

# Riesgos de las duchas eléctricas

Si no puede leer toda la nota, le cuento el final: si desea instalar una ducha eléctrica y no consigue localmente un modelo con resistencia blindada, impórtela o considere adquirir un calentador tipo tanque por acumulación.



Ing. Daniel Ricardo Pérez  
[www.geocities.ws/danielperez](http://www.geocities.ws/danielperez)  
[danyperetz1@yahoo.com.ar](mailto:danyperetz1@yahoo.com.ar)

Se tiende cada vez más a usar la electricidad para calentar, ya sea el ambiente, el agua o para cocción, tanto en viviendas nuevas como en aquellas con servicio de gas clausurado. Resulta más económico cambiar los artefactos a eléctricos, antes que adecuar la instalación de gas.

Para el calentamiento de agua se puede optar por un calefactor central en la vivienda, o bien en el punto de uso. A su vez, existen calefactores de agua por acumulación o instantáneos.

En la figura 1, vemos las dos posibilidades para los calentadores centrales, con el nombre con que los designa el reglamento AEA. El nombre comercial varía según los países. En Argentina, el calentador de acumulación se llama "termotanque" y el instantáneo, "calefón". Esta última palabra puede ser confusa porque a veces también se les dice "calefón" a los calentadores solares, que son de acumulación.

---

*El nombre comercial varía según los países. En Argentina, el calentador de acumulación se llama "termotanque" y el instantáneo, "calefón"*

---

En ambos casos, el calentamiento se efectúa por resistencias blindadas. Al decir "blindadas", se sobrentiende que, además del tubo metálico, poseen una capa conductora del calor que las aísla eléctricamente de ese blindaje.

Los equipos de acumulación tienen un consumo en el orden de 1.2 a 2 kW, y requieren esperar un cierto tiempo para calentar toda la masa de agua. Ese tiempo es menor en los llamados "de alta recuperación", que requieren mayor potencia.

Los sistemas instantáneos calientan el agua a medida que esta pasa, pero su consumo es del orden de 6 a 13 kW. Este es un dato que se debe tener en cuenta para dimensionar los cables después y antes del medidor. Un edificio puede requerir que la compañía eléctrica replantee la



Figura 1. Calentadores centrales por acumulación e instantáneo; en Argentina, termotanque y calefón

distribución de baja tensión, o que decida agregar un transformador de media a baja tensión. Potencias tan elevadas pueden requerir un suministro trifásico y valerse de agua precalentada por un colector solar. Esto último es más necesario cuanto más fría sea el agua que se quiere calentar: las condiciones no son las mismas en Manaus (Brasil) que en Ushuaia.

En la figura 2, vemos las versiones que se instalan en el mismo punto de uso. Las consideraciones son similares, aunque el caos de denominaciones es aún mayor. Se los puede encontrar bajo el rótulo de "calefones", "duchas", "regaderas", "chuveiros", aunque según el reglamento AEA 701, la palabra "ducha" debería usarse para denominar al lugar donde uno se ducha (bañera chica).



Figura 2. Calefactores que se instalan en el mismo lugar en donde se utiliza el agua

En los sistemas de acumulación (entre 1 y 1.2 kW), la resistencia siempre es blindada. La forma correcta de usarlos es llenarlos de agua; encender la resistencia hasta la temperatura deseada, y bañarse con el aparato apagado, no solo por seguridad, sino también a fin de evitar que siga calentando y, además, que se quemé cuando se vacía el depósito.

Sin embargo, respecto de los sistemas instantáneos (de 4 a 7 kW), la mayoría de los que se publicitan en Argentina tiene la resistencia en contacto con el agua, ya sea en forma de bobina autosoportada, o devanada sobre un lámina curva. Este es el punto sobre el que nos queremos concentrar en esta nota.

*Respecto de los sistemas instantáneos (de 4 a 7 kW), la mayoría de los que se publicitan en Argentina tiene la resistencia en contacto con el agua*

La resistencia siempre va conectada directamente a la red eléctrica; es impráctico diseñarla para una tensión de, por ejemplo, 24 V porque un transformador aislador, ya sea eléctrico o electrónico, del orden de 5 kW, aumentaría mucho su precio y volumen.

Sabemos que el agua corriente tiene una cierta conductividad que es variable según los sólidos que tenga disueltos. Según su valor, la corriente de fuga (normal) que pasa desde la resistencia a la masa de agua puede superar los 30 mA, por esta razón en las instrucciones de instalación de estas duchas no se menciona al interruptor diferencial (ID), o directamente se especifica que no se debe colocar, ya que su fuga normal la activaría siempre, incluso en ausencia de falla.

A fin de que la corriente no le llegue a la persona que está usando el aparato, antes de salir por la flor (difusor), el agua pasa por un trecho donde está expuesto un tramo del cable de tierra (PE), con lo cual teóricamente la mayor parte de la corriente en la masa de agua se deriva y sale sin tensión. El peligro es evidente: jamás se debe perder la continuidad de esta conexión, lo cual puede ocurrir, por ejemplo, si se oxida el contacto con la pica o jabalina (electrodo dispersor) o por mal apriete en un borne o empalme. Cada tanto leemos noticias de personas electrocutadas con este tipo de duchas.

Sin embargo, estos modelos son populares en países como Brasil aunque allí, al menos, está la opción de adquirir resistencias blindadas a mayor precio.

**Ducha con R blindada, puesta a tierra y diferencial. Qué ocurre si fallan una o más protecciones:**

¿Diferencial insensible?	¿Falla aislación de la resistencia?	¿Se corta la puesta a tierra?	Consecuencia:
no	no	no	operación normal
no	no	SÍ	operación normal
no	SÍ	no	- salta el diferencial - la persona prácticamente no lo siente
no	SÍ	SÍ	- la persona recibe una descarga no mortal - diferencial puede saltar según la resistividad del agua
SÍ	no	no	operación normal
SÍ	no	SÍ	operación normal
SÍ	SÍ	no	situación similar a ducha no blindada
SÍ	SÍ	SÍ	<b>PELIGRO</b>

**Ducha con resistencia NO blindada. Qué ocurre si falla la puesta a tierra:**

(no hay diferencial)	(no hay aislación de resistencia)	¿Se corta la puesta a tierra?	Consecuencia:
		no	operación normal, leve cosquilla
		SÍ	<b>PELIGRO</b>

Tabla 1. Comparación del grado de seguridad de las duchas con resistencia blindada y con resistencia expuesta



Figura 3. Ejemplos de resistencias expuestas

En la tabla 1, comparamos el grado de seguridad de las duchas con resistencia blindada y con resistencia expuesta. En la expuesta, basta con una única falla para que exista peligro para la persona, dependiendo de la conductividad del agua y la cercanía a la flor. En cambio, usando una ducha con resistencia blindada instalada según reglamento, es necesario que fallen tres cosas para que exista un peligro.

### ¿Qué dicen los reglamentos?

En Argentina, la sección 701 del AEA 90364 (baños y otros lugares con emisión de agua) especifica lo siguiente:

- » 701.55.6.3 (...) Los calentadores de agua instantáneos, con calefactores no aislados (desnudos) inmersos en el agua, no están permitidos.
- » 701.412.5 (...) todos los circuitos terminales deberán ser protegidos complementariamente contra los contactos directos por medio de interruptores diferenciales de 30 mA (sugiere de 10 mA).

A la vez, AEA 701.55.3 indica que los calentadores de agua instantáneos o acumulativos deben instalarse en la llamada zona 2, que es desde los 2.25 m de altura sobre el piso de la bañera o receptáculo de ducha. La idea es no poder tocar el calentador con el brazo en alto.

Además, da una seguridad adicional al aumentar la resistencia del chorro. En esto es más estricto que otros reglamentos, que la permiten en zona 1.

En España, el ITC-BT-27 (locales con bañera o ducha) permite en zona 1 "calentadores de agua (...)" si su alimentación está protegida adicionalmente con un dispositivo de protección de corriente diferencial de 30 mA". En Brasil, el NBR-5410 dice en 5.1.3.2.2 "devem ser objeto de proteção adicional por dispositivos a corrente diferencial-residual com nominal igual ou inferior a 30 mA: a) os circuitos que sirvam a pontos de utilização situados em locais contendo banheira ou chuveiro"; y 9.1.4.4.2 expresa "No volume 1 somente podem ser instalados aquecedores de água elétricos classe I ou II"; o sea, con puesta a tierra o con doble aislación. Pero debido a la exigencia de usar ID, se sobreentiende que la puesta a tierra es para proteger ante una falla (cortocircuito) del calentador, no para derivar la fuga normal de un no blindado. Entonces, ¿la norma prohíbe o no prohíbe los expuestos? Honestamente no lo encontré, a diferencia de AEA, o sea que si el agua es lo bastante pura como para que no se dispare el ID y se conecta a tierra, se cumplen los puntos 5.1.3.2.2 y 9.1.4.4.2. Pero el ID no protege ante una accidental desconexión de la tierra: si falla, los miliamperes que iban a tierra irán a la persona; no morirá, pero la experiencia será sumamente desagradable y con riesgo de calambre muscular.

Claro, el reglamento no tiene poder de policía, se lo aplica o no se lo aplica. Es común escuchar o leer comentarios como "yo tengo la no blindada (o la instalé muchas veces) y nunca me pasó nada" o "en Brasil son muy usadas". En el país carioca, lo más común es 110 V, lo que ayuda un poco a que una descarga no sea mortal. Pero si

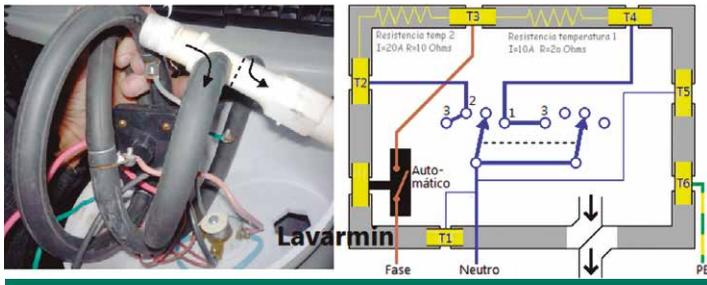


Figura 4. Calentador de agua Lavarmin

de diez mil usuarios, 9.999 no tuvieron problema y uno recibió una descarga, ese uno basta y sobra para darse cuenta del riesgo.

En la figura 3 se exponen ejemplos de resistencias expuestas. Se incluye también un peligroso calentador por inmersión para tazas.

### Análisis de algunos equipos

En el caso del Lavarmin (figura 4), dispongo del esquema eléctrico. Una manguera está dividida en segmentos unidos por tubos metálicos que, en el caso de los T2, T3 y T4, sirven de contacto eléctrico de las resistencias internas con la llave selectora; T1 y T5 derivan a neutro el flujo de entrada y salida, y T6 termina de derivar a PE de la salida. Esta doble derivación a la salida asegura que, si falla la conexión a tierra, al menos el agua saldrá a potencial de neutro, pero ello no quita que haya una fuga constante hacia PE en condi-



Figura 6. Modelos de duchas disponibles en el mercado brasileño



Figura 5. Modelo Temis

ciones normales, que puede llegar a impedir el uso de ID según la conductividad.

También en el modelo de Temis (figura 5), el agua pasa por una manguera con la resistencia en su interior.

En la figura 6 se presentan algunos modelos de duchas del mercado brasileño, en las que pude confirmar por imágenes que efectivamente poseen resistencia blindada. A diferencia de otros modelos Lorenzetti, en el manual de instalación de la Blinducha se menciona "Pode ser utilizada em circuitos com R (ID)". Otra marca con modelos publicitados como blindados es Fame, aunque no localicé imágenes del interior.

Al momento de esta edición, modelos importados en el mercado nacional que evidencian ser con resistencia blindada (no los verifiqué en persona) son el modelo 100 de Atmor (Israel) y el E-Shower (figura 7). La tecnología de la resistencia se ve reflejada en un mayor precio, obviamente.

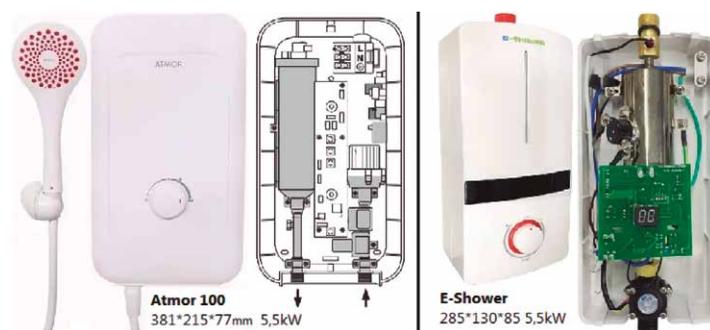


Figura 7. Modelos de calefactor de agua con resistencia blindada

Otros modelos no ofrecidos aquí incorporan ID. El formato no intenta imitar un cabezal convencional, es un gabinete adosado a la pared con duchador manual.

En Costa Rica la marca Thermo Solutions ofrece el modelo Thermo Plus 5.500 W, que también es tipo gabinete e incluye un ID.

Cuando la resistencia es blindada, no es fácil hacerla con derivaciones para seleccionar la temperatura, por lo tanto, en estos casos, es más probable encontrar un variador de temperatura electrónico basado, por ejemplo, en un triac al que se le varía el ángulo de conducción, con lo cual se logra la conveniencia de un control continuo de la potencia en vez de a saltos.

## Análisis de especificaciones

Leyendo los manuales de las duchas, nos encontramos con detalles que vale la pena destacar. Si se menciona "disjuntor", no necesariamente es la forma en que comúnmente se conoce al diferencial en Argentina. El significado estricto es similar al de "interruptor". La frase "Disjuntor ou Fusível" se refiere claramente al interruptor termomagnético. En Brasil, al verdadero ID se lo conoce como "DR" ('diferencial residual').

En algunos se lee que si "O DR está desarmando"; una posible causa es "Sistema de aterramento não adequado. Adeque-o à NBR 5410". Esta frase evidentemente no fue redactada por una persona idónea, nunca una mala puesta a tierra puede causar la activación del ID.

Es común especificar una altura mínima de la ducha de 1.8 m, como para no chocar con la cabeza. Pero como se mencionó, según AEA, es desde los 2.25 m. De todas formas, ¿quién aceptaría romper la pared si hiciera falta prolongar un caño preexistente para cumplir con los 2.25 m? Además, la 701 menciona el uso de duchadores móviles dentro de la zona 1.

En Brasil, las viviendas pueden optar por 110, 127 o 220 V monofásica o 220 V bifásica (dos fases de



110 V a 180 grados entre ellas, más neutro). Los manuales indican ITM unipolar para monofásica y bipolar para bifásica, y esto se conserva en las traducciones al castellano. Pero la AEA 770.16.5.2 indica "En las instalaciones monofásicas, los dispositivos para maniobra y protección de circuitos deben ser con corte y protección bipolares".

---

*AEA 770.16.5.2 indica "En las instalaciones monofásicas, los dispositivos para maniobra y protección de circuitos deben ser con corte y protección bipolares"*

---

A veces se especifica la mínima resistividad del agua, pero por razones químicas. Tradicionalmente, la resistividad es una forma indirecta de especificar la dureza (sarro) del agua. El sarro forma costra sobre las superficies calientes, y es mal conductor del calor, por lo que las aguas duras (por ejemplo, de pozo) tapan más rápidamente los calefactores, blindados o no, dificultando la transferencia del calor y llegando a quemar la resistencia. Pero en casos como el Loren Bello de resistencia expuesta, se agrega un límite más

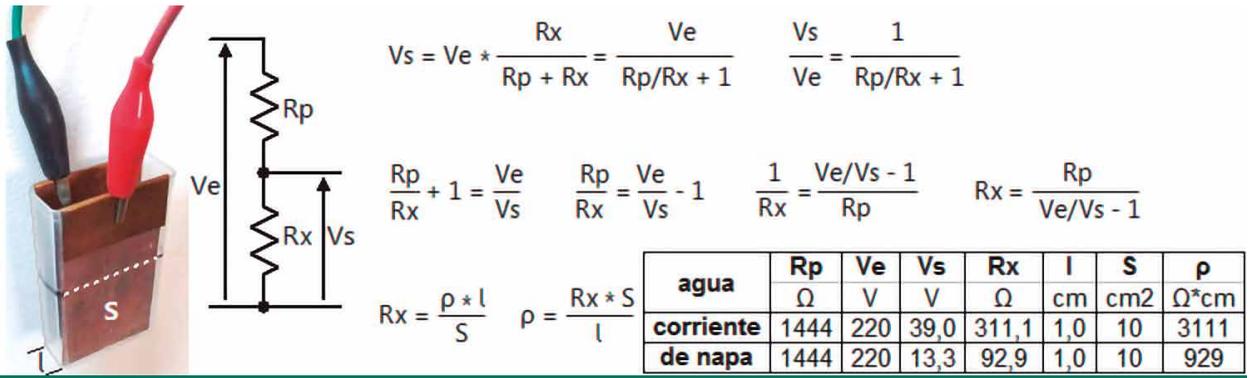


Tabla 2. Resistividad del agua según su procedencia

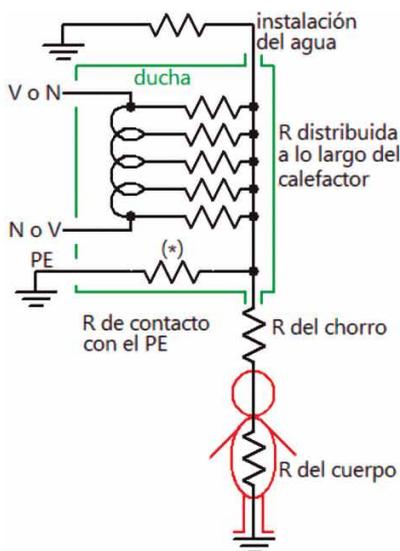
estricto si se desea poner diferencial, y esto sí es un requerimiento eléctrico y explica por qué hay quienes instalan ID a este tipo de duchas y no saltan (o están al borde), especialmente si la red es de 110 V y el agua es muy pura.

La tabla 2 compara la resistividad del agua según la procedencia. Se incluye también su inversa, la conductividad medida en siemens, y ambas en sus versiones relacionadas al metro y al centímetro. La resistividad depende de la temperatura, se mide o recalcula para 20 o 25 °C.

Esta medición se debe realizar obligadamente en alterna. Si se intenta en continua, por ejemplo

con un óhmetro, el valor irá aumentando paulatinamente debido a la electrólisis que se produce.

Al envase, le coloqué dos placas de cobre que quedan separadas casi exactamente un centímetro, y como huelgan tres a lo ancho, echo agua hasta una altura de 3.3 centímetros a fin de obtener un número natural en la superficie (10 cm2) por comodidad. Le apliqué 220 Vac en serie con un resistor conocido (Rp), en este caso un soldador con una resistencia medida de 1.444 ohmios, ya sea en frío como en caliente, y mido la caída de tensión en el vaso. Con el agua de casa obtengo 3100 ohmios por centímetro.



En una ducha con resistencia expuesta, el agua pasa frente a un tramo pelado del PE (\*) antes de salir para retornar a tierra por él la mayor parte de la fuga.

Figura 8. Medición de resistividad

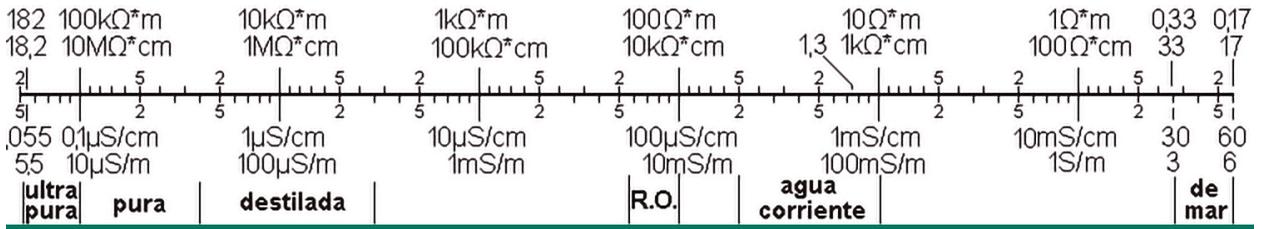


Figura 9. Equivalente eléctrico de diversas aguas

Con agua extraída de una primera napa, dio 929, es decir, 3.3 veces más conductora, y además no cumplía el mínimo requerido por cuestiones de sarro. Con agua salada de la costa atlántica, dio 42.

En la figura 8 se observa el equivalente eléctrico del agua en una ducha con resistencia expuesta, en condiciones normales.

Parte de la masa de agua toca las espiras cercanas a la conexión del vivo, parte a las espiras contrarias, etc. por lo que el contacto se representa como una R distribuida. En los modelos en que la resistencia está sumergida en el recinto inundado, da lo mismo cuál sea el polo de la línea a este efecto. En cambio, en aquellos en que el agua pasa por una manguera con la resistencia en su interior, sí es importante que el neutro se conec-

te al extremo de salida. Parte de la electricidad retorna a tierra por la instalación de agua.

El agua que va a salir hace contacto con un centímetro de cable de tierra expuesto y descarga a tierra la mayor parte, y esto es lo que frecuentemente impide usar un ID. Como se dice coloquialmente: estas duchas dejan que pase electricidad al agua, luego, la quitan. En condiciones normales, a la persona le llega una pequeña corriente que puede ser percibida a lo sumo como una cosquilla.

En la figura 10, aventuro una aproximación a qué puede esperarse en caso de que se corte la conexión a tierra en una ducha no blindada. La ducha se simula con una botella perforada, con una espiral de alambre simulando la resistencia. La elegí más corta, pues estará toda a potencial de la red en vez de pasar gradualmente a neutro.

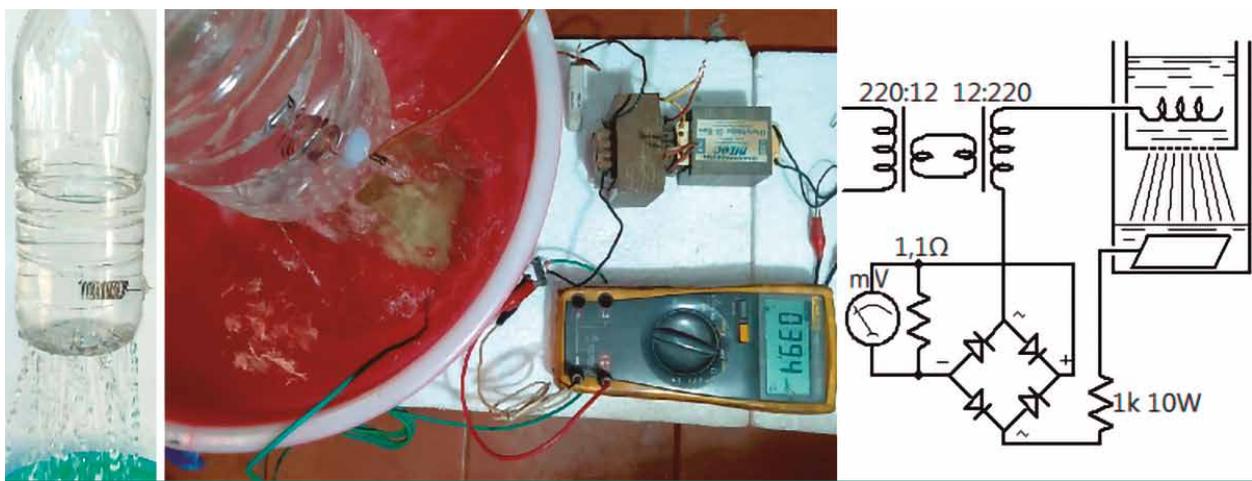


Figura 10. Aproximación a qué puede esperarse en caso de que se corte la conexión a tierra en una ducha no blindada

Para calentar esta cantidad de agua:	elevando su temperatura en:	hace falta entregarle (sin contar pérdidas):
1g = 1cm <sup>3</sup>	1 celsius	energía = 1 cal (definición de la caloría)
1cm <sup>3</sup>	1 celsius	Por el equivalente térmico del trabajo mecánico: energía = 1 cal = 4,186J (joule)
1000cm <sup>3</sup> = 1L	1 celsius	energía = 4,186kJ
1L / segundo	1 celsius	Como 1kJ es lo entregado por 1kW en 1s: potencia = 4,186kJ/s = 4,186kW
<b>3L / min</b>	<b>30 celsius</b>	Para aumentarle la temperatura 30 veces más, a una cantidad 3 veces mayor, pero tardando 60 veces más: potencia = 4,186kW * 3 * 30 / 60 = <b>6,27kW</b>

Notas: la caloría se definió para una temperatura del agua de 15 celsius, pero entre 0 y 100 varía menos de 1% pico a pico.  
Se admite que cada kW eléctrico se convierte en 1kW térmico

Tabla 3

Una placa en el fondo del balde representa la tierra de la bañera, pero para mi seguridad todo el montaje está aislado de la tierra donde se hace la prueba mediante un transformador aislador, improvisado con dos de 220:12, creando así un sistema IT. Un resistor de 1.1 ohmios más un puente rectificador permiten convertir cada miliamper senoidal eficaz a 1 mV de valor medio de módulo (DC), a fin de usar un multímetro sin escala de mAac. Un resistor de 1 k simula la resistencia del cuerpo. Sosteniendo la botella a distintas alturas se puede deducir aproximadamente que en este caso de tierra cortada:

- » Si está a 10 cm o más abajo de la flor, la persona recibirá algunos miliamperes que le resultarán molestos.
- » Una posible reacción será levantar la mano para cortar el interruptor de la ducha. Lo más sensato sería escapar inmediatamente del recinto.
- » La corriente aumentará al orden de 20 mA, lo que le producirá calambre muscular.
- » Si llegó a levantar la mano aún más y a agarrar la perilla del interruptor, es posible que la contracción muscular le impida soltarlo y que la corriente supere los 30 mA.

Para calentar esta cantidad de agua:	elevando su temperatura en:	hace falta entregarle (sin contar pérdidas):
<b>14L / min</b>	<b>30 celsius</b>	Si quiero imitar el poder de un calefón a gas típico: potencia = 4,186kW*14*30 / 60 = <b>29,3kW = 133A @ 220V</b>
1m <sup>3</sup> de gas natural rinde ~9300kcal = 38930kJ		
Si consumo 1m <sup>3</sup> /h = 38930kJ / 3600 = 10,81kW		
Para pasar 29,3kW al agua, con eficiencia de 88%, preciso: 1m <sup>3</sup> /h * 29,3/10,81 * 1/0,88 = 3,08m <sup>3</sup> /h		
Datos de calefón Ursus Trotter Komfortek UT C14-D: 2,97m <sup>3</sup> /h @ 14L/min		

Tabla 4

- » Esto concuerda con ciertos videos en Youtube en que la corriente por un chorro resulta no mortal, y también con la realidad de las noticias de gente electrocutada por duchas eléctricas.

## Palabras finales

¿Su compañía de gas le factura por kilowattthora? Imagino que no, pero viene bien recordar que tanto el gas como la electricidad y el trabajo mecánico son formas de energía (hay otras) que se pueden convertir una en otra y usar las mismas unidades.

---

*Viene bien recordar que tanto el gas como la electricidad y el trabajo mecánico son formas de energía (hay otras) que se pueden convertir una en otra y usar las mismas unidades.*

---

Por ejemplo, en la factura de gas me informan que cada metro cúbico rinde 9.300 kilocalorías, valor aproximado según la proporción de metano y otros gases que hubiera en el yacimiento.

Por otro lado, recordemos que una caloría es la cantidad de energía térmica o cantidad de calor necesaria para aumentar en un celsius la temperatura de un gramo de agua (un centímetro cúbico).

Al caer un peso de 101.9 kg (fuerza de 1 kN) a una altura de un metro, se realizó un trabajo (energía cinética) de 1 kJ, que si se realiza a cada segundo equivale a una potencia de 1 kW. En 1844, James Joule se valió de esto para calentar una masa de agua y así relacionar la energía mecánica con la térmica. Con las unidades actuales, aplicando 4.186 kJ mecánicos se obtiene una kilocaloría.

Y para no olvidarnos de lo nuestro: un motor que tuviera el 100% de eficiencia podría convertir 1

kW de potencia eléctrica en 1 kW de potencia mecánica, o sea 1.34 HP.

Ahora, apliquemos las equivalencias. Comúnmente, los calentadores instantáneos especifican el caudal para una elevación de temperatura de 30 °C. Vemos que una ducha eléctrica, para lograr esa elevación con un caudal de tan solo tres litros por minuto, debe consumir lo máximo que existe en modelos comerciales. Pero por otro lado, ¡3 L/min es aproximadamente el caudal mínimo que exige un calefón a gas para encender! ¿Habré hecho bien las cuentas? ¿Y si quiero el mismo resultado que con un típico calefón a gas de 14 litros? Se necesitaría la friolera (valga la contradicción) de 29 kW.

Las tablas 3 y 4 muestran la equivalencia en caudal de gas, comparando con las especificaciones de un calefón a gas, verificando una buena coincidencia. Se confirma lo mencionado al principio sobre la conveniencia de precalentar el agua con un colector solar, para no abusar de la potencia eléctrica. ■■

---

*La conveniencia de precalentar el agua con un colector solar, para no abusar de la potencia eléctrica*

---