

DISEÑO, CONSTRUCCIÓN Y MODELIZACIÓN DE UNA TORRE DE ENFRIAMIENTO MASIVA

M. Gea, M. Bernaski y V. Passamai¹
INENCO – CIUNSa* - CONICET Facultad de Ciencias Exactas -UNSa
Av. Bolivia 5150 – 4400 Salta. R. Argentina – E-mail: <geam@unsa.edu.ar>

RESUMEN

Se describe el diseño, la construcción y la modelización de una sencilla torre de enfriamiento masiva. Está formada por un tanque cuyas paredes de ladrillo permeables son barridas por aire impulsado por un ventilador para producir enfriamiento evaporativo. El aire circula a través de los ductos de ladrillos huecos, los que son usados para obtener y aumentar superficie de agua expuesta para la evaporación. Se produce acumulación térmica en el agua y los ladrillos durante la noche que podrá usarse para refrescar ambientes durante los picos de calor diurnos mediante intercambiadores.

Palabras clave: enfriamiento evaporativo indirecto, torre masiva de enfriamiento.

INTRODUCCIÓN

La torre de enfriamiento masiva consiste en un tanque de agua cuyas paredes de ladrillos, húmedas por su alta permeabilidad, son lamidas por una corriente de aire. Se utilizaron ladrillos huecos, los cuales proporcionan una elevada superficie de evaporación al circular el aire por sus ductos. Como en la región no se cuenta con viento suficiente durante la noche, la corriente de aire debe ser generada por un ventilador.

Se construyó un prototipo sencillo factible de ser escalado a mayores dimensiones sobre el cual se realizaron los ensayos. Se elaboró un modelo teórico del sistema y se lo utilizó en un programa de computación que permite un ajuste con los datos experimentales. Se realizaron simulaciones con distintos tamaños y diseños de la torre.

DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DEL EQUIPO

Se construyó un equipo de dimensiones medianas con materiales de fácil adquisición. Los detalles constructivos se pueden observar en las fotografías que se presentan a continuación. En ellas se observan las paredes de ladrillos huecos, con los ductos en sentido vertical, formando un estanque para el agua.

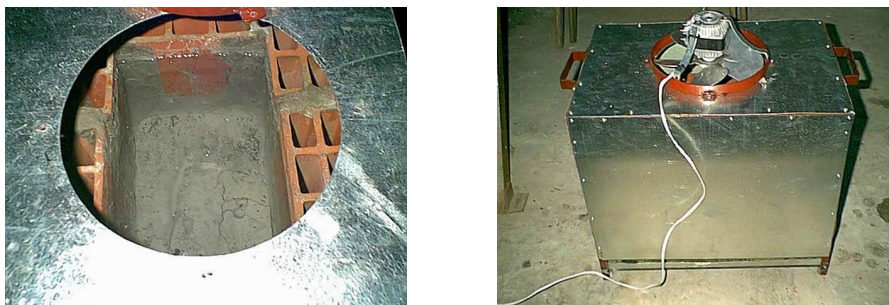


Figura 1: Fotografías del estanque de ladrillos huecos y del módulo terminado

Se armó una caja de chapa galvanizada que rodea al conjunto de ladrillos por su superficie externa, dejándose un hueco central donde se instala el ventilador que hará circular el aire por succión. Se muestra el módulo terminado, con dos manijas que permiten su traslado. En la parte inferior puede observarse una entrada para el aire, que se introduce por los conductos de dos pilas de ladrillos huecos.

DESCRIPCION DEL MODELO

Con el fin de contar con una herramienta de diseño, que permita estudiar el comportamiento del sistema bajo distintas condiciones y la influencia en el rendimiento de los diferentes parámetros, se elaboró un modelo y un programa de simulación computacional en base al mismo. En la figura 2 se esquematiza el modelo mediante un circuito térmico.

¹ Investigador Adjunto del CONICET

* Consejo de Investigación de la Universidad Nacional de Salta, organismo financiador.

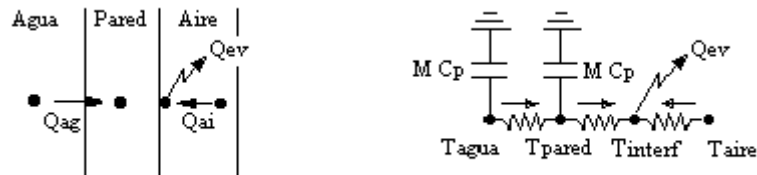


Figura 2: Intercambio de calor sensible y latente en la interfase.

Mediante los balances de energía se obtienen las expresiones para las temperaturas de la interfase, de las pared y del agua. Se elaboró un programa de cálculo que emplea el método de diferencias finitas para estudiar la evolución del sistema en el tiempo. Los datos de entrada para el cálculo son la geometría del intercambiador, flujo másico, humedad y temperatura del aire a la entrada durante todo un ensayo y la temperatura inicial del agua.

AJUSTE Y SIMULACIONES

Se compararon los resultados experimentales con los teóricos para distintas condiciones iniciales del aire ambiente y del agua de la torre. Los datos corresponden a ensayos que duraron varias horas en las cuales las condiciones del aire que entra a la torre van variando. Por lo tanto el programa de cálculo va actualizando los datos de entrada mientras realiza la simulación. El ajuste entre los comportamientos teórico y real resultó adecuado en varios ensayos bajo distintas condiciones ambientales. En la figura 3 se muestra con una gráfica de la temperatura del agua en función del tiempo el enfriamiento asintótico hasta valores próximos a la temperatura de bulbo húmedo correspondiente a uno de los ensayos.

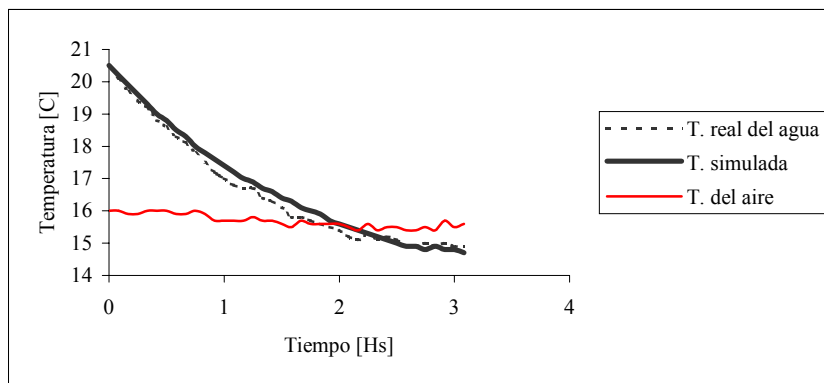


Figura 3: Variación de las temperaturas del agua y del aire en función del tiempo durante un ensayo.

CONCLUSIONES

La construcción del prototipo resultó sencilla y económica. Se observó que con los ladrillos usados ocurrió el permeado necesario para mantener el enfriamiento evaporativo. Sin embargo existe la posibilidad de usar ladrillos con una cocción incompleta en los cuales la permeabilidad es mayor. Se comprobó mediante la simulación la importancia de aumentar el área específica de intercambio y se concluyó que la colocación de paredes interiores en el estanque puede ser una solución.

Como trabajos futuros se presentan fundamentalmente dos. Uno es el seguimiento de la temperatura de bulbo húmedo nocturna durante los días de calor del verano para la definición de las regiones y de las condiciones en las cuales la aplicación de este sistema de enfriamiento es adecuado. El otro es el estudio del sistema más apropiado de intercambio de calor de la torre masiva con los ambientes interiores, para poder evacuar las cargas de enfriamiento, que resulte económicamente conveniente.

REFERENCIAS

Cook, Jeffrey, 1989. *Passive Cooling*. The MIT Press. Cambridge, Massachusetts, London, England.
 Incropera F. y De Witt D. 1996. *Fundamentals of Heat and Mass Transfer*. 4ª edición pp. 311-396. Wiley y Sons, New York.

ABSTRACT

In this work, the design, construction and simulation of a simple massive cool tower are described. It works by means of a fan blowing the air through the conduits of void bricks, which are used to obtain an increased water surface exposed to evaporation. The thermal storage can be carried over to the peak load period.