

DIRECCIÓN DE RESPONSABILIDAD SOCIAL  
SUBDIRECCIÓN DE SUSTENTABILIDAD  
TERMOS PARA AGUA CALIENTE

## Antecedentes

El uso de hervidores para bebidas calientes como café y té es común en los distintos departamentos y direcciones de la Escuela de Ingeniería. Para calentar el agua, a menudo se usan hervidores con volúmenes de agua superiores a las requeridas, quedando remanentes que se acumulan (cantidades superiores a los 500ml) y mezclan con agua fría para hervirse nuevamente, pudiendo llegar a ser recalentados más de tres veces en un mismo día. Teniendo en cuenta que el consumo eléctrico de un hervidor es alto (16,67kWh mensual) y que existe la alternativa de guardar agua caliente en termos que mantengan el calor por más tiempo, es necesario instaurar una cultura sustentable frente al gasto energético de hervir agua repetidamente en vez de mantener su temperatura.

1. **Consumo Eléctrico:** Un hervidor tiene una capacidad de 1,71 litros y un consumo de alrededor de 2kW de potencia. En una oficina promedio, el uso del hervidor es de unas 10 veces al día, con un tiempo de ebullición del agua de aproximadamente 5 minutos.

$$\Delta Q = m C_p \Delta T$$

Con:

$$C_{p_{H_2O}} = 4186 J/kg^{\circ}C$$

$$m = 1,71 kg$$

$$T_i = 15^{\circ}C$$

$$T_f = 100^{\circ}C$$

$$\Delta T = 85^{\circ}C \Rightarrow \Delta Q = 604877 J$$

$$\text{Como } P = \frac{\Delta Q}{t}$$

$$P = 2016,26 W \simeq 2 kW$$

Esto significa un consumo de 1,68 kWh diario. La cantidad de agua remanente por ciclo de ebullición es aproximadamente 1/3 de la capacidad del hervidor, es decir, alrededor de 0,57 litros por cada ciclo.

De los 10 ciclos diarios, almacenando el equivalente al tercio remanente en un dispositivo que permita mantener el calor, se pueden ahorrar 3 ciclos. Esto equivale a reducir el consumo en 0,5 kWh diarios por oficina.

2. **Retención de Calor de un Termo:**

Los estándares IS:7708-2008, IS:3702-2009 [1], establecen que la retención de calor para un termo de más de 750 ml, con boca angosta de 45 mm, se debe comportar como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 1: Temperatura en °C de un termo según estándares Indios IS:7708-2008, IS:3702-2009

Hora 0	Hora 1	Hora 5	Hora 24
95°C	91°C	78°C	50°C

## Temperatura del Agua en el Termo °C

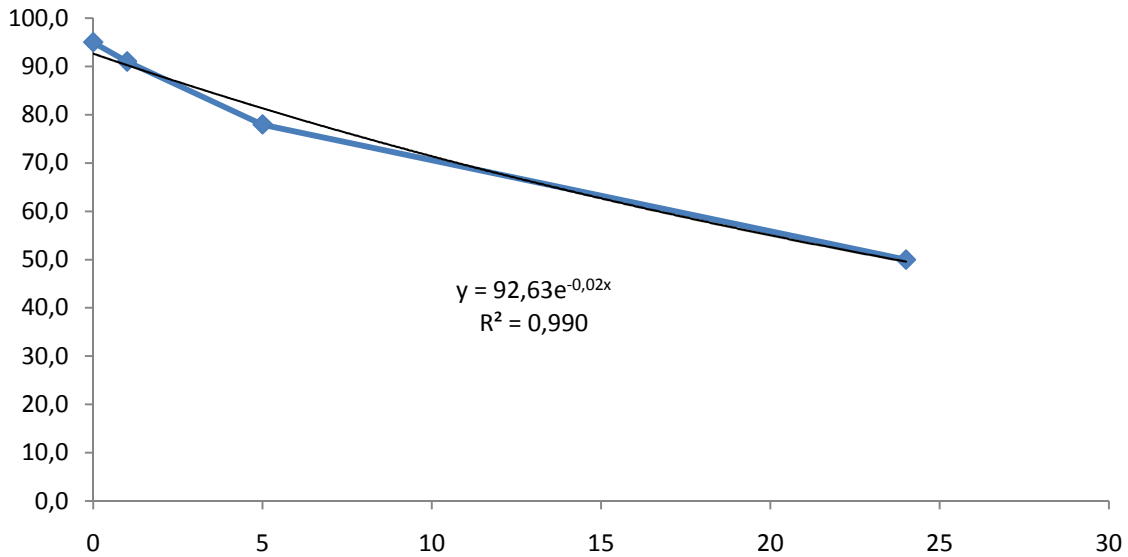


Figura 1: Temperatura en °C por hora definida en los estándares IS:7708-2008, IS:3702-2009, [1].

La regresión obtenida para determinar la temperatura en el tiempo es:

$$^{\circ}C = 92,63e^{-0,02t} \quad (1)$$

Donde  $t$  es el tiempo en horas y  $^{\circ}C$  es la temperatura en grados Celsius.

Tomando una jornada laboral de 9 horas y distribuyendo uniformemente a lo largo de dicha jornada los tiempos de uso de un hervidor de agua (10 veces al día), éste se usa cada 54 minutos. El decaimiento en la temperatura de un termo lleno en 54 minutos es de  $3,6^{\circ}C$ , lo que deja una temperatura esperada de  $91,4^{\circ}C$ , tomando un decaimiento lineal entre las dos temperaturas iniciales (hora 0 y hora 1). Dicho resultado es razonable para aplicaciones tales como el consumo de bebidas calientes.

Suponiendo ahora que efectivamente se ahorran 3 ciclos de ebullición por día, los nuevos intervalos serían de 1,28 horas, es decir, 76,8 minutos. El decaimiento establecido, según 1, en 1,28 horas deja la temperatura del agua en  $90,3^{\circ}C$ , con un termo lleno. Dicho resultado es aún superior a los  $88^{\circ}C$  recomendados para el consumo del té.

Tomando el resultado de la ecuación 1, la temperatura después de 2,56 horas (2 períodos) es de  $88^{\circ}C$ . Finalmente, para 3 períodos la temperatura decae hasta los  $87^{\circ}C$ .

Es decir, tomando un máximo de 3 períodos **seguidos** en los que no se hierva el agua, aún se puede obtener una temperatura razonable para el consumo de bebidas calientes. A dicha temperatura el agua en el termo puede ser usada para otras aplicaciones relacionadas con la limpieza y otras necesidades.

## Impacto Económico

A continuación se presenta el flujo de caja asociado a la disposición de termos de agua caliente al lado de cada hervidor en las oficinas de la Escuela. El beneficio asociado que se estimó se debe al ahorro en energía que significa disminuir el uso de hervidores. Las consideraciones que se hicieron fueron:

**Horizonte de Evaluación:** se consideró un horizonte de 5 años para evaluar el impacto económico de todas las medidas sustentables, de manera de hacerlas comparables en términos de VAN y payback.

**Tasa de Descuento:** Los flujos de ahorro se descontaron al 3,18 %.

**Inflación y tarifa eléctrica:** Se consideró una inflación del 3,24 %, equivalente al promedio inflacionario de los últimos 5 años, en base al IPC. La tarifa eléctrica se estimó considerando un crecimiento del 5 % anual.

Las oficinas consideradas para el impacto económico, fueron los distintos Departamentos y Direcciones de la Escuela de Ingeniería. El flujo de caja estimado en torno a la inversión en termos y los ahorros proyectados se muestra a continuación:

Tabla 2: Flujos de ahorro para el uso de termos de agua caliente

Inversión Inicial	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
\$ (420.000,00)	\$ 83.949,47	\$ 88.146,94	\$ 92.554,29	\$ 97.182,00	\$ 102.041,10
<b>Tasa</b>	3%				
<b>VAN</b>	\$ 1.417,67				
<b>Payback</b>	4,53				

## Normativa

Considerando los antecedentes previamente expuestos y buscando disminuir la cantidad de energía usada en cada una de las actividades, se busca reducir la emisión de toneladas de  $CO_2$  y disminuir el costo operativo, se establece:

**“La disposición de termos al lado de cada hervidor de agua, de manera de que en cada uso del hervidor se aproveche la capacidad del termo para ahorrar en ciclos de uso, y así disminuir el gasto económico en consumo eléctrico.”**

La inversión inicial de \$ 420.000 (compra de termos) correrá por cuenta de la Subdirección de Sustentabilidad.

## Referencias

- [1] “Comparative Test: Thermos Flasks Small Innovation, Big Success” *Consumer Voice, Department of Consumer Affairs, Ministry of Consumer Affairs, Food & Public Distribution, Krishi Bhavan, New Dheli, Government of India,*

<http://consumeraffairs.nic.in/consumer/writereaddata/Thermos%20Flasks-11.pdf>

recuperado el 3/10/2014