluorescente compacto	26	1700
	1	Fluorescente compacto	11	900
	1	Bombilla bajo consumo	11	900
N127	1	Tubo fluorescente	58	5240
	4	Fluorescente compacto	26	1700
	1	Fluorescente compacto	11	900
	1	Bombilla bajo consumo	11	900
N128	1	Tubo fluorescente	58	5240
	4	Fluorescente compacto	26	1700
	1	Fluorescente compacto	11	900
	1	Bombilla bajo consumo	11	900
N129	1	Tubo fluorescente	58	5240
	4	Fluorescente compacto	26	1700
	1	Fluorescente compacto	11	900
	1	Bombilla bajo consumo	11	900

## Planta 2

Zona	Cantidad	Modelo	Consumo eléctrico (W)	Luminosidad (Lúmens)
Entrada	8	Tubo fluorescente	58	5240
Sala estudio	16	Tubo fluorescente	18	1350

Pasillo	125	Tubo fluorescente	36	3350
N201	1	Tubo fluorescente	58	5240
	4	Fluorescente compacto	26	1700
	1	Fluorescente compacto	11	900
	1	Bombilla bajo consumo	11	900
N202	1	Tubo fluorescente	58	5240
	4	Fluorescente compacto	26	1700
	1	Fluorescente compacto	11	900
	1	Bombilla bajo consumo	11	900
N203	1	Tubo fluorescente	58	5240
	4	Fluorescente compacto	26	1700
	1	Fluorescente compacto	11	900
	1	Bombilla bajo consumo	11	900
N204	1	Tubo fluorescente	58	5240
	4	Fluorescente compacto	26	1700
	1	Fluorescente compacto	11	900
	1	Bombilla bajo consumo	11	900
N205	1	Tubo fluorescente	58	5240
	4	Fluorescente compacto	26	1700
	1	Fluorescente compacto	11	900
	1	Bombilla bajo consumo	11	900
N206	1	Tubo fluorescente	58	5240
	4	Fluorescente compacto	26	1700

	1	Fluorescente compacto	11	900
	1	Bombilla bajo consumo	11	900
N207	1	Tubo fluorescente	58	5240
	4	Fluorescente compacto	26	1700
	1	Fluorescente compacto	11	900
	1	Bombilla bajo consumo	11	900
N208	1	Tubo fluorescente	58	5240
	4	Fluorescente compacto	26	1700
	1	Fluorescente compacto	11	900
	1	Bombilla bajo consumo	11	900
N209	1	Tubo fluorescente	58	5240
	4	Fluorescente compacto	26	1700
	1	Fluorescente compacto	11	900
	1	Bombilla bajo consumo	11	900
N210	1	Tubo fluorescente	58	5240
	4	Fluorescente compacto	26	1700
	1	Fluorescente compacto	11	900
	1	Bombilla bajo consumo	11	900
N211	1	Tubo fluorescente	58	5240
	4	Fluorescente compacto	26	1700
	1	Fluorescente compacto	11	900
	1	Bombilla bajo	11	900

		consumo		
N212	1	Tubo fluorescente	58	5240
	4	Fluorescente compacto	26	1700
	1	Fluorescente compacto	11	900
	1	Bombilla bajo consumo	11	900
N213	1	Tubo fluorescente	58	5240
	4	Fluorescente compacto	26	1700
	1	Fluorescente compacto	11	900
	1	Bombilla bajo consumo	11	900
N214	1	Tubo fluorescente	58	5240
	4	Fluorescente compacto	26	1700
	1	Fluorescente compacto	11	900
	1	Bombilla bajo consumo	11	900
N215	1	Tubo fluorescente	58	5240
	4	Fluorescente compacto	26	1700
	1	Fluorescente compacto	11	900
	1	Bombilla bajo consumo	11	900
N216	1	Tubo fluorescente	58	5240
	4	Fluorescente compacto	26	1700
	1	Fluorescente compacto	11	900
	1	Bombilla bajo consumo	11	900
N217	6	Fluorescente compacto	26	1700
	1	Fluorescente	11	900

	3	compacto Bombilla bajo consumo	11	900
	3	Halógena	50	900
N218	1	Tubo fluorescente	58	5240
	4	Fluorescente compacto	26	1700
	1	Fluorescente compacto	11	900
	1	Bombilla bajo consumo	11	900
N219	1	Tubo fluorescente	58	5240
	4	Fluorescente compacto	26	1700
	1	Fluorescente compacto	11	900
	1	Bombilla bajo consumo	11	900
N220	1	Tubo fluorescente	58	5240
	4	Fluorescente compacto	26	1700
	1	Fluorescente compacto	11	900
	1	Bombilla bajo consumo	11	900
N221	1	Tubo fluorescente	58	5240
	4	Fluorescente compacto	26	1700
	1	Fluorescente compacto	11	900
	1	Bombilla bajo consumo	11	900
N222	1	Tubo fluorescente	58	5240
	4	Fluorescente compacto	26	1700
	1	Fluorescente compacto	11	900
	1	Bombilla bajo	11	900

		consumo		
N223	1	Tubo fluorescente	58	5240
	4	Fluorescente compacto	26	1700
	1	Fluorescente compacto	11	900
	1	Bombilla bajo consumo	11	900
N224	1	Tubo fluorescente	58	5240
	4	Fluorescente compacto	26	1700
	1	Fluorescente compacto	11	900
	1	Bombilla bajo consumo	11	900
N225	1	Tubo fluorescente	58	5240
	4	Fluorescente compacto	26	1700
	1	Fluorescente compacto	11	900
	1	Bombilla bajo consumo	11	900
N226	1	Tubo fluorescente	58	5240
	4	Fluorescente compacto	26	1700
	1	Fluorescente compacto	11	900
	1	Bombilla bajo consumo	11	900
N227	1	Tubo fluorescente	58	5240
	4	Fluorescente compacto	26	1700
	1	Fluorescente compacto	11	900
	1	Bombilla bajo consumo	11	900
N228	1	Tubo fluorescente	58	5240
	4	Fluorescente compacto	26	1700

	1	Fluorescente compacto	11	900
	1	Bombilla bajo consumo	11	900

## Otros

Zona	Cantidad	Modelo	Consumo eléctrico (W)	Luminosidad (Lúmens)
Escaleras exteriores	8	Tubo fluorescente	36	3350
Escaleras interiores	6	Tubo fluorescente	58	5240
Ascensor	4	Tubo fluorescente	18	1350
Lavabo	2	Fluorescente compacto	26	1700
Lavabo minusválidos	1	Fluorescente compacto	26	1700
	1	Tubo fluorescente	18	1350

## Total edificio

Tipo	Consumo eléctrico (W)	Cantidad
<b>Fluorescente</b>	11	330
	15	0
	18	61
	20	0
	26	637
	36	709
	49	0
	58	235
	60	0
<b>Halógena</b>	35	0
	50	51
	100	0
	150	0

	<b>300</b>	0
<b>Sodio</b>	<b>70</b>	0
	<b>100</b>	0
	<b>150</b>	0
<b>LED</b>	<b>12</b>	0

#### A.4. C3: Edificio CIMNE – EETAC 2

##### Planta baja

Zona	Cantidad	Modelo	Consumo eléctrico (W)	Luminosidad (Lúmens)
Pasillo	82	Fluorescente compacto	26	1700
	2	Halógena	50	900
001	18	Fluorescente compacto	26	1700
002	16	Fluorescente compacto	26	1700
003	16	Fluorescente compacto	26	1700
004	16	Fluorescente compacto	26	1700
005	16	Fluorescente compacto	26	1700
006	16	Fluorescente compacto	26	1700
007	16	Fluorescente compacto	26	1700
008	16	Fluorescente compacto	26	1700
009	16	Fluorescente compacto	26	1700
010	16	Fluorescente compacto	26	1700
011	16	Fluorescente compacto	26	1700
012	16	Fluorescente compacto	26	1700
013	16	Fluorescente compacto	26	1700
014	16	Fluorescente compacto	26	1700
015	16	Fluorescente	26	1700

		compacto		
016	16	Fluorescente compacto	26	1700
017	16	Fluorescente compacto	26	1700
018	16	Fluorescente compacto	26	1700
019	16	Fluorescente compacto	26	1700
020	16	Fluorescente compacto	26	1700

### Primera planta

Zona	Cantidad	Modelo	Consumo eléctrico (W)	Luminosidad (Lúmens)
Pasillo	86	Fluorescente compacto	26	1700
	2	LED	12	1000
101	16	Fluorescente compacto	26	1700
102	16	Fluorescente compacto	26	1700
103	16	Fluorescente compacto	26	1700
104	16	Fluorescente compacto	26	1700
105	16	Fluorescente compacto	26	1700
106	16	Fluorescente compacto	26	1700
107	16	Fluorescente compacto	26	1700
108	16	Fluorescente compacto	26	1700
109	16	Fluorescente compacto	26	1700
110	16	Fluorescente compacto	26	1700
111	16	Fluorescente compacto	26	1700
112	16	Fluorescente compacto	26	1700
113	16	Fluorescente compacto	26	1700
114	16	Fluorescente compacto	26	1700
115	16	Fluorescente compacto	26	1700
116	16	Fluorescente compacto	26	1700

117	16	Fluorescente compacto	26	1700
118	16	Fluorescente compacto	26	1700
119	16	Fluorescente compacto	26	1700
120	16	Fluorescente compacto	26	1700
121	16	Fluorescente compacto	26	1700
122	16	Fluorescente compacto	26	1700

## Segunda planta

Zona	Cantidad	Modelo	Consumo eléctrico (W)	Luminosidad (Lúmens)
Pasillo	86	Fluorescente compacto	26	1700
	2	LED	12	1000
201	16	Fluorescente compacto	26	1700
202	16	Fluorescente compacto	26	1700
203	16	Fluorescente compacto	26	1700
204	16	Fluorescente compacto	26	1700
205	16	Fluorescente compacto	26	1700
206	16	Fluorescente compacto	26	1700
207	16	Fluorescente compacto	26	1700
208	16	Fluorescente compacto	26	1700
209	16	Fluorescente compacto	26	1700
210	16	Fluorescente compacto	26	1700
211	32	Fluorescente compacto	26	1700
212	32	Fluorescente compacto	26	1700
213	32	Fluorescente compacto	26	1700
214	32	Fluorescente compacto	26	1700
215	16	Fluorescente compacto	26	1700
216	16	Fluorescente	26	1700

		compacto		
217	16	Fluorescente compacto	26	1700
218	16	Fluorescente compacto	26	1700

### Tercera planta

Zona	Cantidad	Modelo	Consumo eléctrico (W)	Luminosidad (Lúmens)
Pasillo	62	Fluorescente compacto	26	1700
	6	Halógena	100	2500
Terraza	3	Halógena	100	2500
301	32	Fluorescente compacto	26	1700
302	24	Fluorescente compacto	26	1700
303	16	Fluorescente compacto	26	1700
304	16	Fluorescente compacto	26	1700
305	16	Fluorescente compacto	26	1700
306	16	Fluorescente compacto	26	1700
307	16	Fluorescente compacto	26	1700
308	16	Fluorescente compacto	26	1700
309	32	Fluorescente compacto	26	1700
310	32	Fluorescente compacto	26	1700
311	24	Fluorescente compacto	26	1700
312	16	Fluorescente compacto	26	1700
313	16	Fluorescente compacto	26	1700

### Otros

Zona	Cantidad	Modelo	Consumo eléctrico (W)	Luminosidad (Lúmens)
Lavabos	4	Fluorescente compacto	26	1700
	32	Halógena	50	900

	42	LED	12	1000
Porche	20	Fluorescente compacto	26	1700
Ascensor	6	Tubo fluorescente	36	3350

### Total edificio

Tipo	Consumo eléctrico (W)	Cantidad
Fluorescente	11	0
	15	0
	18	0
	20	0
	26	1574
	36	0
	49	0
	58	0
	60	0
Halógena	35	0
	50	34
	100	0
	150	0
	300	0
Sodio	70	0
	100	0
	150	0
Mercurio	400	0
LED	12	46

### A.5. C4: Edificio EETAC 1 (Alumnos)

#### Planta subterránea

Zona	Cantidad	Modelo	Consumo eléctrico (W)	Luminosidad (Lúmens)
Entrada subterránea V	4	Tubo fluorescente	58	5240
	1	Tubo fluorescente	36	3350
SA1V (Lab. de aeronáutica1)	68	Tubo fluorescente	36	3350
	4	Tubo fluorescente	26	1700
Pasillo V	1	Tubo fluorescente	58	5240
Entrada subterránea G	4	Tubo fluorescente	58	5240
	1	Tubo fluorescente	36	3350
SA2G (Lab. de aeronáutica 2 con proyector)	30	Tubo fluorescente	58	5240
Pasillo G	1	Tubo fluorescente	58	5240
Entrada subterránea B	4	Tubo fluorescente	58	5240
	1	Tubo fluorescente	36	3350
S30aB (Lab. de Fotolitografía)	10	Tubo fluorescente	58	5240
S30bB (Lab. de Fotolitografía)	6	Tubo fluorescente	58	5240
S30cB (Lab. de Fotolitografía)	6	Tubo fluorescente	58	5240
S30dB (Lab. de Fotolitografía)	8	Tubo fluorescente	58	5240
Pasillo B	5	Tubo fluorescente	58	5240
Salida emergencia B	2	Tubo fluorescente	18	1350
Almacén 1	3	Tubo fluorescente	18	1350
Almacén 2	1	Tubo fluorescente	58	5240
Almacén 3	5	Tubo fluorescente	58	5240
Pasillos subterráneo	4	Tubo fluorescente	58	5240
	24	Tubo fluorescente	36	3350
	4	Fluorescente compacto	26	1700
	2	Tubo fluorescente	18	1350
Habitación Transformadores	6	Tubo fluorescente	58	5240
Rack	3	Tubo fluorescente	58	5240
	2	Tubo fluorescente	18	1350
Rack Recerca	3	Tubo fluorescente	58	5240
Rack Servicios	1	Tubo fluorescente	58	5240

	1	Tubo fluorescente	18	1350
Arxiu general	3	Tubo fluorescente	58	5240
Lab. Óptica	8	Tubo fluorescente	58	5240
Cluster	2	Tubo fluorescente	58	5240
Taller microgravidad	2	Tubo fluorescente	58	5240
Cuadro eléctrico	2	Tubo fluorescente	58	5240
Sala comunicaciones	1	Tubo fluorescente	58	5240
Taller producción	1	Tubo fluorescente	58	5240
Almacén servicios técnicos	1	Tubo fluorescente	58	5240
Microtrón	1	Tubo fluorescente	58	5240
Limpieza	4	Tubo fluorescente	58	5240
Vestuarios	10	Tubo fluorescente	58	5240
Mantenimiento	16	Tubo fluorescente	58	5240
Galerías subterráneas	94	Fluorescente compacto	26	1700
Ascensor	3	Tubo fluorescente	20	1660

## Planta baja

Zona	Cantidad	Modelo	Consumo eléctrico (W)	Luminosidad (Lúmens)
Pasillo V	22	Fluorescente compacto	26	1700
Aula 025V	24	Tubo fluorescente	58	5240
Aula 026V	24	Tubo fluorescente	58	5240
Lavabo V	18	Fluorescente compacto	26	1700
Lavabo minusválidos	1	Fluorescente compacto	26	1700
Pasillo G	22	Fluorescente compacto	26	1700
Aula 023G	24	Tubo fluorescente	58	5240
Aula 024G	24	Tubo fluorescente	58	5240
Lavabo G	18	Fluorescente compacto	26	1700
Lavabo minusválidos	1	Fluorescente compacto	26	1700
Pasillo B	22	Fluorescente compacto	26	1700
Aula 020B	16	Tubo fluorescente	58	5240
Aula 021B	16	Tubo fluorescente	58	5240
Aula 022B	16	Tubo fluorescente	58	5240

Lavabo B	18	Fluorescente compacto	26	1700
Lavabo minusválidos	1	Fluorescente compacto	26	1700
Pasillo general	4	Tubo fluorescente	58	5240
	70	Fluorescente compacto	26	1700
A027b	12	Tubo fluorescente	58	5240
A028a	40	Tubo fluorescente	58	5240
A028b	12	Tubo fluorescente	58	5240
Recepción	4	Tubo fluorescente	58	5240
	48	Fluorescente compacto	26	1700
Cuarto recepción	1	Tubo fluorescente	58	5240
030	62	Fluorescente compacto	26	1700
031	18	Fluorescente compacto	26	1700
032	14	Fluorescente compacto	26	1700
Lavabo	4	Fluorescente compacto	26	1700
Almacén	2	Tubo fluorescente	58	5240
	2	Fluorescente compacto	26	1700
Pasillo	14	Fluorescente compacto	26	1700

### Primera planta

Zona	Cantidad	Modelo	Consumo eléctrico (W)	Luminosidad (Lúmens)
Pasillo V	22	Fluorescente compacto	26	1700
Aula 132V	16	Tubo fluorescente	58	5240
Aula 133V	16	Tubo fluorescente	58	5240
Aula 134V	16	Tubo fluorescente	58	5240
Lavabo V	18	Fluorescente compacto	26	1700
Pasillo G	22	Fluorescente compacto	26	1700
Aula 130G	32	Tubo fluorescente	58	5240
Aula 131G	16	Tubo fluorescente	58	5240
Lavabo G	18	Fluorescente compacto	26	1700

Pasillo B	22	Fluorescente compacto	26	1700
Aula 127B	16	Tubo fluorescente	58	5240
Aula 128B	16	Tubo fluorescente	58	5240
Aula 129B	16	Tubo fluorescente	58	5240
Lavabo B	18	Fluorescente compacto	26	1700
Pasillo general	68	Tubo fluorescente	18	1350
135	48	Tubo fluorescente	36	3350
137	24	Tubo fluorescente	36	3350
138	24	Fluorescente compacto	26	1700
139	24	Fluorescente compacto	26	1700
140	32	Tubo fluorescente	58	5240
	24	Fluorescente compacto	26	1700
Dirección	52	Fluorescente compacto	26	1700
143a	24	Fluorescente compacto	26	1700
143b	12	Fluorescente compacto	26	1700
143c	8	Fluorescente compacto	26	1700
143d	12	Fluorescente compacto	26	1700
143e	12	Fluorescente compacto	26	1700
143f	16	Fluorescente compacto	26	1700
Lavabo dirección	4	Fluorescente compacto	26	1700
Pasillo dirección	32	Fluorescente compacto	26	1700

## Segunda planta

Zona	Cantidad	Modelo	Consumo eléctrico (W)	Luminosidad (Lúmens)
Pasillo V	22	Fluorescente compacto	26	1700
Aula 236V	15	Tubo fluorescente	58	5240
Aula 237V	8	Tubo fluorescente	58	5240
Aula 238V	8	Tubo fluorescente	58	5240
Aula 239V	16	Tubo fluorescente	58	5240
Aula 240V	16	Tubo fluorescente	58	5240
Lavabo V	18	Fluorescente compacto	26	1700

Pasillo G	22	Fluorescente compacto	26	1700
Aula 231G	15	Tubo fluorescente	58	5240
Aula 232G	8	Tubo fluorescente	58	5240
Aula 233G	8	Tubo fluorescente	58	5240
Aula 234G	16	Tubo fluorescente	58	5240
Aula 235G	16	Tubo fluorescente	58	5240
Lavabo G	18	Fluorescente compacto	26	1700
Pasillo B	22	Fluorescente compacto	26	1700
Aula 226B	15	Tubo fluorescente	58	5240
	12	Tubo fluorescente	36	3350
Aula 228B	16	Tubo fluorescente	58	5240
Aula 229B	16	Tubo fluorescente	58	5240
	12	Tubo fluorescente	36	3350
Aula 230B	16	Tubo fluorescente	58	5240
Lavabo B	18	Fluorescente compacto	26	1700

### Tercera planta

Zona	Cantidad	Modelo	Consumo eléctrico (W)	Luminosidad (Lúmens)
Pasillo V	22	Fluorescente compacto	26	1700
Aula 336V	15	Tubo fluorescente	58	5240
Aula 337V	16	Tubo fluorescente	58	5240
Aula 338V	16	Tubo fluorescente	58	5240
Aula 339V	16	Tubo fluorescente	58	5240
Lavabo V	18	Fluorescente compacto	26	1700
Pasillo G	22	Fluorescente compacto	26	1700
Aula 331G	15	Tubo fluorescente	58	5240
	12	Tubo fluorescente	36	3350
Aula 332G	8	Tubo fluorescente	58	5240
Aula 333G	16	Tubo fluorescente	58	5240
Aula 334G	24	Tubo fluorescente	58	5240
Lavabo G	18	Fluorescente compacto	26	1700
Pasillo B	22	Fluorescente compacto	26	1700
Aula 326B	15	Tubo fluorescente	58	5240
Aula 327B	8	Tubo fluorescente	58	5240
Aula 328B	16	Tubo fluorescente	58	5240

	12	Tubo fluorescente	36	3350
Aula 329B	8	Tubo fluorescente	58	5240
Aula 330B	16	Tubo fluorescente	58	5240
Lavabo B	18	Fluorescente compacto	26	1700

## Otros

Zona	Cantidad	Modelo	Consumo eléctrico (W)	Luminosidad (Lúmens)
Seguridad	3	Tubo fluorescente	58	5240
Escaleras	9	Tubo fluorescente	58	5240
	18	Halógena	100	1900
Ascensor	18	Tubo fluorescente	36	3350
Azotea	6	Tubo fluorescente	58	5240
	18	Tubo fluorescente	18	1350
Azotea B	6	Tubo fluorescente	58	5240

## Total edificio

Tipo	Consumo eléctrico (W)	Cantidad
Fluorescente	11	0
	15	0
	18	96
	20	3
	26	1062
	36	233
	49	0
	58	949
	60	0
Halógena	35	0
	50	0
	100	18
	150	0

	<b>300</b>	0
<b>Sodio</b>	<b>70</b>	0
	<b>100</b>	0
	<b>150</b>	0
<b>Mercurio</b>	<b>400</b>	0
<b>LED</b>	<b>12</b>	0

## A.6. C4: Edificio EETAC 1 (Profesores)

### Planta baja

<b>Zona</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Modelo</b>	<b>Consumo eléctrico (W)</b>	<b>Luminosidad (Lúmens)</b>
001	84	Fluorescente compacto	26	1700
002	12	Fluorescente compacto	26	1700
003	12	Fluorescente compacto	26	1700
004	12	Fluorescente compacto	26	1700
005	12	Fluorescente compacto	26	1700
006	12	Fluorescente compacto	26	1700
007	12	Fluorescente compacto	26	1700
008	12	Fluorescente compacto	26	1700
009	12	Fluorescente compacto	26	1700
010	12	Fluorescente compacto	26	1700
011	12	Fluorescente compacto	26	1700
012	12	Fluorescente compacto	26	1700
013	12	Fluorescente compacto	26	1700
014	12	Fluorescente compacto	26	1700
015	12	Fluorescente compacto	26	1700
016	36	Fluorescente compacto	26	1700

017	4	Fluorescente compacto	26	1700
018	24	Fluorescente compacto	26	1700
Pasillo	9	Tubo fluorescente	58	5240
	24	Fluorescente compacto	26	1700
Lavabo	20	Fluorescente compacto	26	1700
Lavabo minusválidos	2	Fluorescente compacto	26	1700
Cuarto limpieza	2	Fluorescente compacto	26	1700

### Primera planta

Zona	Cantidad	Modelo	Consumo eléctrico (W)	Luminosidad (Lúmens)
101	36	Fluorescente compacto	26	1700
102	18	Fluorescente compacto	26	1700
103	12	Fluorescente compacto	26	1700
104	12	Fluorescente compacto	26	1700
105	12	Fluorescente compacto	26	1700
106	12	Fluorescente compacto	26	1700
107	12	Fluorescente compacto	26	1700
108	12	Fluorescente compacto	26	1700
109	12	Fluorescente compacto	26	1700
110	12	Fluorescente compacto	26	1700
111	12	Fluorescente compacto	26	1700
112	12	Fluorescente compacto	26	1700
113	12	Fluorescente compacto	26	1700
114	12	Fluorescente compacto	26	1700
115	12	Fluorescente compacto	26	1700
116	12	Fluorescente compacto	26	1700
117	12	Fluorescente	26	1700

		compacto		
118	12	Fluorescente compacto	26	1700
119	12	Fluorescente compacto	26	1700
120	12	Fluorescente compacto	26	1700
121	12	Fluorescente compacto	26	1700
122	12	Fluorescente compacto	26	1700
123	36	Fluorescente compacto	26	1700
124	4	Fluorescente compacto	26	1700
125	24	Fluorescente compacto	26	1700
Pasillo	9	Tubo fluorescente	58	5240
	44	Fluorescente compacto	26	1700
Lavabo	20	Fluorescente compacto	26	1700
Lavabo minusválidos	2	Fluorescente compacto	26	1700
Cuarto limpieza	2	Fluorescente compacto	26	1700

## Segunda planta

Zona	Cantidad	Modelo	Consumo eléctrico (W)	Luminosidad (Lúmens)
201	36	Fluorescente compacto	26	1700
202	18	Fluorescente compacto	26	1700
203	12	Fluorescente compacto	26	1700
204	12	Fluorescente compacto	26	1700
205	12	Fluorescente compacto	26	1700
206	12	Fluorescente compacto	26	1700
207	12	Fluorescente compacto	26	1700
208	12	Fluorescente compacto	26	1700
209	12	Fluorescente compacto	26	1700
210	12	Fluorescente compacto	26	1700

211	12	Fluorescente compacto	26	1700
212	12	Fluorescente compacto	26	1700
213	12	Fluorescente compacto	26	1700
214	12	Fluorescente compacto	26	1700
215	12	Fluorescente compacto	26	1700
216	12	Fluorescente compacto	26	1700
217	12	Fluorescente compacto	26	1700
218	12	Fluorescente compacto	26	1700
219	12	Fluorescente compacto	26	1700
220	12	Fluorescente compacto	26	1700
221	12	Fluorescente compacto	26	1700
222	12	Fluorescente compacto	26	1700
223	36	Fluorescente compacto	26	1700
224	4	Fluorescente compacto	26	1700
225	24	Fluorescente compacto	26	1700
Pasillo	9	Tubo fluorescente	58	5240
	44	Fluorescente compacto	26	1700
Lavabo	20	Fluorescente compacto	26	1700
Lavabo minusválidos	2	Fluorescente compacto	26	1700
Cuarto limpieza	2	Fluorescente compacto	26	1700

### Tercera planta

Zona	Cantidad	Modelo	Consumo eléctrico (W)	Luminosidad (Lúmens)
301	36	Fluorescente compacto	26	1700
302	18	Fluorescente compacto	26	1700
303	12	Fluorescente compacto	26	1700
304	12	Fluorescente	26	1700

		compacto		
305	12	Fluorescente compacto	26	1700
306	12	Fluorescente compacto	26	1700
307	12	Fluorescente compacto	26	1700
308	12	Fluorescente compacto	26	1700
309	12	Fluorescente compacto	26	1700
310	12	Fluorescente compacto	26	1700
311	12	Fluorescente compacto	26	1700
312	12	Fluorescente compacto	26	1700
313	12	Fluorescente compacto	26	1700
314	12	Fluorescente compacto	26	1700
315	12	Fluorescente compacto	26	1700
3316	12	Fluorescente compacto	26	1700
317	12	Fluorescente compacto	26	1700
318	12	Fluorescente compacto	26	1700
319	12	Fluorescente compacto	26	1700
320	12	Fluorescente compacto	26	1700
321	12	Fluorescente compacto	26	1700
322	12	Fluorescente compacto	26	1700
323	36	Fluorescente compacto	26	1700
324	4	Fluorescente compacto	26	1700
325	24	Fluorescente compacto	26	1700
Pasillo	9	Tubo fluorescente	58	5240
	44	Fluorescente compacto	26	1700
Lavabo	20	Fluorescente compacto	26	1700
Lavabo minusválidos	2	Fluorescente compacto	26	1700
Cuarto limpieza	2	Fluorescente compacto	26	1700

**Otros**

<b>Zona</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Modelo</b>	<b>Consumo eléctrico (W)</b>	<b>Luminosidad (Lúmens)</b>
Ascensor	16	Tubo fluorescente	18	1350
Escaleras	5	Tubo fluorescente	58	5240
	2	Tubo fluorescente	18	1350
	5	Halógena	100	1900
Exterior suelo	6	Halógena	35	450
Balcones exteriores	4	Fluorescente compacto	26	1700
Foco exterior	1	Halógena	300	3700

**Total edificio**

<b>Tipo</b>	<b>Consumo eléctrico (W)</b>	<b>Cantidad</b>
<b>Fluorescente</b>	11	0
	15	0
	18	18
	20	0
	26	1646
	36	0
	49	0
	58	41
	60	0
<b>Halógena</b>	35	6
	50	0
	100	5
	150	0
	300	1
<b>Sodio</b>	70	0
	100	0
	150	0

<b>Mercurio</b>	<b>400</b>	0
<b>LED</b>	<b>12</b>	0

## A.7. C4: Edificio EETAC 1 (I2CAT)

### Planta baja

Zona	Cantidad	Modelo	Consumo eléctrico (W)	Luminosidad (Lúmens)
Pasillo	3	Tubo fluorescente	58	5240
	34	Fluorescente compacto	26	1700
Sala 1	32	Tubo fluorescente	36	3350
Sala 2	36	Tubo fluorescente	36	3350
Sala 3	80	Tubo fluorescente	36	3350
Ascensor	3	Tubo fluorescente	18	1350
	2	Tubo fluorescente	36	3350

### Primera planta

Zona	Cantidad	Modelo	Consumo eléctrico (W)	Luminosidad (Lúmens)
Pasillo	43	Fluorescente compacto	26	1700
	7	Tubo fluorescente	58	5240
Sala 1	9	Tubo fluorescente	58	5240
Sala 2	9	Tubo fluorescente	58	5240
Sala 3	9	Tubo fluorescente	58	5240

### Segunda planta

Zona	Cantidad	Modelo	Consumo eléctrico (W)	Luminosidad (Lúmens)
Pasillo	26	<b>Fluorescente</b>	58	5240
Lavabo	18	<b>Fluorescente compacto</b>	26	1700
Acceso terraza	2	Tubo fluorescente	58	5240

Sala 1	14	<b>Fluorescente compacto</b>	26	1700
Sala 2	15	<b>Fluorescente compacto</b>	26	1700
Sala 3	15	<b>Fluorescente compacto</b>	26	1700

### Total edificio

Tipo	Consumo eléctrico (W)	Cantidad
<b>Fluorescente</b>	11	0
	15	0
	18	3
	20	0
	26	139
	36	150
	49	0
	58	65
	60	0
<b>Halógena</b>	35	0
	50	0
	100	0
	150	0
	300	0
<b>Sodio</b>	70	0
	100	0
	150	0
<b>Mercurio</b>	400	0
<b>LED</b>	12	0

### A.8. D4: ESAB

## Planta Subterránea

Zona	Cantidad	Modelo	Consumo eléctrico (W)	Luminosidad (Lúmens)
Pasillo	2	Vapor de sodio	150	4500
	12	Tubo fluorescente	58	5240
	16	Tubo fluorescente	36	3350
	74	Fluorescente compacto	26	1700
	3	Tubo fluorescente	18	1350
S101	10	Tubo fluorescente	58	5240
S102A	4	Fluorescente compacto	26	1700
S102B	26	Tubo fluorescente	58	5240
S102D	16	Tubo fluorescente	58	5240
S102H	4	Fluorescente compacto	26	1700
S103	24	Tubo fluorescente	58	5240
	14	Fluorescente compacto	26	1700
S104	16	Fluorescente compacto	26	1700
S105	4	Tubo fluorescente	58	5240
S106	4	Tubo fluorescente	58	5240
S107	6	Tubo fluorescente	58	5240
S108	4	Tubo fluorescente	58	5240
Limpieza	10	Tubo fluorescente	58	5240
	4	Fluorescente compacto	26	1700
Sala residuos químicos	2	Tubo fluorescente	58	5240
Almacén 1	2	Tubo fluorescente	58	5240
Almacén 2	2	Tubo fluorescente	58	5240
Almacén 3	2	Tubo fluorescente	58	5240
	6	Tubo fluorescente	36	3350
Almacén 4	8	Tubo fluorescente	58	5240
Almacén 5	4	Tubo fluorescente	58	5240
Cámara fría 1	2	Tubo fluorescente	60	5300
Cámara fría 2	2	Tubo fluorescente	60	5300
Cámara fría 3	1	Tubo fluorescente	60	5300
Cámara fría 4	2	Tubo fluorescente	36	3350
Cámara fría 5	1	Tubo fluorescente	60	5300
	1	Tubo fluorescente	15	1000

	27	Tubo fluorescente	36	3350
	1	Tubo fluorescente (UV)	36	3350
Cámara fría 6	4	Tubo fluorescente	58	5240
	17	Tubo fluorescente	36	3350
	2	Tubo fluorescente	18	1350
<b>Cámara fría 7</b>	18	Tubo fluorescente	36	3350
Cámara fría 8	2	Tubo fluorescente	60	5300
Cámara fría 9	2	Tubo fluorescente	60	5300
Cámara fría 10	2	Tubo fluorescente	36	3350
Cámara fría 11	3	Tubo fluorescente	60	5300
Patio exterior	6	Tubo fluorescente	18	1350
	3	Vapor sodio	100	8000
Sala máquinas	21	Tubo fluorescente	58	5240
Cuadro eléctrico	4	Tubo fluorescente	58	5240

### Planta baja

Zona	Cantidad	Modelo	Consumo eléctrico (W)	Luminosidad (Lúmens)
Porche	42	Halógena	150	2500
	4	Halógena	100	1600
Pasillo	21	Tubo fluorescente	36	3350
	82	Fluorescente compacto	26	1700
	3	Tubo fluorescente	18	1350
	33	Halógena	150	2500
Recepción	1	Tubo fluorescente	58	5240
	1	Tubo fluorescente	36	3350
	14	Fluorescente compacto	26	1700
Sala de "Graus"	8	Tubo fluorescente	58	5240
	46	Fluorescente compacto	26	1700
	11	Halógena	50	900
Lab 004	4	Fluorescente compacto	26	1700
Lab 005	6	Tubo fluorescente	58	5240
Lab 006	6	Tubo fluorescente	58	5240
Lab 007	4	Fluorescente	26	1700
Lab 008	6	Fluorescente	58	5240

	6	Fluorescente compacto	26	1700
Lab 009	4	Fluorescente compacto	26	1700
Lab 010	6	Tubo fluorescente	58	5240
Lab 011	6	Tubo fluorescente	58	5240
Lab 012	8	Fluorescente compacto	26	1700
Lab 013	4	Tubo fluorescente	58	5240
Lab 014	6	Tubo fluorescente	58	5240
	16	Fluorescente compacto	26	1700
Lab 015	4	Tubo fluorescente	58	5240
Lab 016	4	Tubo fluorescente	58	5240
Lab 017	2	Tubo fluorescente	58	5240
Lab 018	4	Fluorescente compacto	26	1700
Lab 019	6	Tubo fluorescente	58	5240
Lab 020	3	Tubo fluorescente	58	5240
Lab 021	12	Fluorescente compacto	26	1700
Lab 022	6	Tubo fluorescente	58	5240
Lab 023	10	Tubo fluorescente	58	5240
	6	Fluorescente compacto	26	1700
Lab 024	4	Tubo fluorescente	58	5240
Lab 025	3	Tubo fluorescente	58	5240
Laboratorio	10	Tubo fluorescente	58	5240
026	12	Tubo fluorescente	36	3350
027	12	Tubo fluorescente	36	3350
028	12	Tubo fluorescente	36	3350
029	12	Tubo fluorescente	36	3350
030	12	Tubo fluorescente	36	3350
031	12	Tubo fluorescente	36	3350
032	12	Tubo fluorescente	36	3350
033	12	Tubo fluorescente	36	3350
034	12	Tubo fluorescente	36	3350
035	12	Tubo fluorescente	36	3350
036	2	Tubo fluorescente	58	5240
037	1	Tubo fluorescente	58	5240
038	1	Tubo fluorescente	58	5240
039	1	Tubo fluorescente	58	5240
040	1	Tubo fluorescente	58	5240
041	1	Tubo fluorescente	58	5240
042	1	Tubo fluorescente	58	5240
043	1	Tubo fluorescente	58	5240
044	1	Tubo fluorescente	58	5240
045	2	Tubo fluorescente	58	5240
046	1	Tubo fluorescente	58	5240
047	1	Tubo fluorescente	58	5240

048	1	Tubo fluorescente	58	5240
049	1	Tubo fluorescente	58	5240
050	1	Tubo fluorescente	58	5240
051	1	Tubo fluorescente	58	5240
052	1	Tubo fluorescente	58	5240
053	1	Tubo fluorescente	58	5240
054	2	Tubo fluorescente	58	5240
055	1	Tubo fluorescente	58	5240
056	1	Tubo fluorescente	58	5240
057	1	Tubo fluorescente	58	5240
058	1	Tubo fluorescente	58	5240
059	1	Tubo fluorescente	58	5240
060	1	Tubo fluorescente	58	5240
061	1	Tubo fluorescente	58	5240
062	1	Tubo fluorescente	58	5240
063	12	Tubo fluorescente	36	3350
064	12	Tubo fluorescente	36	3350
065	12	Tubo fluorescente	36	3350
066	12	Tubo fluorescente	36	3350
067	12	Tubo fluorescente	36	3350
068	6	Tubo fluorescente	58	5240

### Primera planta

Zona	Cantidad	Modelo	Consumo eléctrico (W)	Luminosidad (Lúmens)
Pasillo	8	Tubo fluorescente	58	5240
	28	Tubo fluorescente	36	3350
	100	Fluorescente compacto	26	1700
	26	Halógena	150	2500
Dirección	12	Tubo fluorescente	36	3350
Sala	18	Tubo fluorescente	36	3350
101	14	Tubo fluorescente	58	5240
102	14	Tubo fluorescente	58	5240
103	14	Tubo fluorescente	58	5240
104	15	Tubo fluorescente	58	5240
105	2	Tubo fluorescente	58	5240
106	4	Tubo fluorescente	58	5240
107	12	Fluorescente compacto	26	1700
108	18	Fluorescente compacto	26	1700
109	14	Tubo fluorescente	58	5240
110	6	Tubo fluorescente	58	5240
111	6	Tubo fluorescente	58	5240
112	14	Tubo fluorescente	58	5240
113	18	Tubo fluorescente	58	5240
114	18	Tubo fluorescente	58	5240

A14	18	Tubo fluorescente	58	5240
A15	18	Tubo fluorescente	58	5240
A16	14	Tubo fluorescente	58	5240
A17	17	Tubo fluorescente	58	5240
A18	17	Tubo fluorescente	58	5240
120	18	Tubo fluorescente	36	3350
121	12	Tubo fluorescente	36	3350
122	12	Tubo fluorescente	36	3350
123	12	Tubo fluorescente	36	3350
124	12	Tubo fluorescente	36	3350
125	12	Tubo fluorescente	36	3350
126	12	Tubo fluorescente	36	3350
127	12	Tubo fluorescente	36	3350
128	18	Tubo fluorescente	36	3350
129	4	Tubo fluorescente	58	5240
130	2	Tubo fluorescente	58	5240
131	2	Tubo fluorescente	58	5240
132	2	Tubo fluorescente	58	5240
133	2	Tubo fluorescente	58	5240
134	2	Tubo fluorescente	58	5240
135	2	Tubo fluorescente	58	5240
136	2	Tubo fluorescente	58	5240
137	2	Tubo fluorescente	58	5240
138	2	Tubo fluorescente	58	5240
139	2	Tubo fluorescente	58	5240
140	2	Tubo fluorescente	58	5240
141	2	Tubo fluorescente	58	5240
142	2	Tubo fluorescente	58	5240
143	2	Tubo fluorescente	58	5240
144	2	Tubo fluorescente	58	5240
145	2	Tubo fluorescente	58	5240
146	2	Tubo fluorescente	58	5240
147	1	Tubo fluorescente	58	5240
	4	Tubo fluorescente	36	3350
148	1	Tubo fluorescente	58	5240
	4	Fluorescente compacto	26	1700
149	1	Tubo fluorescente	58	5240
	4	Fluorescente compacto	26	1700
150	1	Tubo fluorescente	58	5240
	4	Fluorescente compacto	26	1700
151	2	Tubo fluorescente	58	5240
152	2	Tubo fluorescente	58	5240
153	2	Tubo fluorescente	58	5240
154	2	Tubo fluorescente	58	5240
155	2	Tubo fluorescente	58	5240
156	12	Tubo fluorescente	36	3350

157	12	Tubo fluorescente	36	3350
158	12	Tubo fluorescente	36	3350

### Segunda planta

Zona	Cantidad	Modelo	Consumo eléctrico (W)	Luminosidad (Lúmens)
Pasillo	8	Tubo fluorescente	58	5240
	3	Halógena	150	2500
	160	Fluorescente compacto	26	1700
201	11	Tubo fluorescente	58	5240
202	18	Tubo fluorescente	58	5240
203	8	Tubo fluorescente	58	5240
204	18	Tubo fluorescente	58	5240
205	14	Tubo fluorescente	58	5240
206	4	Tubo fluorescente	58	5240
207	14	Tubo fluorescente	58	5240
208	6	Tubo fluorescente	58	5240
209	18	Tubo fluorescente	58	5240
210	18	Tubo fluorescente	58	5240
211	6	Tubo fluorescente	58	5240
A21	20	Tubo fluorescente	58	5240
A22	20	Tubo fluorescente	58	5240
A23	10	Tubo fluorescente	58	5240
A24	8	Tubo fluorescente	58	5240
A25	11	Tubo fluorescente	58	5240
A26	11	Tubo fluorescente	58	5240
A27	11	Tubo fluorescente	58	5240

### Tercera planta

Zona	Cantidad	Modelo	Consumo eléctrico (W)	Luminosidad (Lúmens)
Pasillo	8	Tubo fluorescente	36	3350
	26	Halógena	150	2500
	32	Fluorescente compacto	26	1700
Sala de maquinas exterior	20	Tubo fluorescente	58	5240
301	2	Tubo fluorescente	58	5240
302	10	Tubo fluorescente	58	5240
303	12	Tubo fluorescente	58	5240
304	8	Tubo fluorescente	58	5240
305	20	Tubo fluorescente	58	5240
306	20	Tubo fluorescente	58	5240

307	8	Tubo fluorescente	58	5240
A30	20	Tubo fluorescente	58	5240
A31	20	Tubo fluorescente	58	5240
A32	12	Tubo fluorescente	58	5240
A33	16	Tubo fluorescente	58	5240

## Otros

Zona	Cantidad	Modelo	Consumo eléctrico (W)	Luminosidad (Lúmens)
Lavabos	24	Tubo fluorescente	58	5240
	68	Tubo fluorescente	36	3350
	16	Fluorescente compacto	26	1700
	38	Tubo fluorescente	18	1350
Escaleras emergencia	9	Tubo fluorescente	58	5240
Escaleras	8	Halógena	150	2500
Invernadero	6	Tubo fluorescente	58	5240
	1	Halógena	150	2500
RAC	16	Tubo fluorescente	58	5240
Ascensor	5	Tubo fluorescente	58	5240
	16	Tubo fluorescente	18	1350
Sala maquinas	24	Tubo fluorescente	58	5240

## Total edificio

Tipo	Consumo eléctrico (W)	Cantidad
Fluorescente	11	0
	15	1
	18	68
	20	0
	26	672
	36	565
	49	0
	58	1020
	60	13
Halógena	35	0

	<b>50</b>	11
	<b>100</b>	7
	<b>150</b>	139
	<b>300</b>	0
<b>Sodio</b>	<b>70</b>	0
	<b>100</b>	0
	<b>150</b>	2
<b>Mercurio</b>	<b>400</b>	0
<b>LED</b>	<b>12</b>	0

## A.7. D7: Edificio Campus

### Planta subterránea

Zona	Cantidad	Modelo	Consumo eléctrico (W)	Luminosidad (Lúmens)
Comedor	8	Tubo fluorescente	58	5240
	268	Fluorescente compacto	26	1700
	8	Halógena	150	2500
Patio	24	Fluorescente compacto	26	1700
Cocina	2	Tubo fluorescente	58	5240
	62	Fluorescente compacto	26	1700
Cuarto de luces	2	Tubo fluorescente	58	5240
Vestuarios	12	Fluorescente compacto	26	1700
Almacén	20	Fluorescente compacto	26	1700
Cuarto Limpieza	4	Fluorescente compacto	26	1700
Cámara fría	5	Tubo fluorescente	58	5240
Pasillo	54	Fluorescente compacto	26	1700
Escalera	3	Tubo fluorescente	18	1350
Comedor	20	Fluorescente	26	1700

profesores		compacto		
Almacenes	5	Tubo fluorescente	58	5240

### Planta baja

Zona	Cantidad	Modelo	Consumo eléctrico (W)	Luminosidad (Lúmens)
General	4	Tubo fluorescente	49	4150
	24	Fluorescente compacto	26	1700
	10	Halógena	150	2500
	8	Vapor de sodio	150	4500
Univers	4	Fluorescente compacto	26	1700
Delegación	4	Fluorescente compacto	26	1700
Asociaciones	4	Fluorescente compacto	26	1700
Reprografía	1	Tubo fluorescente		5240
	4	Fluorescente compacto	26	1700
Oficina abierta	16	Fluorescente compacto	26	1700
	4	Halógena	150	2500
	15	LED	12	1000
Despachos oficina abierta	47	Tubo fluorescente	58	5240
	132	Fluorescente compacto	26	1700
	27	Halógena	150	2500
004	16	Fluorescente compacto	26	1700
Almacén	1	Tubo fluorescente	58	5240

### Primera planta

Zona	Cantidad	Modelo	Consumo eléctrico (W)	Luminosidad (Lúmens)
General	88	Fluorescente compacto	26	1700
	10	Halógena	150	2500
	42	Vapor de sodio	150	4500

La factoría	16	Fluorescente compacto	26	1700
	4	Halógena	150	2500
Fuentes antiguas agricultura	16	Fluorescente compacto	26	1700
	4	Halógena	150	2500
Aula informática	16	Fluorescente compacto	26	1700
Aula de formación	8	Fluorescente compacto	26	1700
	2	Halógena	150	2500

## Segunda planta

Zona	Cantidad	Modelo	Consumo eléctrico (W)	Luminosidad (Lúmens)
General	84	Fluorescente compacto	26	1700
	10	Halógena	150	2500
Pasillo dirección biblioteca	16	Fluorescente compacto	26	1700
Despacho 1	2	Fluorescente compacto	26	1700
	2	Halógena	150	2500
Despacho 2	2	Fluorescente compacto	26	1700
	2	Halógena	150	2500
Sala de reuniones	2	Fluorescente compacto	26	1700
	2	Halógena	150	2500
Comedor biblioteca	16	Fluorescente compacto	26	1700
Almacén libros	4	Fluorescente compacto	26	1700
Lavabo dirección	26	Halógena	50	900
Zona trabajo en silencio	32	Tubo fluorescente	58	5240
Pasillo zona trabajo en silencio	16	Fluorescente compacto	26	1700
Salas de estudio	6	Fluorescente	58	5240
	12	Halógena	150	2500
Pasillo salas de	16	Fluorescente	26	1700

estudio		compacto		
---------	--	----------	--	--

## Otros

Zona	Cantidad	Modelo	Consumo eléctrico (W)	Luminosidad (Lúmens)
Ascensor	4	Fluorescente	18	1350
	3	LED	12	1000
Lavabo	158	Halógena	50	900
Escaleras	39	Tubo fluorescente	58	5240

## Total edificio

Tipo	Consumo eléctrico (W)	Cantidad
Fluorescente	11	0
	15	0
	18	7
	20	0
	26	968
	36	0
	49	4
	58	280
	60	0
Halógena	35	0
	50	208
	100	0
	150	237
	300	0
Sodio	70	0
	100	0
	150	50
Mercurio	400	0
LED	12	18

**A.8. P: Aparcamiento**

Zona	Cantidad	Modelo	Consumo eléctrico (W)	Luminosidad (Lúmens)
Parquin profesores	27	Mercurio	400	20000

**A.9. Exteriores**

Zona	Cantidad	Modelo	Consumo eléctrico (W)	Luminosidad (Lúmens)
Patio de tierra	16	Vapor de sodio	100	8500
Puente	24	Vapor de sodio	70	6400
	1	Halógena	300	3700
Calles	39	Vapor de sodio	150	14000
	71	Vapor de sodio	100	8500
Aparte	5	Vapor de sodio	150	14000
	13	Vapor de sodio	100	8500

**Total exterior**

Tipo	Consumo eléctrico (W)	Cantidad
<b>Fluorescente</b>	11	0
	15	0
	18	18
	20	0
	26	0
	36	0
	49	0
	58	0
	60	0
<b>Halógena</b>	35	0
	50	0
	100	0
	150	0

	<b>300</b>	1
<b>Sodio</b>	<b>70</b>	24
	<b>100</b>	100
	<b>150</b>	44
<b>Mercurio</b>	<b>400</b>	0
<b>LED</b>	<b>12</b>	0

### A.10. Total campus

<b>Tipo</b>	<b>Consumo eléctrico (W)</b>	<b>Cantidad</b>
<b>Fluorescente</b>	<b>11</b>	146
	<b>15</b>	5
	<b>18</b>	388
	<b>20</b>	3
	<b>26</b>	7245
	<b>36</b>	1698
	<b>49</b>	4
	<b>58</b>	3571
	<b>60</b>	13
<b>Halógena</b>	<b>35</b>	6
	<b>50</b>	304
	<b>100</b>	30
	<b>150</b>	377
	<b>300</b>	1
<b>Sodio</b>	<b>70</b>	24
	<b>100</b>	100
	<b>150</b>	96
<b>Mercurio</b>	<b>400</b>	27
<b>LED</b>	<b>12</b>	64



## ANEXO B. CÓDIGO CALCULADORA

### Basededades.h

```
#include "dialog.h"
#include "ui_dialog.h"
#include "lampara.h"
#include <stdio.h>
#ifndef BASEDEDADES_H_
#define BASEDEDADES_H_

class CBasededatos {
private: // Datos privados de la lista de lámparas
        int num_lamp;
        Clampara Llampara[500];

public: // Métodos para manipular los datos de la lista
        int cargar_archivo();
        int salvar_archivo();
        Clampara dame_lampara(int num);
        int dame_num_lamp();
        void ordena_lampara(Clampara h1, int i);
        void nueva_lampara(Tpalabra tip, float con, float preu, int ef, int vid, int lum);
};
#endif /* BASEDEDADES_H */
```

### Basededades.cpp

```
#include "basededades.h"
#include "lampara.h"
#include <stdio.h>
#include <string.h>
#include <qfiledialog.h>
typedef char Tpalabra[20];
// Función para cargar el archivo de texto donde están guardadas las lámparas
// con sus datos
int CBasededatos::cargar_archivo()
{
    FILE *in;
    Tpalabra tipo;
    int i=0, err=0;
    float ef_driver, consum, lumens;
    int vida_util=0;
    float precio;
    char nom_fichero[30]={"lampara.txt"};
    Clampara p;
    in=fopen(nom_fichero, "r");
    if(in==NULL)
        return(-1);
    else
    {
        while(!feof(in))
        {
```

```

err=fscanf(in, "%s%f%f%d%f%f\n", tipo, &consum, &precio, &vida_util, &lumens
, &ef_driver);
if (err!=6)
return(-2);
else
{
Llampara[i].pon_tipo(tipo);
Llampara[i].setconsum(consum);
Llampara[i].setef_driver(ef_driver);
Llampara[i].setlumen(lumens);
Llampara[i].setpreu(precio);
Llampara[i].setvida_util(vida_util);
i++;
}
num_lamp=i;
}
fclose(in);
return(0);
}
}
ClamparaCBasededatos::dame_lampara(int num)
{
return(Llampara[num]);
}
//Funcionparaponerunalamparaenunaposiciondeterminada
voidCBasededatos::ordena_lampara(Clamparaall, inti)
{
Llampara[i]=l1;
}
//Funcionquedeveelvelnumeroodelamparasexistente
intCBasededatos::dame_numlamp()
{
return(num_lamp);
}
voidCBasededatos::nueva_lampara(Tpalabratipo, floatcon, floatpreu, intef, i
ntvid, intlum)//afegirtotselscampsdelalampara
{
intk;
Llampara[num_lamp].pon_tipo(tipo);
Llampara[num_lamp].setconsum(con);
Llampara[num_lamp].setef_driver(ef);
Llampara[num_lamp].setlumen(lum);
Llampara[num_lamp].setpreu(preu);
Llampara[num_lamp].setvida_util(vid);
num_lamp++;
}
//Funcionparaguardarlalistadeconsusdatos
intCBasededatos::salvar_archivo()
{
FILE*in;
Tpalabratipo;
inti=0;
charnom_fichero[30]="lampara.txt";
in=fopen(nom_fichero, "w");
if(in==NULL)
return(-1);
while(i<dame_numlamp())
{
fprintf(in, "\n%s%f%f%d%d%d\n", Llampara[i].dame_tipo(), Llampara[i].getc
onsum(), Llampara[i].getprecio(), Llampara[i].getvida_util(), Llampara[i]

```

```
.getlumen(), Llampara[i].getef_driver()); //afegirelscampsaquidelalampra
idonarformataltxt
i++;
}
fclose(in);
return(0);
}
```

## lampara.h

```
#ifndef LAMPARA_H_
#define LAMPARA_H_
typedef char Tpalabra[20];
class Clampara{
private:
    Tpalabratipo;
    float consum;
    float ef_driver;
    float consumsist;
    int vida_util;
    float precio;
    int lumens;

public:
    void setvida_util(int vid);
    int getvida_util();
    void pon_tipo(Tpalabratipo);
    char*dame_tipo();
    void setconsum(float com);
    void setconsumsist();
    void setef_driver(float ef);
    void setpreu(float preu);
    void setlumen(int lum);
    float getconsumsist();
    float getef_driver();
    float getconsum();
    float getprecio();
    int getlumen();
};
```

## Lámpara.cpp

```
#include "lampara.h"
#include <stdio.h>
#include <string.h>
#include <stdlib.h>
void
Clampara::pon_tipo(Tpalabratip)
{
    strcpy(tipo, tip);
}
char*Clampara::dame_tipo()
{
    return(tipo);
}
void
Clampara::setconsum(float com)
```

```
{
    consum=com;
}
void
Clampara::setpreu(floatpreu)
{
    precio=preu;
}
void
Clampara::setlumen(intlum)
{
    lumens=lum;
}
floatClampara::getconsum()
{
    returnconsum;
}
floatClampara::getprecio()
{
    returnprecio;
}
intClampara::getlumen()
{
    returnlumens;
}
floatClampara::getconsumsist()
{
    returnconsumsist;
}
void
Clampara::setconsumsist()
{
    consumsist=(consum/ef_driver);
}
floatClampara::getef_driver()
{
    returnef_driver;
}
void
Clampara::setef_driver(floatef)
{
    ef_driver=ef;
}
void
Clampara::setvida_util(intvid)
{
    vida_util=vid;
}
intClampara::getvida_util()
{
    returnvida_util;
}
```

## Inventari.h

```
#include"lampara.h"
#include"basededades.h"
#ifndefINVENTARI_H_
#defineINVENTARI_H_
```

```

class Cinventari
{
private://Datos privados de la lista de hoteles
    int num_lamp;

    Clampara lampara;

public://Métodos para manipular los datos de la lista
    Clampara dame_lampara();
    void pon_lampara(Clampara l1);
    int dame_numlamp();
    void pon_numlamp(int num);
};
#endif /* INVENTARI_H */

```

## inventari.cpp

```

#include "lampara.h"
#include "basededades.h"
#include "inventari.h"
#include <stdio.h>
#include <string.h>
Clampara Cinventari::dame_lampara()
{
    return(lampara);
}
int Cinventari::dame_numlamp()
{
    return num_lamp;
}
void
Cinventari::pon_lampara(Clampara l1)
{
    lampara=l1;
}
void
Cinventari::pon_numlamp(int num)
{
    num_lamp=num;
}

```

## llista.h

```

#ifndef LLISTA_H_
#define LLISTA_H_
#include <stdio.h>
#include "basededades.h"
#include "inventari.h"
class Cllista
{
private://Datos privados de la lista
    int num;

    Cinventari lampara[5000];

public://Métodos para manipular los datos de la lista
    Cinventari dame_inv(int num);
    void pon_inv(Cinventari inv);
    int dame_num();
}

```

```
void elimina_inventari();
};
#endif /* LLISTA_H */
```

## llista.cpp

```
#include "lampara.h"
#include "basededades.h"
#include "inventari.h"
#include "llista.h"
#include <stdio.h>
#include <string.h>
CinventariCllista::dame_inv(int nume)
{
return(lampara[nume]);
}
void
Cllista::pon_inv(Cinventari inv)
{
lampara[num]=inv;
num++;
}
int Cllista::dame_num()
{
int nim=num;
return(nim);
}
void
Cllista::elimina_inventari()
{
inti=num;
while(i>-1)
{
lampara[i]=lampara[i+1];
i--;
}
num=0;
}
```

## principal.h

```
#include <QtGui/QMainWindow>
#include <QGraphicsScene>
#include "inventari.h"
#include "lampara.h"
#include "basededades.h"
#include "llista.h"
namespace Ui {
class Principal;
}
class Principal:public QMainWindow
{
Q_OBJECT
public:
explicit Principal(QWidget*parent=0);
~Principal();
private:
Ui::Principal*ui;
private slots:
void on_mesButton_clicked();
```

```
void on_pushButton_clicked();
void on_pushButton_2_clicked();
};
#endif // PRINCIPAL_H
```

## Principal.cpp

```
#include "principal.h"
#include "ui_principal.h"
#include "dialog.h"
#include <stdio.h>
#include <qfiledialog.h>
#include <qmessagebox.h>
#include <qcheckbox.h>
#include <QGraphicsRectItem>
#include "inventari.h"
#include "lampara.h"
#include "basededades.h"
#include "llista.h"

Cllista list;
Cinventari inv;

Principal::Principal(QWidget *parent) :
    QMainWindow(parent),
    ui(new Ui::Principal) // Constructor
{
    ui->setupUi(this);
}

Principal::~Principal() // Destructor
{
}

// It executes the Data Dialogue when the New button is clicked.
// The user inserts the variables desired and it keeps them.
void Principal::on_mesButton_clicked()
{
    Dialog dialogue;

    if (dialogue.exec())
    {
        QString tipos, consumidor;
        tipos = dialogue.tipo();
        QString space = " ";
        QString cantidad = dialogue.cantidad();
        QString watts = "W";
        consumidor = dialogue.consumo();
        consumidor.append(watts);
        tipos.append(space);
        tipos.append(consumidor);
        cantidad.append(space);
        cantidad.append(tipos);
        ui->listllista->addItem(cantidad);
    }
}
```

```
inv.pon_lampara(dialogue.damelamp());
inv.pon_numlamp(dialogue.cantidad().toInt());
list.pon_inv(inv);

}

}

voidPrincipal::on_pushButton_clicked()
{
inti=0,cantidad=0,est_emco2=0,kg_arbre=0;
floatpreu=0,consum=0,estlavi_anual=0,ef=0,preut=0,consum_act=0,hores_f
unc=0,estalvi_total=0,lumensLED=0,lum=0,consLED=0,consist=0,consum_LED
S=0,porcentatge=0,kgCO2_kwh=0,arbres_equiv=0,preu_kwh=0,hores=0,dies=0
,cost_sust=0,cost_canvi=0,num_LED=0,est_mant=0;
QStringtipo;
floatcost_vidaLED=0,num_canvis=0,canvios=0,anos_vida=0,cost_sust_LED=0
,potLED=0,preuLED=0,vida=0,payback=0,x=0;

while(i<list.dame_num())
{

//CONSUMACTUAL

cantidad=list.dame_inv(i).dame_numlamp();//TRECLACANTITAT
consum=list.dame_inv(i).dame_lampara().getconsum();//TRECELCONSUMDECAD
ALAMPADA
ef=list.dame_inv(i).dame_lampara().getef_driver();//TRECLEFICIENCIA
consist=consum/ef;//TRECCELCONSUMDELSISTEMA
QStringhore=ui->horas->text();
QStringdie=ui->dias->text();
hores=hore.toFloat();
dies=die.toFloat();
hores_func=hores*dies;//TRECLESHORESDEFUNCIONAMENTTOTAL
consum_act=consum_act+consist*cantidad*hores_func/1000;//CONSUMTOTALAN
UAL

//ESTALVIANUAL

lumensLED=125.76;
lum=list.dame_inv(i).dame_lampara().getlumen();
potLED=lum/lumensLED;
consLED=potLED/0.93;
estalvi_total=estalvi_total+(-1)*((consLED-
consist)*hores_func*cantidad/1000);

//ESTALVIEMISSIONSCO2

kgCO2_kwh=0.385;
est_emco2=kgCO2_kwh*estalvi_total;

//ARBRESEQUIVALENTS

kg_arbre=20;
arbres_equiv=est_emco2/kg_arbre;

//ESTALVIENEUROSANUAL
```

```

preu_kwh=0.14;
estlavi_anual=preu_kwh*estalvi_total;

//COSTETOTALSUSTITUCIONPORLEDS

preu=list.dame_inv(i).dame_lampara().getprecio();
num_LED=potLED/1.06;
preuLED=0.5*num_LED;
cost_canvi=12;
cost_sust_LED=(preuLED+cost_canvi)*cantidad;
cost_sust=cost_sust+cost_sust_LED;

//ESTALVIANUALENMANTENIMENT

cambios=50000/hores_func;
vida=list.dame_inv(i).dame_lampara().getvida_util();
anos_vida=vida/hores_func;
num_cambis=cambios/anos_vida;
cost_vidaLED=(preu*num_cambis*cantidad)+(cost_canvi*num_cambis*cantida
d);
est_mant=est_mant+(cost_vidaLED/cambios);

tipo=list.dame_inv(i).dame_lampara().dame_tipo();

i++;

}

//NUEVOCONSUMO
consum_LEDS=consum_act-estalvi_total;

//PORCENTAJEAHORRO
porcentatge=(estalvi_total/consum_act)*100;

//PAYBACK
x=estlavi_anual+est_mant;
payback=(cost_sust/x);

;
QStringahoener=QString::number(estalvi_total);
QStringcoma=QString::number(consum_act);
QStringnc=QString::number(consum_LEDS);
QStringper=QString::number(porcentatge);
QStringeco2=QString::number(est_emco2);
QStringarbr=QString::number(arbres_equiv);
QStringest=QString::number(estlavi_anual);
QStringcostsust=QString::number(cost_sust);
QStringestmant=QString::number(est_mant);
QStringpayb=QString::number(payback);

ui->ahorroenergialabel->setText(ahoener);
ui->consumoactualabel->setText(coma);
ui->nuevolabel->setText(nc);
ui->porcentajealabel->setText(per);
ui->ahorroco2label->setText(eco2);
ui->arboleslabel->setText(arbr);
ui->ahorroeuroslabel->setText(est);
ui->sustitucionlabel->setText(costsust);
ui->mantenimientolabel->setText(estmant);

```

```
ui->paybacklabel->setText (payb);

}

voidPrincipal::on_pushButton_2_clicked()
{
list.elimina_inventari();
ui->listllista->clear();
}

```

## dialog.h

```
#ifndefDIALOG_H
#defineDIALOG_H
#include<QDialog>
#include"inventari.h"
#include"lampara.h"
#include"basededades.h"
#include"llista.h"
namespaceUi{
classDialog;
}
classDialog:publicQDialog
{
Q_OBJECT
public:
explicitDialog(QWidget*parent=0);
~Dialog();
QStringconsumo();
QStringtipo();
QStringprecio();
QStringlumens();
QStringefddriver();
QStringconsumsist();
QStringvidautil();
QStringcantidad();
Clamparadamelamp();
voidllistar();
private:
Ui::Dialog*ui;
privateslots:
voidon_llista_currentRowChanged(intcurrentRow);
voidon_OKButton_clicked();
};
#endif//DIALOG_H

```

## dialog.cpp

```
#include"dialog.h"
#include"ui_dialog.h"
#include"inventari.h"
#include"lampara.h"
#include"basededades.h"
#include"llista.h"
CBasededatosbas;

```

```

ClamparaLamp;
Dialog::Dialog(QWidget *parent) :
QDialog(parent),
ui(new Ui::Dialog)
{
ui->setupUi(this); //Constructor
Dialog::lListar();
}
ClamparaDialog::dameLamp()
{
int nu=ui->lLista->currentRow();
return(bas.dame_lampara(nu));
}
Dialog::~Dialog() //Destructor
{
delete ui;
}
void Dialog::lListar()
{
bas.cargar_archivo();
int i=0;
while(i<bas.dame_numLamp())
{
lamp=bas.dame_lampara(i);
QString tipos=lamp.dame_tipo();
QString space=" ";
float cons=lamp.getConsumo();
QString cons=QString::number(cons);
tipos.append(space);
tipos.append(cons);
//tipos.append(cons);
ui->lLista->addItem(tipos);
i++;
}
}
QString Dialog::tipo()
{
return(ui->tipolabel->text());
}
QString Dialog::precio()
{
return(ui->preciolabel->text());
}
QString Dialog::consumo()
{
return(ui->consumolabel->text());
}
QString Dialog::lumens()
{
return(ui->lumenslabel->text());
}
QString Dialog::efDriver()
{
return(ui->eficilabel->text());
}
QString Dialog::consumoSist()
{
return(ui->consumosistlabel->text());
}
QString Dialog::vidUtil()
{

```

```
return(ui->vidalabel->text());
}
QStringDialog::cantidad()
{
return(ui->cantidadlabel->text());
}
voidDialog::on_llista_currentRowChanged(intcurrentRow)
{
QStringconss=QString::number(bas.dame_lampara(currentRow).getconsum())
;
QStringlumen=QString::number(bas.dame_lampara(currentRow).getlumen());
QStringpreu=QString::number(bas.dame_lampara(currentRow).getprecio());
QStringef=QString::number(bas.dame_lampara(currentRow).getef_driver())
;
QStringvidau=QString::number(bas.dame_lampara(currentRow).getvida_util
());
QStringconsist=QString::number(bas.dame_lampara(currentRow).getconsums
ist());
ui->consumolabel->setText(conss);
ui->lumenslabel->setText(lumen);
ui->preciolabel->setText(preu);
ui->eficilabel->setText(ef);
ui->vidalabel->setText(vidau);
ui->tipolabel->setText(bas.dame_lampara(currentRow).dame_tipo());
ui->consumsistlabel->setText(consist);
}
voidDialog::on_OKButton_clicked()
{
}
```

## main.cpp

```
#include<QtGui/QApplication>
#include"principal.h"
intmain(intargc, char*argv[])
{
QApplicationa(argc, argv);
Principalw;
w.show();
returna.exec();
}
```