

Comunicaciones Científicas y Tecnológicas Anuales 2019

Docencia
Investigación
Extensión
Gestión



DOCENCIA
INVESTIGACIÓN
EXTENSIÓN
GESTIÓN

Comisión evaluadora

Dirección General

Decano de la Facultad
de Arquitectura y Urbanismo

Dirección Ejecutiva

Secretaría de Investigación

Comité Organizador

Herminia ALÍAS
Andrea BENÍTEZ
Anna LANCELLE
Patricia MARIÑO

Coordinación editorial y Compilación

Secretaría de Investigación

Diseño y Diagramación

Marcelo BENÍTEZ

Corrección de texto

María Cecilia VALENZUELA

Colaboración

Lucrecia SELUY
Cecilia DE LUCCHI

Edición

Facultad de Arquitectura y Urbanismo
Universidad Nacional del Nordeste
(H3500CO)Av. Las Heras 727 •
Resistencia • Chaco • Argentina
Web site: <http://arq.unne.edu.ar>

Mg. Arq. María Teresa ALARCÓN • Dr. Lic. Jorge ALBERTO • Mg. Lic. María Teresa ALCALÁ • Mg. Ing. Gisela ALVAREZ Y ALVAREZ • Arq. Abel AMBROSETTI • Esp. Ing. Guillermo ARCE • Arq. Julio ARROYO • Dra. Lic. Teresa Laura ARTIEDA • Mg. Prof. Milena María BALBI • Ing. Indiana BASTERRA • Prof. Esp. Claudia Virginia BENEYTO • Esp. Gladys Susana BLAZICH • Dr. Lic. Walter Fernando BRITES • Arq. César BRUSCHINI • Arq. René CANESE • Dra. Cra. Mónica Inés CESANA BERNASCONI • Dr. Arq. Rubén Osvaldo CHIAPPERO • Ing. Enrique CHIAPPINI • Dr. Arq. Mauro CHIARELLA • Lic. Susana COLAZO • Dr. Ing. Mario E. DE BÓRTOLI • Mg. Patricia DELGADO • Dra. Patricia Belén DEMUTH MERCADO • Dr. Arq. Juan Carlos ETULAIN • Mg. Lic. Claudia FINKELSTEIN • Dra. Lic. María del Socorro FOIO • Mg. Arq. Pablo Martín FUSCO • Dra. Arq. Graciela Cecilia GAYETZKY de KUNA • Dra. Arq. Claudia Fernanda GÓMEZ LÓPEZ • Dra. Lic. Elcira Claudia GUILLÉN • Mg. Arq. Delia KLEES • Arq. David KULLOCK • Mg. Lic. Amalia LUCCA • Mg. Lic. Elena Silvia MAIDANA • Dra. Lic. Sonia Itatí MARIÑO • Dr. Arq. Fernando MARTÍNEZ NESPRAL • Dr. Prof. Aníbal Marcelo MIGNONE • Dra. Lic. María del Rosario MILLÁN • Mg. Arq. Daniela Beatriz MORENO • Dr. Arq. Martín MOTTA • Dr. Ing. Bruno NATALINI • Dr. Lic. Claudio NÚÑEZ • Mg. Prof. Patricia NÚÑEZ • Arq. Susana ODENA • Mg. Lic. Mariana OJEDA • Dra. Lic. María Mercedes ORAISÓN • Mg. Lic. Silvia ORMAECHEA • Mg. Lic. María Isabel ORTIZ • Mg. Arq. Jorge PINO BAEZ • Mg. Prof. Nidia PIÑEYRO • Dra. Lic. Ana Rosa PRATESI • Lic. María Gabriela QUIÑÓNEZ • Dra. Lic. Lilliana RAMÍREZ • Mg. María Ester RESOAGLI • Mg. Lic. Laura Lilliana ROSSO • Dr. Arq. Mario SABUGO • Mg. Arq. Lorena SÁNCHEZ • Dra. Lic. María del Mar SOLÍS CARNICER • Mg. Arq. Luciana SUDAR KLAPPENBACH • Mg. Arq. Brian A. THOMSON • Dr. Ing. Luis VERA.

ISSN 1666-4035

Reservados todos los derechos. Impreso en Vía Net, Resistencia, Chaco, Argentina. Octubre de 2020.

La información contenida en este volumen es absoluta responsabilidad de cada uno de los autores.

Quedan autorizadas las citas y la reproducción de la información contenida en el presente volumen con el expreso requerimiento de la mención de la fuente.



RECURSOS PARA REHABILITACIÓN TÉRMICA DE MUROS DE EDIFICIOS EXISTENTES COMO POTENCIALES DE AHORRO ENERGÉTICO

Milagros M. MALGOR;
Herminia M. ALÍAS
milamalgor@gmail.com

Estudiante de grado. Becaria de Investigación. Cátedra Estructuras II (FAU-UNNE).
Profesora adjunta. Cátedras Introducción a las Estructuras y Estructuras II (FAU-UNNE). Directora de beca de investigación.

RESUMEN

El presente trabajo analiza algunas posibilidades técnico-constructivas para la rehabilitación higrotérmica de muros que forman la envolvente externa de edificios existentes, implantados en la ciudad de Corrientes. Se consideran especialmente los sistemas de aislación térmica exterior e interior (SATE-SATI). Se busca desarrollar tipologías de diseño tecnológico que se verifiquen como más adecuadas frente al clima regional (y el microclima de la ciudad de Corrientes en particular), según principios de eficiencia energética y sustentabilidad en la edificación, considerando además su adecuación a la región en relación con los recursos disponibles y los costos económicos.

PALABRAS CLAVE

Edificios existentes; muros; rehabilitación térmico-energética.

OBJETIVOS

- Plantear pautas y alternativas tipológicas de diseño tecnológico para la rehabilitación energética de muros exteriores de edificios-caso existentes en la ciudad de Corrientes (uno de los principales centros urbanos del NEA), destinados a vivienda, educación y oficinas, que se verifiquen como más adecuadas frente al clima regional (y de la ciudad de Corrientes en particular), según principios de eficiencia energética y de sustentabilidad en la edificación.
- Determinar una valoración económica para las propuestas que se planteen, así como una valoración respecto de los potenciales de ahorro energético para climatización asociado a dichas propuestas.

INTRODUCCIÓN

Se parte de la siguiente hipótesis: los materiales de construcción, sistemas y recursos constructivos actualmente utilizados para la ejecución de los muros de edificios construidos en la ciudad de Corrientes pueden ser complementados, o incluso reemplazados,

por otros materiales, tecnologías y/o dispositivos y recursos constructivos disponibles local y regionalmente, que contribuyan a lograr una mejora de la eficiencia energética de dichos edificios, a través de una menor demanda de energía para climatización electromecánica (ante un mejor desempeño higrotérmico). Esto lograría potenciales de ahorro energético que amorticen, en el mediano plazo, las inversiones necesarias para su implementación, así como el consumo de energía para climatización que se puede obtener a través de dicha implementación.

La finalidad de *rehabilitar higrotérmicamente* un edificio es aumentar su rendimiento y eficiencia energética; esto significa cumplir con las mismas funciones edilicias, e incluso mejorarlas, pero haciendo un menor uso de recursos, en este caso de energía eléctrica para climatización electromecánica, siendo la refrigeración el

rubro que mayor consumo de energía genera en el clima muy cálido y húmedo regional. Esta investigación retoma los aportes de otros trabajos previos realizados en el equipo de la cátedra *Estructuras II* (FAU-UNNE), como el de Mañanes y Alías (2015) y el de Yakimchuk y Alías (2014), entre otros, según los cuales las condiciones mínimas que en el plano térmico determinan gran parte de los edificios locales y regionales, a través de su diseño técnico-constructivo, no aseguran la habitabilidad en los ambientes interiores, principalmente por el uso de materiales de construcción o técnicas constructivas inadecuadas para las condiciones climáticas locales.

MATERIALES Y MÉTODOS

La mayoría de los criterios pasivos para lograr el confort térmico en un edificio se basan en la adecuada elección y estudio de la conveniente disposición de los materiales de la envolvente (muros y techos). Según Mañanes y Alías (2015), para mejorar el comportamiento térmico de los cerramientos verticales (expuestos a excesivas ganancias de calor y humedades de condensación), una de las opciones más significativas es mejorar su aislación térmica.

Si bien la resistencia térmica se determina a partir de la sumatoria de las resistencias de cada una de las capas de un muro, el diseño de la ubicación y posición del material aislante también es de gran importancia, y está determinado por la tipología edificatoria, el

uso del edificio, la normativa vigente, las patologías que lo afectan y la disponibilidad económica. De acuerdo con esta posición del material que aporta la mayor aislación a un muro, los sistemas de aislamiento pueden ser de dos tipos básicos:

- Los sistemas de aislación térmica por el exterior (SATE), que resuelven una gama amplia de patologías, como condensaciones, variaciones dimensionales del soporte original y consecuente fisuración, protección a las humedades de lluvia, renovación de fachada. Evitan la aparición de puentes térmicos de carácter geométrico y constructivo debido a que el aislamiento es continuo. Además, logran cerramientos con mayor inercia térmica, que amortiguan bruscos cambios de temperatura.

- Los sistemas de aislación térmica por el interior (SATI), que resuelven una gama de patologías más limitadas de origen higrotérmico, como condensaciones superficiales, intersticiales y sus consecuencias: eflorescencias, erosión, organismos, entre otros. Sin embargo, los costos de aplicación son menores que en los SATE y no están expuestos a las exigencias climáticas. No obstante, generan molestias a los ocupantes del edificio y eventuales desalojos.

Sobre la base de las consideraciones expuestas, se estudiaron y propusieron diferentes opciones de diseño técnico-constructivo para la rehabilitación higrotérmica de tres casos edilicios reales de estudio, a partir de la implementación de sistemas

de aislación térmica:

Caso 1: edificio educativo, con tecnología constructiva de mampostería de ladrillo común macizo en paredes exteriores.

Caso 2: edificio residencial, con tecnología constructiva de mampostería de ladrillo cerámico hueco.

Caso 3: edificio de oficinas, con tecnología constructiva de bloques de hormigón celular.

Se partió del análisis de la situación actual real, para luego diseñar y analizar una serie de alternativas para cada edificio-caso de estudio, que permitan la elección fundamentada de aquella solución constructiva más pertinente para cada uno de ellos. A cada edificio-caso se le aplican procedimientos de análisis y evaluación tanto **estáticos** (aplicación de normas vigentes de habitabilidad del IRAM: 11601 – 11603 – 11605 – 11625 – 11630 y 11659/2) como **dinámicos** (simulaciones mediante software específico: ECOTECT).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos demuestran que la aplicación de ciertos sistemas materiales y constructivos que aumentan (en mayor o menor medida) la resistencia térmica de las envolventes murarias de los edificios permiten reducir el consumo energético de cada edificio, reduciendo los puntos que aportan las mayores ganancias térmicas, así como el riesgo de ocurrencia de patologías existentes, como las humedades de condensación y sus



efectos secundarios. El caso 1, en su situación real, no se encuadra siquiera en el nivel mínimo de confort (C) en cuanto a su valor de transmitancia térmica (niveles de confort definidos en IRAM 11605), es decir que las ganancias térmicas por conducción que genera son muy altas y los valores de transmitancia superan los máximos fijados. Por otra parte, como la aislación térmica es muy baja, no se producen choques entre masas de aire a diferente temperatura, por lo que no existe riesgo de condensación, según IRAM 11625.

El caso 2, en su situación real, implica una mejora respecto del anterior en cuanto al confort térmico, ya que alcanza el nivel mínimo (C) establecido, pero sin embargo continúa determinando una situación poco favorable; por otra parte, presenta riesgo de condensación en invierno, lo que afecta el buen funcionamiento del cerramiento. El caso 3, en su situación real, alcanza el nivel medio (B). No obstante, con muy pequeñas modificaciones de materiales se podría alcanzar el nivel óptimo recomendado (A), que de ser requerido en los otros casos edilicios, implicaría una intervención de mayor tamaño, complejidad y costo.

Para determinar justificadamente aquella solución constructiva más pertinente para la rehabilitación energética de cada uno de los casos de estudio, se tuvo en cuenta una serie de factores que intervienen en el diseño de la envolvente muraria de los edificios, ya que no solo resulta im-

portante la mejora en el desempeño higrotérmico que pueda aportar una determinada solución constructiva, sino que también entran en juego cuestiones como las propias restricciones y condicionantes impuestos por los materiales que constituyen el edificio real (características físicas, mecánicas, estructurales); las restricciones surgidas de la normativa de construcción vigente (establecida por cada municipio); la superficie útil consumida (según la solución se aplique del lado exterior o interior del muro del edificio, quitando superficie útil al edificio) en relación con la funcionalidad del edificio; la posibilidad de eliminación de la humedad y de protección de la radiación solar excesiva, entre otros.

Luego de aplicar todas estas instancias y variables de análisis, la opción del aislamiento térmico por el exterior se determinó (con variantes en cada caso) como la alternativa más conveniente para las tres situaciones estudiadas, ya que permite una respuesta más integral a la problemática higrotérmica y de materialidad técnico-constructiva, así como a las posibilidades funcionales, normativas y económicas del contexto. Esta opción permitió alcanzar un nivel "medio" (B) definido por la norma IRAM 11605 para los casos 1 y 2, y un nivel "óptimo" (A) para el caso 3, según el valor de transmitancia térmica obtenido.

No obstante, una problemática que surge del estudio y aplicación de estas alternativas de rehabilitación

a casos reales es la relacionada con la normativa de construcción vigente establecida por el municipio (código de edificación), que establece los espesores mínimos de muros en función —únicamente— de consideraciones de resistencia o estabilidad, así como las condiciones en las que las construcciones pueden avanzar sobre la línea municipal, lo que condiciona la factibilidad de aplicación de algunas de las variantes de los sistemas de aislación térmica por el exterior de los muros. Otro punto de reflexión se refiere a las grandes ganancias térmicas que se obtuvieron por radiación solar directa a través de superficies vidriadas, especialmente en el caso 3 (en que este tipo de aporte supera al aporte por conducción a través de superficies opacas de muros y techos), lo que lleva a pensar en una solución de rehabilitación mediante el sistema de parasolado exterior o *brise soleil*.

Para el caso 1 se seleccionó la alternativa que presentaba una menor transmitancia térmica que las otras, a no mayores costos. Al aplicarse por el exterior permite el normal funcionamiento del edificio, muy importante por su función educativa. La madera, que se utiliza tanto para la estructura del sistema como para la terminación, es un material con mucha disponibilidad en la zona y que aporta un valor estético.

Para el caso 2 se eligió la alternativa que aporta coherencia estructural y térmica con el sustrato de base en ladrillo cerámico hueco, que logra



además una buena aislación con poco espesor y técnicas constructivas de baja complejidad. Al aplicarse por el exterior no afecta la superficie útil interior, que es importante para este tipo de edificios donde las dimensiones son acotadas.

Para el caso 3 se optó por la alternativa que permitió alcanzar el nivel A definido en IRAM 11605/96. Es un sistema de fácil aplicación que posibilita conservar la estética existente

en el edificio. Se observan disminuciones en el consumo energético por cargas térmicas por conducción del 15 % (caso 1), 25 % (caso 2) y 7 % (caso 3). Las disminuciones en el consumo energético por cargas térmicas por radiación indirecta son aún más significativas: 70 % (caso 1), 52 % (caso 2) y 43 % (caso 3). En el caso 3 las cargas por conducción son menores a las de radiación solar, ya que el edificio presenta grandes superficies vidriadas; también por

ello la disminución en el consumo no es significativa como en el caso 1 y 2. En este caso se debería aplicar, además de un sistema aislante en muros, protección en las carpinterías. En el caso 1 las cargas térmicas por fuentes internas representan un gran porcentaje, debido a la propia función del edificio, que aloja un gran flujo de personas. En el caso 2 las cargas térmicas por conducción y radiación solar indirecta son las que más inciden en el consumo edilicio.



Figura 1. Edificio- caso seleccionados. Fuente: elaboración propia



CONCLUSIÓN

Se desarrollaron alternativas de rehabilitación para cada caso. También se realizaron catálogos y fichajes de dichas alternativas, de los desempeños que determinan en el plano higrotérmico y energético, así como de sus fortalezas y debilidades desde el punto de vista de la fun-

cionalidad del edificio, la capacidad del muro existente de recibir la propuesta planteada en función de las características físico-mecánicas de sus materiales constitutivos básicos, de los costos y las limitaciones impuestas por la normativa edificatoria vigente. Esta sistematización de los datos y resultados generados

puede constituir una herramienta de consulta para tomar decisiones de diseño arquitectónico optimizado desde el punto de vista de la calidad de los ambientes interiores que generan, y más eficiente desde el punto de vista de su necesidad de consumir energía para climatización electromecánica.

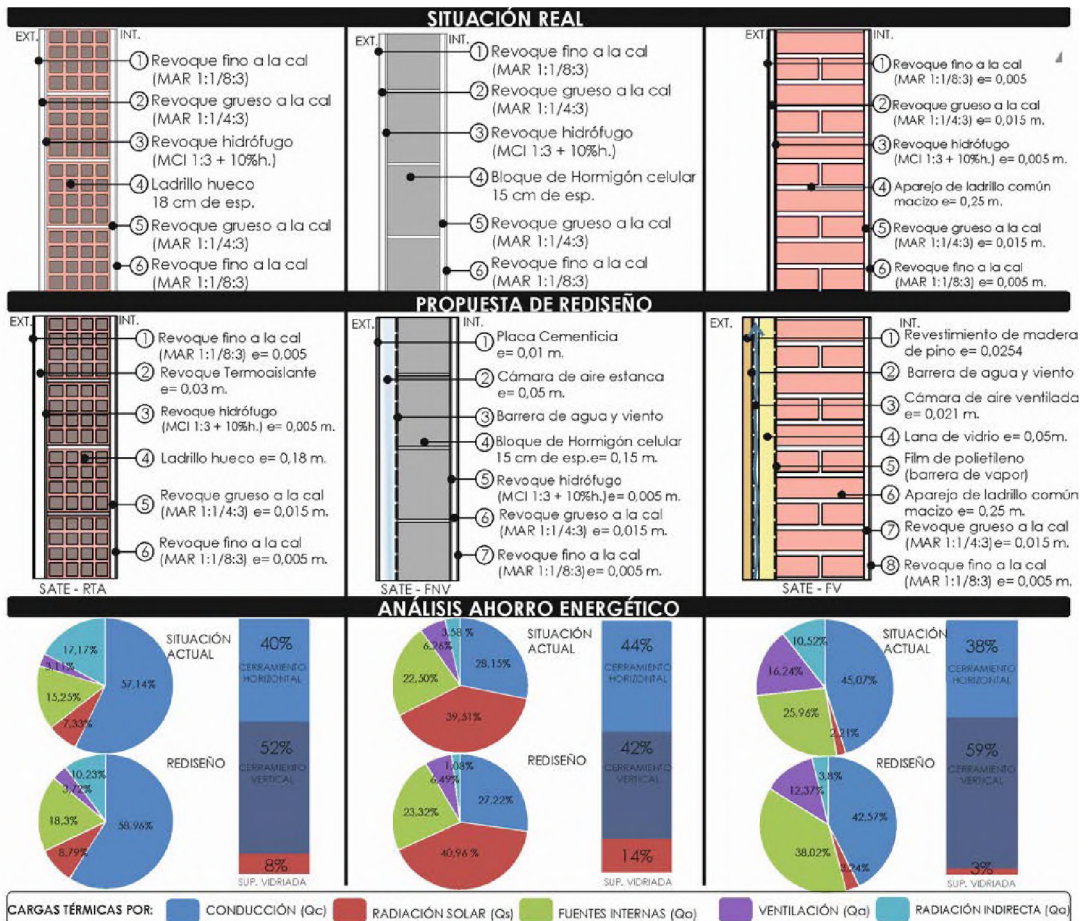


Figura 2. Características, propuestas de rediseño y ahorro energético producido en cada edificio-caso. Fuente: elaboración propia

BIBLIOGRAFÍA

GONZALO, G. E. (1990). *Uso racional de la energía. Energías no convencionales en la edificación*. Facultad de Arquitectura y Urbanismo. Universidad Nacional de Tucumán. Tucumán, Argentina.

INSTITUTO ARGENTINO DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN (IRAM). *Normas de Aislamiento térmico y acondicionamiento térmico de edificios*. N.º de publicaciones IRAM: 11601, 11603, 11605, 11625, 11630, 11659-2. Argentina: autor.

MAÑANES, A. y ALÍAS, H. M. (2014) *Sistemas de Aislación Térmica para Rehabilitación Energética de Muros de Edificios Existentes. Materiales disponibles en el NEA y Criterios de Soluciones tecnológico constructivas de aplicación*. Informe Final beca de Investigación SGCyT. Facultad de Arquitectura y Urbanismo. Universidad Nacional del Nordeste. Resistencia, Chaco, Argentina.

YAKIMCHUK, T. K., ALÍAS, H. M. y JACOBO, G. J. (2014). Planillas para calcular el ahorro de energía en refrigeración y la etiqueta de eficiencia energética de calefacción en edificios del nordeste argentino. *Acta de la XXXVII Reunión de Trabajo de la Asociación Argentina de Energías Renovables y Medio Ambiente*. Vol. 2, pp. 05.85 – 92. Argentina. 