

# ANÁLISIS TÉCNICO Y ECONÓMICO PARA ACONDICIONAR HIGROTÉRMICAMENTE UNA PISCINA Y SELECCIONAR LA CUBIERTA MOSTRANDO LA INCIDENCIA EN LOS COSTOS DEL APROVECHAMIENTO DE LA ENERGÍA SOLAR

G.E. Gonzalo - J.C. Casado

Instituto de Acondicionamiento Ambiental -F.A.U.-U.N.T-Av. Roca 1900 -4000 San Miguel de Tucumán - ARGENTINA - Tel: 54-081-364093 - EMAIL:POSTMASTER@UNTMRE.EDU.AR

## RESUMEN

Se presenta un análisis técnico-económico correspondiente a la etapa de factibilidad, para acondicionar higrotérmicamente la piscina perteneciente a la Escuela de Educación Física de la UNT (EUDEF) en San Miguel de Tucumán, proyecto realizado por los Arquitectos G.E.Gonzalo, S.L.Ledesma, V.Nota y C.Martínez del IAA-FAU-UNT, con la finalidad de valorar la incidencia en los costos de dos variables: Tipo de cubierta y equipamiento para aprovechar la energía solar.

Se trabajó con tres alternativas de solución para la cubierta, con dos tipos de materiales: chapas de Policarbonato alveolar y lona plastificada. Las cotizaciones de los tipos de cubiertas y los equipos fueron solicitadas a proveedores del medio (Tucumán y Bs.As.). Los resultados obtenidos permitieron seleccionar el anteproyecto más idóneo para obtener el menor costo y el máximo de aprovechamiento energético solar, disminuyendo el consumo de energía convencional en un 94% para acondicionar el ambiente y en un 12,46% para acondicionar el agua de la piscina.

## INTRODUCCIÓN

El Ingeniero y el Arquitecto cuentan con varios métodos para dar con la solución más apropiada para un proyecto. A nivel de análisis de factibilidad, las variables más representativas son las técnicas y las económicas, que posteriormente se ven complementadas con la opinión del cliente, su análisis subjetivo, cuestiones político-institucionales, etc. Todos estos elementos hacen que la solución final no pueda ser abordada a nivel de factibilidad. Aún así se muestran las ventajas económicas del ahorro energético aprovechando la energía solar, frente a tres tipos de cubiertas propuestas por el solicitante: cerramiento telescópico de aluminio y chapas de policarbonato alveolar, cerramiento fijo de aluminio con chapas de policarbonato alveolar, y cerramiento con lona plastificada inflable. Según los efectos térmicos y de aprovechamiento energético, se distinguen dos materiales: lona inflable y policarbonato alveolar.

En primera instancia, los usos habituales para aclimatar piscinas indican que se puede: A) Calefaccionar el agua de la piscina sin cubrir la misma. Con esto se prolonga el uso del natatorio más allá de la temporada normal que, según las latitudes, puede extenderse durante todo el año; B) Calefaccionar el agua de la piscina y cerrarla con una cubierta, aclimatando el ambiente interior. De esta manera se garantiza el uso de la piscina durante todo el año, cualquiera sea la situación climática externa. En este trabajo se analiza la situación B) por el tipo de práctica a realizar y las temperaturas mínimas que se registran en la temporada invernal.

El estudio efectuado es observacional descriptivo. Las variables que se analizan son: costos de equipos y de cerramientos, y tipos de materiales de los cerramientos según ahorro energético.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Para efectuar el análisis técnico de las propuestas se efectuó un balance energético aproximado, tomando las situaciones térmicas más desfavorables. Se utiliza la ecuación de Czarnecki (1) para valorar el uso de cerramiento para la piscina mediante el cálculo de pérdida energética al ambiente en temporada invernal (Tabla 2), donde también se incluye el resultado del cálculo de las pérdidas de cada tipo de cubierta. (Ver tabla 1 de constantes físicas). La radiación solar incidente se calcula con el programa computarizado RADIA95. Se predimensionaron los colectores solares según García Badel, indicándose los resultados en el gráfico 1 de disposición de la instalación. Se predimensionan los calefactores según el balance energético de tabla 3.

Para el aspecto económico se compara el costo de los cerramientos, de los equipos para calentamiento de agua y aire del ambiente, de las construcciones a efectuar para cada alternativa y el costo de los colectores solares. En un cuadro de resumen se muestra el costo de las tres alternativas analizadas y los porcentuales de incidencia de cada una de ellas (tabla 4).

## RESULTADOS

**TABLA 1**

CONSTANTES FÍSICAS CONSIDERADAS			
PILETA :	Largo		20.00 m
	Ancho		7.80 m
	Profundidad		1.10 m
	Volumen		171.60 m <sup>3</sup>
	Área de la superficie expuesta	( A ) :	156.00 m <sup>2</sup>
AMBIENTE:	Temperatura del agua	(Tw) :	29 °C
	Largo		25.20 m
	Ancho		10.40 m
	Altura		2.50 m
EXTERIOR:	Área en planta	(As) :	458.70 m <sup>2</sup>
	Temperatura ambiente	(Ta) :	27 °C
	Temperatura exterior	( Te ) :	10 °C
	Radiación a Ta (según Blis)	( R ) :	79 W.m <sup>-2</sup>
	Coef. de emisión por convección (v=5 Km por hora)	( H ) :	4.4
CUBIERTA:	Coef. trans. térmica policarbonato 8-10 mm	:	3.1 W.m <sup>-2</sup> .°C <sup>-1</sup>
	Coef. trans. térmica lona plastificada	:	4.3 W.m <sup>-2</sup> .°C <sup>-1</sup>

**TABLA 2**

PERDIDAS ENERGÉTICAS		
SITUACIÓN	TIPO	PERDIDA (w)
DEL AGUA AL AMBIENTE (1)	SIN CUBIERTA	102 688
	CON CUBIERTA	23 752
DE LA CUBIERTA AL EXTERIOR	CON POLICARBONATO	28 440
	CON LONA INFLABLE	39 449

(1) Ecuación de Czarnecki:  $Q = A (0,9R + 5,68(Tw - Ta) + H(Tw - Ta) + 1612.H.(Pw - Pa))$   
donde  $Pw - Pa =$  diferencias de presiones de saturación y de vapor = 0

**TABLA 3**

BALANCE ENERGÉTICO CON CERRAMIENTO (W)				
SITUACIÓN		PERDIDAS	GANANCIAS MINIMAS	APORTE DE ENE. CONV.
DEL AGUA		AMB. 23 752	COL. 2 960 (12.46)	20 792 (87.54)
AMBIENTE AL EXT.	POLIC.	28 440	26 754 (94.07)	1 694 (5.93)
	LONA	39 449	19 110 (48.44)	20 339 (51.56)

TABLA 4

RESUMEN DE COSTOS SEGÚN EL CERRAMIENTO CONSIDERANDO APROVECHAMIENTO DE LA ENERGÍA SOLAR		
ÍTEM	COSTO PARCIAL(\$)	COSTO TOTAL (\$)
CERRAM. TELESCÓPICO	110 074 (84.85)	129 731 (100)
SIST. E INSTALAC.	15 157 (11.68)	
COLECTOR SOLAR	4 500 ( 3.47)	
CERRAM. LONA	65 000 (76.78)	84 657 (100)
SIST. E INSTALAC.	15 157 (17.90)	
COLECTOR SOLAR	4 500 ( 5.32)	
CERRAM. ALUM. POLIC.	26 000 (56.94)	45 657 (100)
SISTEM E INSTAL.	15 157 (33.20)	
COLECT. SOLAR	4 500 ( 9.86)	

**DISCUSIÓN:**

La comparación de los valores indicada en la tabla 2, justifica el hecho de adoptar una cubierta para la piscina, ya que sin ella se cuadruplican las pérdidas de energía del agua del natatorio.

Puesto que éste es un trabajo para determinar materiales y alternativas de solución técnica y económica para el cerramiento de la piscina, el análisis de los resultados muestra que la alternativa más económica es la propuesta con elementos fijos de aluminio y chapas de policarbonato (tabla 4), donde se muestra que la incidencia en los costos del calentamiento de agua con colectores es apenas del 9,86% mientras que el aprovechamiento energético es del 12.46% (tabla 3).

Del balance energético, la menor diferencia de pérdidas del agua al ambiente y del ambiente exterior, la produce el policarbonato con 4 688 W, frente a los 15 697 W que se necesitaría con lona inflable. Por otra parte, la alternativa permite el aprovechamiento de la energía solar incidente a través del techo para aclimatar el ambiente, disminuyendo el funcionamiento de los calventores, con la posibilidad de anularlos. La ganancia de energía solar, en este caso, disminuye las pérdidas del ambiente al exterior en un 94,07% , frente a los 48,44% usando lona inflable. De aquí la posibilidad de la casi nulidad del uso de calventores, más aún si consideramos al sistema como un invernadero.

También es posible, mediante la disposición de los colectores solares, disminuir el consumo de energía para calentamiento del agua en un porcentaje del 12,46%. El rendimiento de la piscina sin el cerramiento aumenta si se trata la superficie con pinturas de color oscuro, permitiendo aprovechar hasta un 80% la radiación incidente para calentar el agua. Pero esto no es lo indicado para el presente caso en razón al uso y la sensación de higiene que se requiere. Sí es posible aplicar colores oscuros para aprovechar la radiación solar en el caso de estanques rurales, o en otras aplicaciones.

Se admite del análisis anterior que es válido continuar el análisis con más detalle de la alternativa que presenta paños fijos de aluminio con chapas de policarbonato para la cubierta de la piscina.

**BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA**

- G.E. Gonzalo y colaboradores -Informe de asesoramiento a la EUDEF-UNT- FAU-Tucumán Noviembre 1995.

- Manrique, J.A., Energía Solar, Harla Harper y Row Latinoamericana, México, 1984.
- Portillo, P., Energía Solar, Ed. Pirámide, Madrid, 1985.
- Atrium, Enciclopedia de la Plomería, Tomo 4, Energía Solar, Sánchez Teruelo Ed., Barcelona, 1993.
- García Badell, J.J. - Cálculo de la Energía Solar - Inst. Nac. de Tecnologías Agrarias - Madrid- España- 1983

## AGRADECIMIENTOS

Se agradece a las empresas que facilitaron los presupuestos solicitados para el análisis de costos:- Abrisciel SA (Bs. As) -Baccioadone (Bs.As) -Metalum SRL (Tuc) -Carbie SRL (Bs.As.) - Esimet SRL (Bs.As.) -Piletas (Tuc)

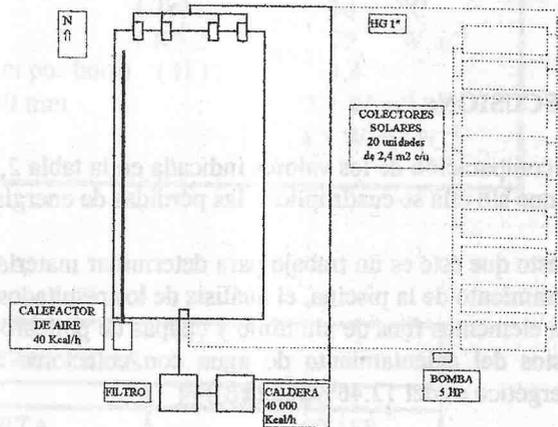
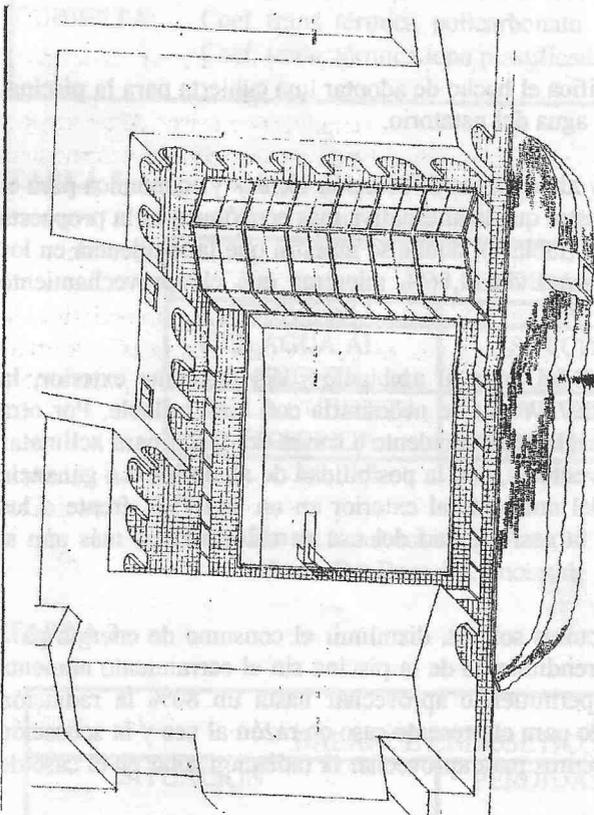
**FUENTE DE FINANCIAMIENTO :** CONICET ( ARGENTINA ) - CIUNT ( UNT- TUCUMÁN)

**TEMA :** USO RACIONAL DE LA ENERGÍA

**LUGAR Y FECHA :** San Miguel de Tucumán , Julio 30 de 1996 - Argentina

**PERSPECTIVA:** Muestra la forma del proyecto terminado bajo la propuesta efectuada con el estructura de aluminio fijo con chapas de policarbonato.

**ESQUEMA:** Muestra la disposición del equipamiento necesario para el calentamiento del agua y el ambiente.



LA PROPUESTA INTEGRAL CONTEMPLA EL CALENTAMIENTO DE AGUA MEDIANTE UNA CALDERA CON INTERMEDIARIO INCLUIDO, PREVIO FILTRADO.

OTRO CIRCUITO SEPARADO CALIENTA EL AGUA MEDIANTE COLECTORES SOLARES, CON SU EQUIPO DE BOMBEO PARTICULAR.

PARA LA CALEFACCION DEL AIRE CONTENIDO DENTRO DE LA ENVOLVENTE DE LA PILETA SE UTILIZA UN CALOVENTILADOR A GAS, CON CAÑERÍAS DE DISTRIBUCION DEL AIRE CALIENTE.