

INTERCAMBIADORES TIERRA-AIRE: USO DEL SUELO PARA ENFRIAMIENTO PASIVO¹

Silvana Flores Larsen² y Graciela Lesino³
INENCO - Instituto de Investigaciones en Energía No Convencional
Universidad Nacional de Salta - CONICET
Buenos Aires 177, 4400 Salta, Argentina

RESUMEN

Los intercambiadores tierra-aire constan de uno o varios ductos enterrados a través de los cuales circula aire ambiente que se calienta o enfría a lo largo del ducto que luego es introducido a un edificio en donde se mezcla con el aire interior. En la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional de La Pampa se utiliza este sistema de ductos enterrados para acondicionar y ventilar algunas de las oficinas del mismo. El objetivo del presente trabajo es predecir el comportamiento de dichos ductos, lo cual se realiza mediante un modelo ya validado, utilizando un desarrollo en serie de Fourier de cuatro términos para representar la distribución de temperatura del suelo. Se comparan los resultados analíticos con las mediciones realizadas, que resultan estar en excelente concordancia. En una próxima etapa, se incorporará al SIMEDIF 2000 un nuevo módulo para simular intercambiadores tierra-aire basado en este modelo.

INTRODUCCIÓN

El uso del potencial natural del suelo para acondicionar el aire que ingresa a los edificios ha ganado creciente aceptación en los últimos años debido al ahorro económico que se logra en los requerimientos energéticos necesarios para acondicionarlos térmicamente, por lo que el uso de intercambiadores tierra-aire para calentamiento y enfriamiento de edificios e invernaderos ha ido ganando cada vez más peso. El diseño de estos sistemas involucra la optimización de sus características geométricas (flujo de aire, profundidad de los ductos, longitud de los mismos, etc.). Existen varios modelos, simplificados y detallados, que se han propuesto para este propósito (Chen et al., 1983; Levit et al., 1989; Mihalakakou et al., 1994; Santamouris et al., 1986; Seroa et al., 1985). Además, es necesario conocer el funcionamiento de estos sistemas bajo condiciones reales climáticas.

En el pabellón de Ecología de la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional de La Pampa se construyeron dichos ductos para ventilar y acondicionar térmicamente algunas de las oficinas que forman parte de la construcción. En un trabajo anterior (Filipín y Beascochea, 1998) se presentan los detalles constructivos del edificio, habilitado en Julio de 1995, y los resultados de dos años de evaluación del ala este en condiciones reales de ocupación sin que fuera necesario utilizar calefacción auxiliar durante los períodos de medición. En otro trabajo (Hernandez et al., 1999), el efecto de los ductos enterrados de la Universidad de La Pampa fue simulado mediante el programa de simulación de edificios SIMEDIF por medio del ajuste de parámetros como las renovaciones de aire por hora y las áreas de radiación.

En el presente trabajo se utiliza un modelo unidimensional transitorio para resolver el flujo de aire dentro del ducto, planteando las ecuaciones de conservación de la masa, de la cantidad de movimiento, la conservación de la energía y la ecuación de estado para gases ideales. Dichas ecuaciones son discretizadas por medio del método de volúmenes de control y del esquema *upwind* y luego se resuelven para cada volumen de control del dominio espacial y temporal. El modelo utilizado en este trabajo se introducirá en un nuevo módulo de intercambiadores tierra-aire en el programa SIMEDIF, para permitir una simulación más exacta de estas situaciones.

LA INFLUENCIA DEL SUELO EN LA PERFORMANCE DE LOS DUCTOS ENTERRADOS

Para muchas de las aplicaciones es necesario hacer una estimación de la temperatura del suelo cuando éste no sufre perturbaciones, lo cual resulta extremadamente útil para comprender la naturaleza del problema. La distribución de temperatura del suelo ha interesado a los investigadores por más de un siglo; la Royal Society de Edinburgo publicó trabajos de Forbes en 1846, Everett en 1860 y Thomson en 1861. La predicción de la temperatura del suelo homogéneo sin perturbar se considera ahora un problema clásico de la teoría de conducción de calor para un sólido semiinfinito que tiene una fluctuación periódica de temperatura en su superficie. La variación de temperatura para suelos en capas es mucho más complicada (van Wijk y Derksen, 1966) y existen en la actualidad numerosos trabajos en el tema.

¹ Proyecto parcialmente financiado por la ANPCYT y por el Consejo de Investigación de la UNSa.

² Becaria del CONICET

³ Investigadora del CONICET

Suponiendo suelo homogéneo con propiedades térmicas constantes, la temperatura a cualquier profundidad z puede calcularse a partir de la siguiente expresión:

$$T(z,t) = T_m - A_s e^{-z\sqrt{\frac{\pi}{365\alpha}}} \cos\left[\frac{2\pi}{365}(t-t_0 - \frac{z}{2}\sqrt{\frac{365}{\pi\alpha}})\right] \quad (1)$$

en donde $T(z,t)$ es la temperatura en °C del suelo en el tiempo t a una profundidad z , T_m es la temperatura media anual del suelo en °C (a una profundidad en donde no son perceptibles las variaciones de temperatura), A_s es la amplitud de la variación superficial de temperatura en °C, t es el tiempo en días, t_0 el desfase en días y α es la difusividad térmica del suelo en m^2/s .

En la mayoría de los casos la determinación las propiedades térmicas de los suelos es muy complicada. Labs y Harrington (1982) realizaron un análisis de los valores de difusividad térmica calculados por Kusuda (1968). El rango de valores para la difusividad térmica que obtuvieron va desde $0,36 \cdot 10^{-6} m^2/s$ hasta $0,8 \cdot 10^{-6} m^2/s$, correspondientes a suelos seco, medio y húmedo. Givoni y Katz (sin fecha) seleccionaron como valores límites $\alpha = 0,4 \cdot 10^{-6} m^2/s$ para suelo seco y $\alpha = 1,08 \cdot 10^{-6} m^2/s$ para suelo húmedo. El efecto de la humedad es aumentar la conductividad térmica del suelo. Existen estudios realizados sobre la forma en que esa humedad se encuentra dentro de los suelos (en forma de vapor o en forma de agua líquida). En el caso de encontrarse como vapor, los efectos convectivos del vapor de agua entre los granos del suelo hacen que la transferencia de calor sea más eficiente que si se tratara de agua líquida. Algunos de los valores más usuales para la difusividad térmica de acuerdo al tipo de suelo se encuentran en la Tabla 1.

Tipo de suelo	Húmedo	Rocoso	Húmedo y compacto	Seco y compacto	Húmedo y liviano	Seco y liviano
$k (W(m^{\circ}C))$	2.4	2.4	1.3	0.87	0.87	0.35
$\alpha (m^2/s)$	1.02×10^{-6}	1.02×10^{-6}	0.64×10^{-6}	0.52×10^{-6}	0.52×10^{-6}	0.29×10^{-6}

Tabla 1 - Conductividad y difusividad térmica para distintos tipos de suelo (Labs, 1979).

La ecuación anterior es válida cuando la variación de temperatura ambiente es senoidal. En climas secos esta aproximación no es válida; la temperatura ambiente se aproxima más a una parábola seguida de una exponencial decreciente que a una curva del tipo senoidal (ver Figura 1).

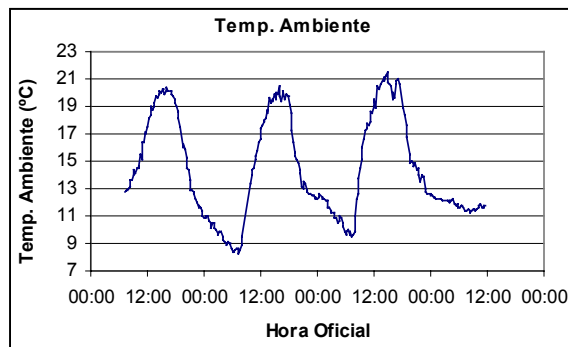


Figura 1: un ejemplo de temperatura ambiente para climas secos.

En estos casos, se realiza un desarrollo en serie de Fourier de la temperatura ambiente:

$$T_{amb}(t) = T_m - \sum_{n=1}^{\infty} A_n \cos(2n\pi / 365t - \phi_n) \quad (2)$$

en donde A_n y ϕ_n son los coeficientes de amplitud y fase del desarrollo de Fourier de la temperatura ambiente y T_m es la temperatura ambiente media anual. Se toman cuatro términos del desarrollo en serie. Estos cuatro términos son suficientes para representar las distribuciones de temperatura ambiente y del suelo (Erbs et al., 1983; Flores Larsen y Lesino, 1999). A continuación, los parámetros de Fourier obtenidos (amplitud y fase) son ingresados en la nueva ecuación (Carlslaw and Jaeger, 1959):

$$T(z,t) = T_m - \sum_{n=1}^{\infty} A_n e^{-z\sqrt{\frac{n\pi}{365\alpha}}} \cos(2n\pi / 365t - \phi_n - z\sqrt{\frac{n\pi}{365\alpha}}) \quad (3)$$

en donde α es la difusividad térmica del suelo, t el tiempo y z la profundidad. De la Eq. (3) se puede ver que la amplitud de oscilación de la temperatura del suelo disminuye con la profundidad, por lo que a mayor profundidad se encuentra una

temperatura más estable y cercana a la media anual. La hipótesis con que se trabaja es que la distribución de temperatura del suelo no se ve afectada significativamente por la presencia del ducto, debido a que el intercambio de calor de los ductos con la gran masa del suelo permite considerarlo como una fuente (o sumidero) de calor. Esta hipótesis pierde validez cuando se trabaja con el suelo como acumulador estacional.

ECUACIONES DEL FLUJO EN DUCTOS

Se usan valores promedio de la velocidad, presión y temperatura en cada una de las áreas transversales del flujo (flujo unidimensional). Se plantean las ecuaciones de conservación de la masa, conservación de la cantidad de movimiento y conservación de la energía:

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} + \frac{\partial(\rho v)}{\partial y} = 0 \quad \text{Conservación de la masa (4)}$$

$$\frac{\partial(\rho v)}{\partial t} + \frac{\partial(\rho v^2)}{\partial y} = -\frac{\partial P}{\partial y} - \frac{\tau_w L}{S} \quad \text{Conservación del momento (5)}$$

$$\frac{\partial(\rho H)}{\partial t} + \frac{\partial(\rho v H)}{\partial y} = \frac{q_w L}{S} \quad \text{Conservación de la Energía (6)}$$

en donde ρ es la densidad del fluido en kg/m^3 , v es la velocidad en m/s , P la presión en Pa, H la entalpía total en J/kg , L el perímetro del ducto en m, S el área transversal de flujo en m^2 , τ_w el esfuerzo de corte en la pared en kg/ms^2 y q_w el flujo de calor en W/m^2 en el sistema vía las paredes del ducto. La entalpía total H está definida como $H = h + v^2/2$, en donde h es la entalpía específica en J/kg . En la ecuación de la energía se han ignorado los efectos de los cambios de presión sobre la temperatura y la conducción axial de calor.

En adición a las ecuaciones anteriores, se utiliza la ecuación de estado para gases ideales, $P = R\rho T$, que relaciona la presión P con la temperatura T y la densidad ρ . La constante R se define como una constante universal Λ cuyo valor es $8.31 \text{ J/mol}^\circ\text{K}$, dividida por el peso molecular del gas. El peso molecular del aire se toma como 28.964 g/mol , de acuerdo a la definición de atmósfera estándar. Con estas características, la constante R toma el valor $286.91 \text{ J/kg }^\circ\text{K}$.

Para realizar la discretización, se divide el canal según la dirección y del flujo en volúmenes de control $S\Delta y$ ($S = ab$ es la superficie perpendicular al flujo, con a el ancho del canal y b el alto, Δy es longitud del volumen de control según el sentido del flujo). Cada volumen de control tiene condiciones de entrada T_S , ρ_S , v_S y P_S a partir de las cuales se calculan las condiciones de salida T_P , ρ_P , v_P y P_P . Las condiciones de temperatura, densidad, velocidad y presión dentro del volumen de control se estiman de acuerdo al esquema *upwind* (es decir, considerando que las condiciones en la interface son iguales a las condiciones del nodo ubicado corriente arriba) sugerido por Patankar (1980). En el caso de trabajar con otras geometrías, se utiliza el diámetro hidráulico para evaluar las expresiones de los coeficientes de transferencia de calor.

A continuación, se integran las ecuaciones en cada uno de los volúmenes de control y en el intervalo de tiempo ($t, t+\Delta t$). En las ecuaciones, el subíndice P se refiere al nodo sobre el cual se realiza la integración, el subíndice S al nodo corriente arriba y el superíndice 0 al valor de la variable correspondiente en el instante inmediato anterior. El valor de la variable en el instante actual se indica sin superíndice. Las ecuaciones de discretización resultantes son las siguientes:

$$v_P = \frac{1}{\rho_P} \left[\rho_S v_S + (\rho_S^0 - \rho_S) \frac{\Delta y}{\Delta t} \right] \quad (7)$$

$$P_P = P_S + (\rho_S^0 v_S^0 - \rho_S v_S) \frac{\Delta y}{\Delta t} + \rho_S v_S^2 - \rho_P v_P^2 - \frac{\overline{\tau_w} L}{S} \Delta y \quad \text{con} \quad \overline{\tau_w} = f \frac{\rho v^2}{2} \quad (8)$$

En esta ecuación, $\overline{\tau_w}$ es el valor medio del esfuerzo de corte en la pared en el volumen de control considerado y f el factor de fricción, cuyo valor se obtiene de expresiones empíricas convencionales que dependen de las propiedades de las paredes del canal y de las características del flujo. Para relacionar la presión P y la temperatura T se utiliza la ecuación de estado de gases ideales.

$$\frac{q_w L}{S} S \Delta y \Delta t = (\rho_s H_s - \rho_s^0 H_s^0) S \Delta y + (\rho_p v_p H_p - \rho_s v_s H_s) S \Delta t \text{ con } q_w = \bar{h}(\overline{T_{pared}} - \overline{T_{fluido}}) \quad (9)$$

De esta manera, se tienen tres ecuaciones y tres incógnitas. Al resolver el sistema, se llega a una ecuación polinómica de segundo orden para ρ_p que queda en función de los valores de la celda inmediata anterior. A continuación se resuelve la expresión para ρ_p y luego se encuentran las expresiones para v_p y T_p . La primera celda tiene condiciones iniciales de entrada ρ_{in} , v_{in} y T_{in} .

Los detalles de la obtención de las expresiones anteriores y de la validación del modelo pueden encontrarse en el trabajo de Flores Larsen y Lesino (2000).

La influencia de las dimensiones del ducto, temperatura de entrada del aire, velocidad de entrada del aire, etc., sobre la temperatura de salida del aire ha sido estudiada detalladamente por varios autores según el método utilizado (Flores Larsen y Lesino, 2000; Gauthier et al., 1997; Mihalakakou et al., 1994). Las conclusiones más relevantes son las siguientes:

- La temperatura de salida del aire depende fuertemente de la temperatura de entrada.
- Las características del suelo son muy importantes: las propiedades térmicas del mismo influyen fuertemente el comportamiento térmico del sistema.
- A mayor longitud del ducto existe mayor transferencia de calor y la performance del ducto aumenta. Dicha longitud no se puede prolongar indefinidamente para mejorar la performance, debido a que la temperatura de salida presenta un comportamiento asintótico con la longitud del ducto que permite definir una longitud del ducto máxima a partir de la cual cualquier aumento en la longitud del ducto influye muy poco en la temperatura de salida del aire por lo que es poco conveniente económicamente. Los valores usuales para longitud de ductos van desde 10m a 100m.
- Para la velocidad de aire se consideran óptimos valores alrededor de 4 m/s para ductos de 0.1m de radio, existiendo un compromiso entre la potencia necesaria para hacer circular el aire y el acondicionamiento resultante.
- Es más eficiente un conjunto de ductos más cortos que menor cantidad de ductos de mayor longitud.

SIMULACIÓN DE LOS DUCTOS DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA DE LA UNLPA.

Para validar el modelo propuesto, se realizaron mediciones con un ducto ya instalado que acondiciona térmicamente tres oficinas del ala oeste del pabellón de Ecología de la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional de La Pampa. Dicho ducto se separa en tres ductos de iguales dimensiones que acondicionan cada una de las tres oficinas. Se trabaja con la hipótesis de que la presencia de un ducto no influye sobre los otros dos, por lo que se puede utilizar el modelo anteriormente descrito. El ducto a modelar tiene 0.2 m de alto, 0.4 m de ancho y una longitud de 8m. Está construido con ladrillo común y enterrado a una profundidad de 0.8m, con boca de entrada sobre el sector norte del edificio, provista de una torre colectora de brisas de 1,8m de altura.

Se midieron durante 2 días y cada 15 minutos la temperatura ambiente y las temperaturas de entrada y salida del aire del ducto por medio de termocuplas tipo T y la velocidad del aire exterior y a la salida del ducto con un anemómetro de cazoletas. El equipo de medida consistió de una PC laptop a la cual se conectaron módulos NUDAM de 8 canales. Se midió la radiación solar mediante un piranómetro ubicado sobre superficie horizontal en el techo del edificio mientras que la velocidad de viento fue sensada con un anemómetro de cazoletas con salida de tensión registrándose la dirección del viento mediante una veleta electrónica. Además de la temperatura del local, se monitoreó la temperatura y humedad en la boca de ingreso al ducto (mediante un equipo portátil alimentado con una batería de 9V) y la temperatura de salida del mismo (ingreso a la oficina). Simultáneamente se monitoreó la temperatura de salida por la chimenea de techo de la oficina que genera la succión necesaria para favorecer la circulación de aire en el túnel. Para determinar la temperatura del suelo a la profundidad del ducto se utilizó la Eq. (2), obteniendo los coeficientes de Fourier de los datos medidos de temperatura ambiente y los proporcionados por el Servicio Meteorológico Nacional para dicha localidad. Los resultados obtenidos para los datos medidos y simulados de temperatura pueden verse en las figuras 2 y 3.

Se observa que durante el período de medición, la temperatura de salida del ducto supera a la de entrada, indicando que el aire exterior que ingresa al ducto es calentado por el suelo. La diferencia entre las medias a la entrada y a la salida del ducto es del orden de 4.6 °C para el periodo considerado. También debe destacarse que la temperatura durante las horas de insolación presenta oscilaciones que coinciden con el período de horas más ventosas del día. La humedad relativa presenta una tendencia ascendente durante las primeras doce horas de monitoreo y luego se mantiene aproximadamente constante (88%HR) para el resto del período y la velocidad media v_d del aire a la salida del ducto es del orden de 3.1 m/s. También debe tenerse en cuenta la relación entre el área de la boca por la que sale el aire (A_b) y el área del ducto (A_d), por medio de la siguiente relación de conservación:

$$v_b A_b = v_d A_d \quad (10)$$

El valor obtenido para la velocidad media en el ducto considerado es de aproximadamente 1.55 m/s.

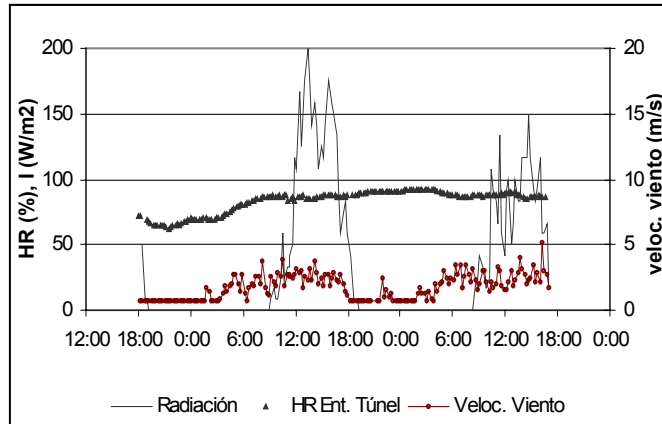


Figura 2: Radiación solar (W/m^2), humedad relativa a la entrada del ducto y velocidad (m/s) de viento en el ducto.

La simulación realizada aproxima con mucha exactitud los datos medidos (ver Fig. 3) de temperatura de salida del aire, con lo que se concluye que el modelo utilizado para simular el comportamiento de los ductos y la temperatura de suelo funciona en la medida de lo esperado.

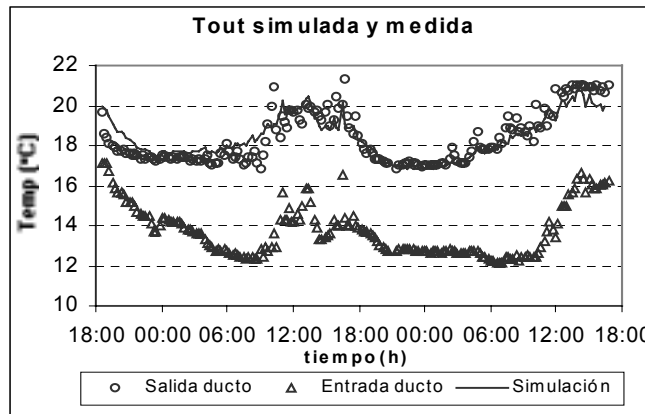


Figura 3 - Temperatura del aire a la entrada y salida (T_{out}) del ducto. Mediciones y resultado de la simulación.

El aporte energético que realiza el ducto se puede calcular mediante la expresión:

$$P = \dot{m} c_p (T_{out} - T_{in}) = \rho_{aire} A_d v_d c_p (T_{out} - T_{in}) \quad (11)$$

Tomando los valores medios antes mencionados de diferencia de temperatura a la entrada y salida del ducto y velocidad en el mismo esta expresión arroja un valor para la potencia de 688W.

CONCLUSIONES

El uso de ductos enterrados para el calentamiento (en invierno) y enfriamiento (en verano) de la temperatura del aire en el interior de edificios e invernaderos puede disminuir la demanda de energía convencional destinada a dichos propósitos. El modelo propuesto asume que el flujo dentro de los ductos es unidimensional y que la presencia de los ductos no afecta significativamente la distribución de temperatura del suelo y resulta ser apropiado para obtener expresiones para la temperatura de salida del aire de los ductos. Esta hipótesis pierde validez cuando se consideran períodos más largos de tiempo, como el uso del suelo como acumulador estacional. Este modelo es aplicado al caso de los ductos enterrados de la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional de La Pampa. Para las condiciones de temperatura externa y temperatura de suelo del período de medición el aporte energético de los ductos es reducido, siendo interesante su efecto sobre las renovaciones de aire. Mediciones de verano serían útiles a efectos de estudiar el comportamiento de los ductos en otras condiciones climáticas. El programa obtenido resulta ser una adecuada herramienta de diseño que permite obtener las dimensiones y características óptimas de trabajo de los ductos, que a efectos de implementarse en la práctica, debe conjugarse con un análisis económico debido al compromiso que existe entre ambos. En una etapa posterior, se introducirá este módulo de intercambiadores tierra-aire en el programa SIMEDIF.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece la colaboración de los Lic. Alejandro Hernández, Nahuel Salvo y la Arq. Celina Filippín por las mediciones realizadas en los ductos enterrados.

REFERENCIAS

- Carlslaw, H.S. y Jaeger, J.C. (1959). *Conduction of Heat in Solids*, Clarendon Press, London.
- Chen, B., Wang, T., Maloney, J., y Newman, M. (1983). Measured and predicted cooling performance of earth contact cooling tubes. *Proceedings*, ASES 1983 Annual Meeting, Minneapolis.
- Erbs, D., Klein, S., y Beckman, W. (1983). Estimation of degree-days and ambient temperature bin data from monthly average temperatures. *ASHRAE Journal*, pp.60-65.
- Filippín C. y Beascochea A. (1998). Un Edificio Solar Pasivo Para la Universidad Nacional de La Pampa. Dos años de Resultados. *Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente*, Vol. 2, N°1, Sección 3, pp. 55-58.
- Flores Larsen, S. y Lesino, G. (1999). Aplicación para la ciudad de Salta de un modelo de distribución horaria de temperatura. *Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente*, Vol. 3, N°2, pp. 11.25-11.28.
- Flores Larsen S. y Lesino G. (2000). Modelización de intercambiadores tierra-aire para acondicionamiento térmico de edificios. A ser publicado en las *Actas del 8º Congreso Latinoamericano de Transferencia de Calor y Materia (LATCYM 2001)*, Veracruz, México, Febrero de 2001.
- Gauthier C., Lacroix, M. y Bernier H. (1997). Numerical simulation of soil heat exchanger-storage systems for greenhouses. *Solar Energy* **60**, 6, pp. 333-346.
- Givoni, B. y Katz, L. (sin fecha). *Earth Temperatures and Underground Buildings*. Kiryat Sede Boqer, Israel: Blaustein Institute for Desert Research, Ben-Gurion University of the Negev, pp.30.
- Hernández A., Flores Larsen, S., Salvo N. y Lesino G. (1999). Simulación no estacionaria mediante SIMEDIF del ala oeste del edificio de Agronomía de la Universidad Nacional de La Pampa. *Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente*, Vol. 3, N°2, pp. 8.113-8.116.
- Kusuda, T. (1968). *Least Squares Analysis of Annual Earth Temperature Cycles for Selected Stations in the United States*. Report N° 9493, Gaithersburg, MD: National Bureau of Standards, pp.167.
- Labs, K. y Harrington, K. (1982). Regional Suitability of earth tempering. *Proceedings Earth Shelter Performance and Evaluation*. L. L. Boyer, ed. Stillwater, OK: Architectural Extension/Oklahoma State University, pp.41-51.
- Levit, H., Gaspar, R., y Piacentini, R. (1989). Simulation of greenhouse microclimate by earth-tube heat exchangers. *Agricultural and Forest Meteorology*, Vol. 47, pp. 31-47.
- Mihalakakou, G., Santamouris, M., y Asimakopoulos, D. (1994). Modelling the thermal performance of earth-to-air heat exchangers. *Solar Energy*, **53**, Nro.3, pp. 301-305.
- Patankar, S.V. (1980). *Numerical Heat Transfer and Fluid Flow*. Hemisphere Publishing Corporation, USA.
- Santamouris, M., y Lefas, C.C. (1986). Thermal analysis and computer control of hybrid greenhouse with subsurface heat storage. *Energy in Agriculture*, Vol. 5, pp. 161-173.
- Seroa da Motta, A., y Young, A. (1985). The predicted performance of buried pipe cooling system for hot humid climates. *Proceedings, INTERSOL '85*, pp. 759-770.
- Van Wijk, W.R. y Derksen, W.J. (1966). Sinusoidal temperature variation in a layered soil. Chapter 6 en *Physics of Plant Environment*. W.R. van Wijk, ed., Amsterdam: North-Holland Publishing Co., pp. 102-143.

ABSTRACT

Earth-to-air heat exchangers consist of underground pipes and an air system which forces the air through the pipes and eventually mixes it with the indoor air of the building. Earth-to-air heat exchangers are used in Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional de La Pampa for office air conditioning and ventilation. The objective of this work is to predict with a validated model the duct behaviour by using a Fourier series development for soil and ambient temperatures. A set of calculated data is compared with a set of measured data and both are found to be in very good agreement. The next step is the addition of a new module for air-to-earth heat exchangers simulation in SIMEDIF 2000, a building thermal behaviour simulation code.