

MÓDULO EXPERIMENTAL PARA EL DISEÑO DE SISTEMAS SOLARES PASIVOS

Arq. Juan C. Costoya, J.F. Aguirre, H. Gross, J.M. Ortiz, S. Holm, J. Bustos, J. Marengo, C. Kubar, G. Barrios, D. Gonzalez, E. Balkevicius, G. Cid, D. Ipata, A. de Lucía, D. González

INSTITUTO SUPERIOR DE FORMACIÓN TÉCNICA NRO.188
Pueyrredón 715 (1748) General Rodríguez (Bs.As.)
Teléfono (037)850707 - Email: isfi188@netdata.com.ar

RESUMEN

El presente trabajo consiste en desarrollar y ejecutar un proyecto que tenga la incorporación de criterios constructivos Bioambientales cuyo objetivo general es evaluar el ahorro energético en función de la envolvente y la aplicación de una metodología de cálculo para un diseño solar pasivo, para lo cual se desarrolló una programación de mediciones sistemáticas de las temperaturas superficiales, temperaturas del aire, flujos de calor y energías consumidas para mantener el grado de confort en el interior del módulo.

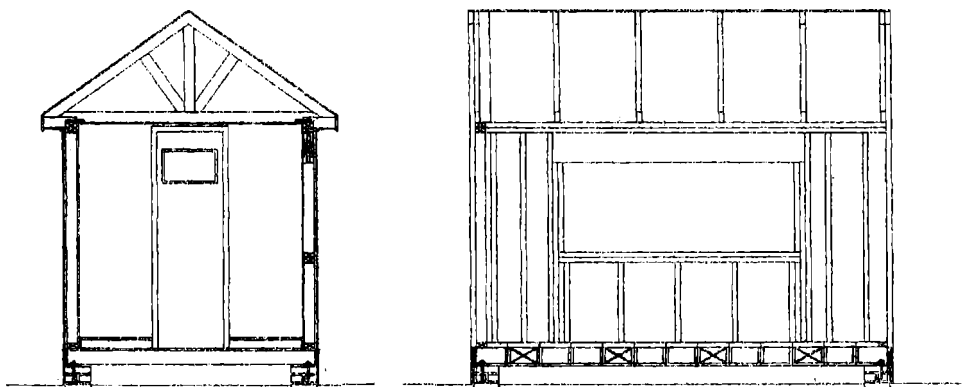
En el análisis de este trabajo se busco relacionando el valor "G" del balance térmico de la envolvente con la energía consumida y las temperaturas exteriores colocando los valores obtenidos en una función lineal que nos permita cuantificar el ahorro energético. Y de esta forma se puede confeccionar o estipular la relación costo - beneficio.

INTRODUCCION:

Al surgir el requerimiento de optimizar los criterios constructivos Bioambientales se planteo la necesidad de evaluar el consumo de energía, mejorando aislaciones en los cerramientos opacos, optimizando los rendimientos de estanqueidad de los cerramientos vidriados y por consecuencia lógica disminuyendo la transmitancia térmica de la envolvente.

Para tal fin se ha desarrollado en forma total y parcialmente las siguientes etapas: selección, clasificación y graficación de la información para los fines preestablecidos, mantenimiento y evaluación de los datos obtenidos, calculo de la amortización y de su rendimiento, búsqueda de modelos matemáticos que reflejen los resultados y finalmente la programación de los modelos matemáticos en ordenador.

DESCRIPCION DEL MODULO:



El prototipo utilizado en esta propuesta esta compuesto por un modulo tridimensional en madera racionalizada e industrializada de ejecución en seco en una superficie cubierta de 12 m2.

Los cerramientos exteriores del sistema constructivo están constituidos por grandes paneles de dimensiones variables. El espesor total del panel es de 0.10 m y esta constituido por una terminación exterior en tirantillo de madera de un espesor de 3/4", Tableros fenólicos también de un espesor de 3/4", lana de vidrio como elemento aislante en su parte media y por ultimo como terminación interior un panel de roca de yeso.

La estructura está formada por parantes de madera, tanto para los muros exteriores como para los interiores.

El techo está compuesto por cabriadas y placas fenólicas con terminación de tejas de fibrocemento.

Tanto los muros exteriores como el cielorraso bajo cubierta llevan un film de poliestireno como barrera de vapor y lana de vidrio como aislación térmico.

El entretecho está diseñado como ático frío armado en madera (espacio tapón), que al asegurarle una adecuada ventilación impide estratificaciones de aire en verano y evita perdidas de calor en invierno.

Las bases de diseño del modulo se establecen en el contexto de un sistema funcional que respete las normas generales constructivas, en condiciones de habitabilidad y características térmicas conservativas.

En el proyecto se parte de un producto tecnológico determinado y, mediante un análisis sistemático, se determina el marco referencial de su creación, la necesidad que se propuso satisfacer, y el impacto que se obtendrá.

Como en todo proyecto de vivienda racional desde el punto de vista energético, se acumuló información acerca del clima donde se realizó la implantación, y también acerca de los materiales y procedimientos, a los efectos de escoger cuáles serían los mejores para cumplir con las exigencias de las experimentaciones a realizar

ELEMENTOS CONSTITUTIVOS DEL PANEL

Haciendo un corte transversal del tabique encontraremos los siguientes elementos vistos de adentro hacia afuera:
Placas de roca de yeso de 12.7 mm de espesor como paramento interior
Film de poliestireno de 100 micrones que cumple la función de barrera de vapor.
Planchas de lana de vidrio de 5 cm de espesor y 20 kg/m3 de peso específico ubicada entre los parantes verticales
Placa de multilaminado de 12 mm de espesor fijado a los parantes mediante clavos galvanizados.
Membrana impermeable de alta resistencia
En caso de utilizar terminaciones en revoques se fijara alambre galvanizado romboidal para recibir dicha terminación.

El sistema de pisos esta compuesto por un conjunto de viguetas, separadas entre sí a una distancia de 40 cm que descansan sobre las vigas principales y los muros portantes perimetrales.

Las placas multilaminadas fenólicas de un espesor de 19 mm, irán pegadas y clavadas a las viguetas.

El aislamiento térmico será en lana de vidrio con papel kraft de un espesor de 15 cm y 20 kg/m3 de peso específico, que será colocado entre las viguetas.

El techo está conformado estructuralmente por un conjunto de cabriadas separadas entre sí por una modulación mínima de 40 cm y un máximo de 60 cm dependiendo de las cargas a las cuales esté sometido.

El cielorraso está compuesto por placas de roca de yeso de un espesor de 9.5 mm aplicados al travesaño inferior de la cabriada mediante listones de madera de 45 mm x 90 mm.

Por sobre el cielorraso de roca de yeso se coloca un aislamiento térmico de lana de vidrio con papel kraft de un espesor de 30 mm y un peso específico de 20 kg/m3.

Todas las cajas de la instalación eléctrica, tanto para los tomas como los interruptores de luz, telefonía se fijarán sobre los parantes.

DESARROLLO:

En el modulo descrito se mide las temperaturas superficiales de paredes, techos, pisos y ventanas la temperatura ambiental del modulo se mide en tres niveles distintos para poder definir capas de estratificaciones y la temperatura global del ambiente, humedades relativas interiores, el flujo de calor a través de paredes, pisos y techos. Se calcula y se mide la cantidad de energia consumida en calefacción para mantener los parámetros de confort.

Con estos datos se puede determinar la potencia promedio horario, estimar el consumo de energia respecto a la temperatura exterior y al coeficiente volumétrico.

TABLA DE MEDICIONES PROMEDIOS

Hora	Temperatura interior promedio	Temperatura exterior	Potencia
12	18	12	18
18	20	18	-3
24	19	12	10
30	18	10	11
36	19	23	5

ANALISIS:

Al plantear la ecuación del balance térmico se consideraron las pérdidas por infiltración despreciables ya que tanto las ventanas como las puertas se las consideraron burleteadas.

Por lo tanto la expresión de la potencia consumida es igual a la sumatoria de las transmitancia térmica de las paredes, pisos, techos, ventanas por sus respectivas orientaciones y por la diferencia de temperaturas entre el exterior y el interior.

Reagrupando los valores considerados y tomando factores de atenuación por un lado entre las temperaturas de aire exterior y temperaturas del aire de locales contiguos y por otro entre la temperatura del aire exterior y la temperatura de la tierra.

Por lo tanto la potencia consumida es una función lineal de la temperatura ambiente exterior.

$$W = (n) - (m) \times T \text{ aire-ext.}$$

JUSTIFICACION:

El balance térmico se puede plantear con la siguiente ecuación:

$$W = K_{pa1} \times (\text{Sup. Este} + \text{Sup. Norte}) \times (T_{ai} - T_{ae}) + K_{pa2} \times (\text{Sup. Sur} + \text{sup. Oeste}) \times (T_{ai} - T_{ae1}) + K_{pi} \times \text{Sup del piso} \times (T_{ai} - T_{ae}) + K_{te} \times \text{sup. Del techo} + K_v \times \text{Sup. Ventanas} \times (T_{ai} - T_{ae}) + K_{pu} \times \text{Sup puertas} \times (T_{ai} - T_{aei}).$$

Según se detalla

W = Potencia consumida.

K_{pa1}, K_{pa2}, K_{pi}, K_{pv}, K_{te}, K_{pu} = transmitancia térmica de cada elemento según el sub índice, T_{ai} = Temperatura del aire interior.

T_{aei} = Temperatura del aire en el local contiguo, T_{ae} = Temperatura del aire exterior y T_t = Temperatura del terreno.

Reagrupando se obtiene:

$$W = (K_{pa1} \times (\text{Sup. Este} + \text{Sup. Norte}) + K_{te} \times \text{Ste} + K_v \times \text{Sv}) \times (T_{ai} - T_{ae}) + (K_{pa2} \times (\text{sup. Sur} + \text{Sup. Oeste}) + K_{pu} \times \text{Sup de la puerta}) \times T_{ai} - T_{ae} + K_{pi} \times \text{Sup del piso} \times (T_{ai} - T_t).$$

Si se considera que la temperatura del terreno o de un ambiente adyacente es una función de la temperatura del aire exterior se puede definir los factores de atenuación $\alpha = T_{aei} / T_{ae}$ y $\beta = T_t / T_{ae}$.

Si expresamos la formula que reagrupamos en función de la temperatura exterior y el coeficiente de atenuación se obtiene:

$$W = (a + b + c) \times T_{ai} - (a + \alpha \times b + \beta \times c) \times T_{ae}.$$

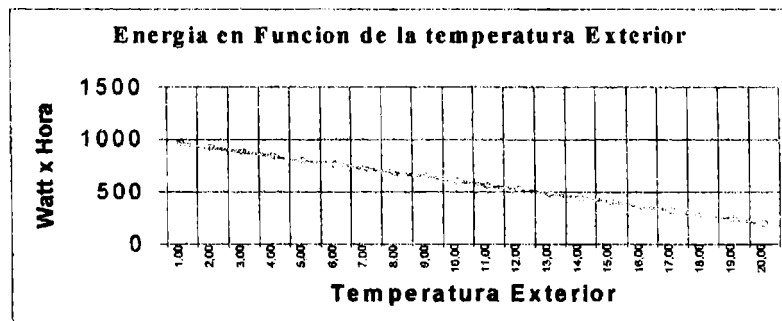
$$n = (a + b + c) \times T_{ai}. \quad m = (a + \alpha \times b + \beta \times c) \times T_{ae}.$$

Nos queda por lo tanto que $W = (n) - (m) \times T \text{ aire-ext.}$

Con las mediciones del flujo de calor y las temperaturas superficiales se pudo determinar la conductancia del elemento constructivo.

La sensación térmica no influyo ya que las velocidades de viento promedio registrados no fueron relevantes para su estudio en particular.

GRAFICO DE CORRELACION LINEAL ENTRE LA ENERGIA Y LA TEMPERATURA EXTERIOR



CONCLUSIONES:

De todas las mediciones efectuadas se obtuvo un valor "G" del balance térmico de la envolvente, como también el consumo energético correspondiente. Esto permitió una correlación costo - beneficio entre el consumo y el grado de aislación utilizada. Para este trabajo se tomo como costo por metro cuadrado de mejoramiento energético en \$ 2,81 como así también el costo del kWh en \$ 0.115. El coeficiente Volumétrico G de pérdida de calor es la energía térmica que pierde un local calefaccionado por unidad de volumen, unidad de tiempo y unidad de diferencia de temperatura, en régimen estacionario, que deberá suplir el sistema de calefacción para mantener constante la temperatura interna del local y se mide en Watt por metro cubico grado Centígrado.

Cuadro correlación costo – beneficio para 0 Grado.

Tema exterior	"G"	Consumo	Gastos	Observaciones
C°	W/m ³ h	W h	En \$	
0	3.09	980	0.112 horario 2.688 diario	El ahorro por día representa \$ 1,821 con una inversión de \$31,81 Hay un retorno de la inversión de 17 días

Cuadro correlación costo – beneficio para 10 Grado.

Temp. exterior	"G"	Consumo	Gastos	Observaciones
C°	W/m ³ h	W h	En \$	
10	3.09	580	0.066 horario 1.591 diario	El ahorro por día representa \$ 0,996 con una inversión de \$31,81. Hay un retorno de la inversión de 32 días

PROCEDIMIENTO DE CALCULO DE COSTO POR M2 DE MEJORAMIENTO ENERGETICO.

Se determina cual sería el costo si la temperatura exterior se mantuviese constante e igual a 0° C y 10°C.

En función de esto se estimaron los retornos de la inversión, considerando el costo del aislamiento térmico por superficie instalada y este valor se lo divide por el ahorro diario de energía alcanzada por cada alternativa en particular.

Este trabajo presenta una primera etapa de investigación, que se continuara a través de mediciones a realizar incorporando al módulo ya descrito elementos constructivos de características Bioambientales pasivos.

Esto nos permitirá evaluar consumos energéticos y rendimientos del uso de instalaciones termomecánicas en una vivienda.

REFERENCIAS:

Boletines meteorológicos de Fuerza Aérea Argentina.

Norma IRAM 11625.

Norma IRAM 11604.

Norma IRAM 11605.

Norma IRAM 11601.

Calculo del área de colector solares planos(Método "f – chart") de Alfredo Rapallini.

Determinación de la transmitancia térmica de A. Quintana y V. Volantino.

Acondicionamiento térmico de edificios norma 11603.

La radiación solar conversiones térmica y sus aplicaciones de J. Aguilar.

Bases para el diseño solar pasivo Instituto Eduardo Torroja de la construcción y cemento.

Equipo de Ahorro de energía en la edificación. Dirección y Coordinación Arturo García Arroyo.

Diagrama psicrometrico.

Monograma de Olgay.

Monograma bioclimático de Givoni.

Diagramas estereográficos.

Gráficos de isoterms.

Gráfico relación confort – amplitud térmica.

Tablas y diagramas de radiación solar.

Gráficos de factor de luz diurna.