

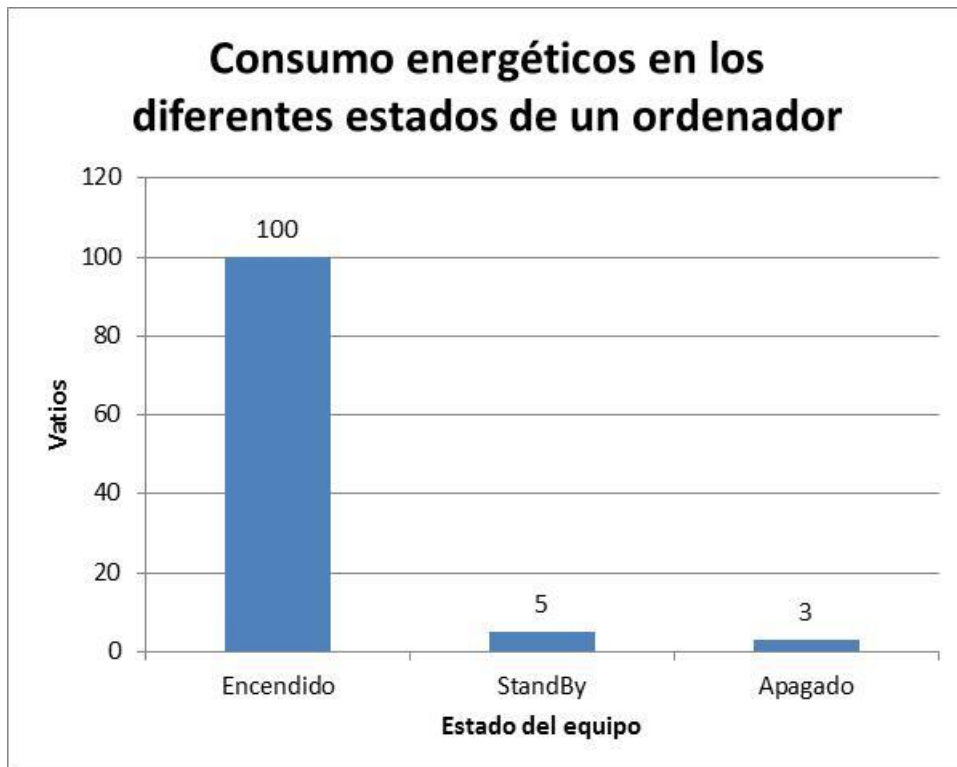
## Introducción

Información obtenida de <http://www.leantricity.es>

Un PC tiene 3 estados energéticos básicos, con diferentes niveles de potencia:

- Encendido (ON)
- Reposo (StandBy)
- Apagado (Off).

**Un ordenador gasta un 95 % menos de energía cuando está en modos de bajo consumo, es decir, en suspensión, apagado o hibernando, que cuando está encendido.**



Las variables más importantes que afectan al consumo de un ordenador son:

- especificaciones técnicas del equipo
- horas de trabajo
- y costumbres de los usuarios

Todos tienen importancia por igual y un error habitual es concentrar los esfuerzos en el primero cambiando hardware (esto es importante pero podemos gestionar de forma ineficiente

cualquier equipo dejándonos ahorros por el camino) o aspirar a la voluntad de los usuarios, o a su memoria, para mejorar su conducta.

La puesta en marcha de las políticas de ahorro reducen el tiempo de encendido de los PC (que es reemplazado por suspensión) mientras que la actividad de los usuarios permanece igual. La base de toda política de ahorro efectiva es su adaptación a los ritmos de trabajo habituales de las personas y no al contrario: si lo hacemos bien, debe pasar desapercibido y lograr ahorros del orden del 30%

Del análisis de estos datos se desprende la necesidad de configurar el ordenador para que se ponga en suspensión o hibernación, después de un tiempo de inactividad

Para saber cuánta energía gasta un ordenador al año debemos saber la potencia de cada uno de los estados energéticos en los que puede estar el equipo. Lo que debemos saber es la potencia media en cada uno de ellos, no en un instante puntual sino en un período de tiempo razonable. Como dato de partida, nos sirve consultar las declaraciones de los fabricantes en sus certificaciones medioambientales.

Usaremos los siguientes valores bastante aproximados a la normalidad media en oficinas:

	<b>CPU</b>	<b>Monitor</b>
<b>ON</b>	50W	18,84 W
<b>Standby</b>	3W	0,22 W
<b>Off</b>	1,5W	0,15 W

La factura de la electricidad nos viene en kWh. Esto se obtiene de multiplicar el tiempo en horas que un aparato eléctrico pasa consumiendo energía por la potencia en Vatios, y todo esto lo dividimos por 1000 para pasar de Vatios/h a kW/h.

## Consumo energético en los ordenadores de la Universidad de Alicante

NOTA: Para este estudio se va a tomar la jornada de trabajo del PAS como jornada de trabajo general para todo el personal de la Universidad de Alicante, ya que es difícil determinar con exactitud las horas de trabajo del PDI

La jornada de trabajo del PAS de la Universidad de Alicante es de 7 h 39 min diarios (7,65 h/día). Excepto en los meses de julio y agosto que la jornada es de 6 h/día. Además, el PAS de la Universidad de Alicante tiene la opción de reducir la jornada en verano. Hay diferentes opciones a la hora de elegir cómo disfrutar de esa jornada reducida de verano pero en cualquier caso, el tiempo de reducción final es el mismo se elija la opción que se elija. Por lo tanto, y con el objetivo de simplificar los cálculos, para este ejemplo vamos a coger el caso de reducción de jornada de 1 h 39 min al día durante el mes de junio. Es decir, que la jornada de 6 h/día se daría en los meses de junio, julio y agosto.

Desde hace unos años y con la finalidad de ahorrar energía, las vacaciones del personal de la Universidad de Alicante son durante el mes de agosto. Por lo tanto, vamos a entender este mes como de vacaciones sabiendo que la realidad es que siempre hay personas que trabajan en agosto y por lo tanto, no es real que el consumo energético de los equipos informáticos sea nulo en dicho mes. Si del mismo modo restamos los periodos de actividad atenuada de Semana Santa y Navidad, tenemos que en la Universidad de Alicante la actividad se desarrolla principalmente a lo largo de 44 semanas al año. Estas 44 semanas serán las de mayor consumo energético de los ordenadores del campus.

De estas 44 semanas, aproximadamente 8 de ellas son de jornada reducida (6 h/día) y 36 semanas de jornada completa (7,65 h/día). El mes de agosto no se tiene en cuenta porque se considera de vacaciones.

Por lo tanto, las horas de trabajo de un ordenador de la Universidad de Alicante ubicado en una oficina (sin descontar días festivos), es de aproximadamente:

- Horas a jornada completa: 1377 h

36 semanas x 5 días laborables/semana = 180 días laborables (de jornada completa)

180 días laborables x 7,65 h/ día laborable = 1377 horas

- Horas de jornada reducida: 240 h

8 semanas x 5 días laborables/semana = 40 días laborables (de jornada reducida)

40 días laborables x 6 h/ día laborable = 240 horas

**Horas aproximadas de funcionamiento de un ordenador de la UA:**

1377 h/año ( jornada completa) + 240 h/año (jornada reducida) = **1617 h /año**

Un año de 365 días tiene 8760 horas. Por lo tanto, si a esta cifra le restamos las horas de funcionamiento de un ordenador durante la jornada de trabajo, tenemos que **el ordenador debería permanecer apagado durante 7143 horas**

Sabiendo el número de horas aproximado en las que un ordenador de la UA permanece encendido, podemos calcular su consumo energético. Vamos a suponer que el ordenador no entra en suspensión en ningún momento durante la jornada de trabajo, y que no se apaga el monitor en ningún momento durante dicha jornada (es el supuesto más habitual en los ordenadores de la UA). Habíamos tomado como datos de consumo medio los siguientes:

	CPU	Monitor
ON	50W	18,84 W
Stanby	3W	0.22 W
Off	1,5W	0,15 W

Consumo medio anual de la CPU:

1617 h/año x 50 W /1000 = 80,85 kWh al año, durante la jornada de trabajo en que el ordenador está encendido

Las 7143 h anuales restantes el ordenador debería estar apagado ya que no son de jornada de trabajo. Por lo tanto, el consumo energético del ordenador apagado es de:

7143 h/año x 1,5 W /1000 = 10,71 kWh al año, por las horas en que el ordenador está apagado.

Consumo medio anual de la pantalla:

1617 h/año x 18,84 W /1000 = 30,46 kWh al año, durante la jornada de trabajo en que el ordenador está encendido

7143 h/año x 0,15 W /1000 = 1,07 kWh al año, por las horas en que el ordenador está apagado.

Por lo tanto, el **consumo medio anual de un ordenador** es:

**Ordenador y pantalla encendidos:** 80,85 kWh + 30,46 kWh = **111,31 kWh/año**

**Ordenador y pantalla apagados:** 10,71 kWh + 1,07 kWh = **11,78 kWh/año**

**El consumo total de energía de un ordenador de la UA es la suma de las dos cantidades:**  
**123,09 kWh/año**

La Universidad de Alicante paga a una media **0,1122 € el kW/h consumido**. Así que si traducimos estos consumos a términos económicos, tenemos:

**Gasto con el ordenador encendido (CPU + pantalla):**

111,31 kWh/año x 0,1122 €/kWh = **12,49 € / año**

**Gasto con el ordenador apagado (CPU + pantalla)=** 11,78 kWh/año x 0.112 €/año = **1,32 €/año**

Por lo tanto **el coste total de la energía consumida por un ordenador de la UA**, suponiendo que todos los ordenadores y pantallas se apaguen al finalizar la jornada laboral, es de **13,81 €/año**

En la Universidad de Alicante existen entre 5000 y 7000 ordenadores. Vamos a tomar el valor intermedio para hacer el cálculo del coste que supone la energía consumida por los equipos.

**13,81 €/año/ordenador x 6000 ordenadores = 82.860 €**

Estos cálculos se han hecho suponiendo que todo el mundo apaga su ordenador y su monitor al finalizar la jornada laboral. Pero la realidad es que muchos ordenadores se quedan encendidos todo el día, o que hay personas que sí apagan el ordenador pero no apagan el monitor.

Es difícil saber el número de ordenadores que nunca se apagan (ni monitor ni CPU) pero con que sea sólo de un 5%, ya estamos hablando de 300 ordenadores. En ese caso, el equipo permanecería encendido durante las 24 h de las 44 semanas laborales de la Universidad de Alicante, suponiendo que sí que se apaguen durante el periodo de vacaciones y los periodos de actividad atenuada. Por lo tanto, el coste de la energía de esos 300 ordenadores que permanecen siempre encendidos es de:

44 semanas de trabajo/año x 7 días / semana = 308 días/año  
308 días / año x 24 h/día = 7392 h /año  
7392 h/año x 50 W /1000 = 369,60 kWh al año (CPU)  
7392 h/año x 18,84 W /1000 = 139,27 kWh al año (monitor)  
Total equipo: 369,60 kWh + 139,27 kWh = 508,87 kWh/año

La energía consumida por un ordenador que sí se apaga, tanto CPU como monitor, al finalizar la jornada laboral, es de **123,09 kWh/año. Es decir, algo más de 4 veces menos que un equipo que permanece siempre encendido.**

Traducido a términos económicos significa que **un ordenador que está siempre encendido supone un coste de 57,09 €/año, frente a los 13,81 €/año de un ordenador que se apaga por completo al finalizar la jornada laboral**

$508,87 \text{ kWh/año} \times 0,1122 \text{ €/kWh} = 57,09 \text{ €/año}$

**Como estamos hablando de 300 ordenadores que se quedarían encendidos, el coste anual sería de 17.127 € /año, frente a los 4.143 € / año que supondrían si se apagasen al finalizar la jornada**

$57,09 \text{ €/año/ordenador} \times 300 \text{ ordenadores} = 17.127 \text{ €/año}$

Si esos 300 ordenadores se apagasen al finalizar la jornada, el coste anual que supondrían es de :

13,81 €/año/ordenador x 300 ordenadores = 4.143 € / año

Con que sólo un 5 % de los ordenadores de la UA se quedasen encendidos todo el día, ya estaríamos hablando de **un sobre coste de 12.984 €/año**. Evidentemente, si el porcentaje de equipos que se quedan encendidos todo el día es mayor, el sobre coste también aumentaría.

A parte de ese 5 % de equipos que se quedan encendidos las 24 h (CPU y pantalla), existe un porcentaje mayor de equipos en los que no se apaga el monitor al finalizar la jornada pero sí la CPU. En este caso los monitores se quedan en "standby". Supongamos que un mínimo del 10 % de los equipos, permanecen con el monitor encendido las 24 h, y que sí se apagan durante el periodo de vacaciones y los periodos de actividad atenuada.

A los 6000 equipos ya le habíamos restado 300 equipos en los que permanecen encendidos CPU y monitor. Por lo tanto nos quedan 5700 equipos en los que suponemos que el 10 % permanecen con el monitor siempre encendido, es decir, 570 equipos. El consumo energético de estos 570 equipos sería:

- CPU y monitor encendidos durante la jornada de trabajo: 111,31 kWh/año (este dato se había calculado en la página 4)
- CPU apagado al finalizar la jornada: 10,71 kWh al año (calculado en página 4)
- Monitor en "standby" al finalizar la jornada:

7143 h/año x 0,22 W /1000 = 1,57 kWh al año, por las horas en que el monitor está encendido (en modo "sleep")fuera de la jornada de trabajo.

Es decir, **el consumo anual de un equipo en el que se deja el monitor encendido al acabar la jornada laboral**, es de: 111,31 kWh/año + 10,71 kWh/año + 1,57 kWh/año = **123,59 kWh/año**

Apagando monitor y CPU al finalizar la jornada, el consumo era de 123,09 kWh/año (calculado en página 4).

Traducido a términos económicos significa que:

Coste de la energía consumida por un equipo en el que se deja encendido el monitor al finalizar la jornada: 123,59 kWh/año x 0,1122 €/kWh = **13,87 €/año/equipo**

Coste de la energía consumida por un equipo en el que se apaga el monitor al finalizar la jornada: **13,81 €/año/equipo** (calculado en página 4)

Habíamos supuesto que un mínimo de 570 equipos permanecen siempre con el ordenador encendido. Esto supone un coste de: **28,78 €/año/equipo x 570 equipos = 7905,59 €/año**

Si en estos 570 equipos se apagase el monitor al finalizar la jornada, el gasto sería de 13,81 €/año/equipo x 570 equipos = **7871,7 €/año**

No es mucho, pero todos los consumos suman y éste es un consumo que se hace de forma innecesaria. Debemos pensar globalmente y no sólo a nivel local.

Durante la jornada de trabajo los equipos tienen periodos de tiempo en los que están inactivos, ya que los trabajadores no permanecemos constantemente trabajando delante del ordenador. De todos los cálculos realizados se deriva la conveniencia de configurar los equipos en modos de ahorro de energía, para que durante esos periodos de inactividad el ordenador se ponga en modo suspensión o hibernación, y el monitor se apague automáticamente. Y evitar los salva pantallas que no permiten que el equipo entre en modo de ahorro de energía.

Vamos a suponer que durante al menos 1,5 h el equipo permanece inactivo y que lo configuramos en modos de ahorro de energía para se ponga en suspensión a los 10 minutos de inactividad (estaría en suspensión las 1,33 horas diarias restantes). También el monitor se apagaría automáticamente a los 10 min por lo que permanecería apagado esas mismas 1,33 horas/día. Por lo tanto, vamos a hacer los cálculos del consumo energético de un ordenador durante la jornada de trabajo, si se configurase en modo de ahorro de energía:

- Horas anuales de inactividad del equipo durante la jornada de trabajo:

220 días laborables x 1,33 h/ día laborable = 292,60 horas/año de inactividad del equipo

- La jornada de trabajo habíamos calculado que era de 1617 h /año. Si le restamos las horas de inactividad de un equipo, tendremos las horas durante las que un ordenador está activo, con CPU y monitor encendidos

1617 h/año – 292,60 h/año = 1324,40 h/año de actividad del ordenador

El consumo energético de un equipo configurado en modo de ahorro, es de:



Consumo del equipo activo:

CPU:  $1324 \text{ h/año} \times 50 \text{ W} / 1000 = 66,2 \text{ kWh}$  al año, durante la jornada de trabajo en que el ordenador está activo.

Monitor:  $1324 \text{ h/año} \times 18,84 \text{ W} / 1000 = 24,94 \text{ kWh}$  al año, durante la jornada de trabajo en que el ordenador está encendido

Total:  $66,2 \text{ kWh/año} + 24,94 \text{ kWh/año} = 91,14 \text{ kWh/año}$

Consumo del equipo inactivo:

$292,60 \text{ h/año} \times 3 \text{ W} / 1000 = 0,88 \text{ kWh}$  al año, por las horas en que el ordenador está inactivo.

$292,60 \text{ h/año} \times 0,22 \text{ W} / 1000 = 0,064 \text{ kWh}$  al año, por las horas en que el monitor está en reposo.

Total:  $0,88 \text{ kWh/año} + 0,064 \text{ kWh/año} = 0,944 \text{ kWh/año}$

**El consumo total durante la jornada de trabajo, de un equipo configurado en modo de ahorro energía, es de  $91,14 \text{ kWh/año} + 0,944 \text{ kWh/año} = 92,084 \text{ kWh/año}$ ,**

frente a los  $111,31 \text{ kWh/año}$  que consume un equipo que no se configura en modo de ahorro de energía, durante la jornada de trabajo. La diferencia es considerable.

En términos económicos supone que el gasto durante la jornada de trabajo es de :

Equipo configurado en ahorro de energía:  **$92,084 \text{ kWh/año} \times 0,1122 \text{ €/kWh} = 10,33 \text{ €/año}$**

Equipo no configurado en ahorro de energía:  **$111,31 \text{ kWh/año} \times 0,1122 \text{ €/kWh} = 12,49 \text{ €/año}$**

**Esto, multiplicado por los 6000 ordenadores de la Universidad de Alicante que habíamos tomado como valor aproximado, significa que:**

**Equipo configurado en ahorro de energía:  $10,33 \text{ €/año/equipo} \times 6000 \text{ equipos} = 61980 \text{ €/año}$**

**Equipo no configurado en ahorro de energía:  $12,49 \text{ €/año} \times 6000 \text{ equipos} = 74940 \text{ € año}$**

**Se produciría un ahorro aproximado de 12.960 €/año, sólo teniendo en cuenta la jornada de trabajo, si se configuran los equipos en modo de ahorro de energía. Este ahorro es mayor si, cómo se ha explicado anteriormente, todos los ordenadores de la UA se quedasen con el monitor y la CPU apagados al finalizar la jornada laboral. Esto se podría conseguir si por defecto se configurasen todos los equipos del campus para que, tanto monitor como CPU, se apagasen automáticamente después de un periodo de inactividad.**