

# Comunicaciones Científicas y Tecnológicas Anuales 2020

Docencia  
Investigación  
Extensión  
Gestión



DOCENCIA  
INVESTIGACIÓN  
EXTENSIÓN  
GESTIÓN

## PUBLICACIONES RECIENTES



[https://www.arq.unne.edu.ar/  
comunicaciones-cientificas-  
anuales/](https://www.arq.unne.edu.ar/comunicaciones-cientificas-anuales/)

ISSN 1666-4035



# Comunicaciones Científicas y Tecnológicas Anuales

2020

Docencia  
Investigación  
Extensión  
Gestión



DOCENCIA  
INVESTIGACIÓN  
EXTENSIÓN  
GESTIÓN



## Comisión evaluadora

### Dirección General

Decano de la Facultad  
de Arquitectura y Urbanismo  
Dr. Arq. Miguel A. BARRETO

### Dirección Ejecutiva

Secretaria de Investigación  
Dra. Arq. Venettia ROMAGNOLI

### Comité Organizador

Herminia ALÍAS  
Andrea BENÍTEZ  
Anna LANCELLE  
Patricia MARIÑO  
Lucrecia SELUY  
Cecilia DE LUCCHI

### Asistentes - Colaboradores:

Carlos Ariel AYALA CHABAN  
César AUGUSTO

### Coordinación editorial y compilación

Secretaria de Investigación  
Dra. Arq. Venettia ROMAGNOLI

### Diseño y Diagramación

Marcelo BENÍTEZ

### Corrección de texto

Cecilia VALENZUELA

### Edición

Facultad de Arquitectura y Urbanismo  
Universidad Nacional del Nordeste  
(H3500COI) Av. Las Heras 727.  
Resistencia. Chaco. Argentina  
Web site: <http://arq.unne.edu.ar>

María Teresa ALARCÓN / Jorge ALBERTO / María Teresa ALCALÁ / Gisela ÁLVAREZ Y ÁLVAREZ / Abel AMBROSETTI / Guillermo ARCE / Julio ARROYO / Teresa Laura ARTIEDA / Milena María BALBI / Indiana BASTERRA / Claudia Virginia BENEYTO / Gladys Susana BLAZICH / Bárbara Celeste BREA / Walter Fernando BRITES / César BRUSCHINI / René CANESE / Sylvina CASCO / Mónica Inés CESANA BERNASCONI / Daniel CHAO / Rubén Osvaldo CHIAPPERO / Enrique CHIAPPINI / Mauro CHIARELLA / Susana COLAZO / Mario E. DE BÓRTOLI / Patricia DELGADO / Patricia Belén DEMUTH MERCADO / Juan Carlos ETULAIN / Claudia FINKELSTEIN / María del Socorro FOIO / Pablo Martín FUSCO / Graciela Cecilia GAYETZKY de KUNA / Claudia Fernanda GÓMEZ LÓPEZ / Elcira Claudia GUILLÉN / David KULLOCK / Amalia LUCCA / Sonia Itatí MARIÑO / Fernando MARTÍNEZ NESPRAL / Aníbal Marcelo MIGNONE / María del Rosario MILLÁN / Daniela Beatriz MORENO / Martín MOTTA / Bruno NATALINI / Claudio NÚÑEZ / Patricia NÚÑEZ / Susana ODENA / Mariana OJEDA / María Mercedes ORAISÓN / Silvia ORMAECHEA / María Isabel ORTIZ / Jorge PINO BÁEZ / Nidia PIÑEYRO / Ana Rosa PRATESI / María Gabriela QUIÑÓNEZ / Liliana RAMIREZ / María Ester RESOAGLI / Laura Liliana ROSSO / Mario SABUGO / Lorena SÁNCHEZ / María del Mar SOLÍS CARNICER / Luciana SUDAR KLAPPENBACH / César VALLERJOS TRESSSENS / Luis VERA

### ISSN 1666-4035

Reservados todos los derechos. Impreso en Vía Net, Resistencia, Chaco, Argentina. Septiembre de 2017.

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.

## MEJORAMIENTO INTEGRAL DE LAS CONDICIONES HIGROTÉRMICAS Y ENERGÉTICAS DE UNA ESCUELA RURAL EN EL MUNICIPIO DE EL SAUZALITO, PROVINCIA DEL CHACO

Rosario A. BLANCO SILVA;  
Virginia A. GALLIPOLITI;  
Daniel E. VEDOYA  
rosarioandreablancosilva@gmail.com

Cátedras Instalaciones II  
y Construcciones II. Dpto.  
tecnología y la Producción.  
Facultad de Arquitectura y  
Urbanismo, UNNE.

### RESUMEN

Esta comunicación se propone difundir las actividades desarrolladas en cumplimiento del Plan de trabajo "Mejoramiento integral de las condiciones higrotérmicas y energéticas de una escuela rural en el municipio de El Sauzalito, provincia del Chaco" del Programa EVC-CIN 2019, que se remitirán a presentar una propuesta de intervención del edificio de una escuela rural ubicada en la localidad de El Sauzalito, Chaco, que consiste en la adaptación de sus envolventes mediante la incorporación de parasoles, paredes verdes y techo doble, junto con la incorporación de sistemas de aprovechamiento solar. Los fines de dicha propuesta son el mejoramiento de sus condiciones higrotérmicas y una mayor eficiencia energética. Para ello se

estudiaron distintas transmitancias térmicas en envolventes y se seleccionó la que mejor se adaptó al clima local de la escuela. Además, se dimensionó la instalación de paneles fotovoltaicos y colectores solares para lograr un abastecimiento de energía eléctrica — con que la escuela no contaba—, más el uso de agua caliente para la cocina. Se describen los avances realizados hasta la fecha, que implicaron búsqueda bibliográfica, antecedentes, aspectos constructivos de los distintos componentes y realización de cálculos y detalles constructivos para especificar la propuesta.

### PALABRAS CLAVE

Adaptación pasiva; energía solar; arquitectura.

### OBJETIVOS

#### Objetivo general

Implementar criterios de eficiencia energética y abastecimiento de electricidad en un edificio escolar rural de la provincia del Chaco.

#### Objetivos particulares

1. Obtener datos precisos sobre el edificio escolar que analizar (planimetría, materiales constructivos, necesidades de energía eléctrica, agua caliente, regionalización climática, etc.).
2. Calcular la transmitancia térmica de sus envolventes y su comportamiento frente al clima local y características.
3. Realizar una propuesta tecnológica acorde para mejorar las condiciones higrotérmicas.
4. Prediseñar la instalación de equipos de aprovechamiento solar según resultados de las necesidades energéticas detectadas.

5. Listar materiales y equipos propuestos, datos de proveedores, costos, entre otros, para verificar la factibilidad de su ejecución en la región.

## INTRODUCCIÓN

El siguiente trabajo presenta una propuesta de intervención en un edificio escolar rural ubicado en la localidad de El Sauzalito, provincia del Chaco: Establecimiento: Escuela Secundaria Rural Medida por TIC. Proyecto Especial "Todos a la Secundaria" EEP N.º 924 con Sala de Jardín Anexa. La propuesta pudo ser realizada a partir del estudio de la documentación técnica del establecimiento brindada por la Subsecretaría de Infraestructura Escolar del gobierno del Chaco en el año 2019, que permitió conocer su ubicación exacta, sistemas constructivos, envolventes y demás características.

Para tal fin se propone un mejoramiento de las condiciones higrotérmicas a través del estudio de la transmitancia térmica de sus envolventes, aplicando la Normativa IRAM de acondicionamiento térmico, para verificar su adecuación al clima local y, luego, en una segunda etapa, la incorporación de sistemas de aprovechamiento solar para el consumo de agua caliente y energía eléctrica a través de sistemas fotovoltaicos. Para esto último se realiza un análisis de sus demandas energéticas básicas (luz eléctrica, agua caliente, etc.), con el fin de dejar planteado un diseño y cálculo de la instalación que podría ser implementada a través de

proyectos futuros. Con este estudio se pretende demostrar el impacto positivo de la adaptación pasiva de envolventes mediante el uso de soluciones tecnológicas en la construcción sumadas a la implementación de sistemas de aprovechamiento de energía solar para cubrir necesidades de agua caliente y electricidad.

La temática abordada reviste suma importancia, dado que en toda la región NEA existe un gran número de escuelas rurales donde la llegada de infraestructuras se dificulta, y, por ende, la posibilidad de garantizar condiciones mínimas de confort higrotérmico, tanto en invierno como en verano a sus usuarios es escasa, siendo indispensable garantizarla tanto para la salud como para el aprendizaje. El presente trabajo introduce una propuesta de solución a dicha problemática, mediante la incorporación de mayor aislación térmica a cerramientos, sobre la base del estudio de su orientación y lo establecido por norma IRAM 11603/96, además de la instalación de sistemas de captación de energía solar (energía renovable).

## DESARROLLO Y RESULTADOS

El mantenimiento de condiciones óptimas higrotérmicas en cualquier época del año es indispensable para alcanzar el nivel de confort psicofísico continuo de personas en un espacio arquitectónico. Sin embargo, cuando para alcanzar di-

cha situación es necesario recurrir al consumo irrestricto de energía eléctrica, el desempeño energético e incluso ambiental del edificio es inadecuado. Esta situación se agrava en todo establecimiento rural de la región NEA donde la infraestructura es generalmente insuficiente y los sistemas constructivos no se adaptan a las condiciones climáticas del sitio. Por todo ello, se busca que la siguiente propuesta para un establecimiento de estas características actúe a modo de prototipo, con el fin de incorporar ideas que puedan incentivar, a su vez, nuevas soluciones para estos casos, a partir de la adaptación pasiva y el aprovechamiento de recursos renovables.

El establecimiento donde se plantea la propuesta se ubica en un ámbito rural, localizado en Paraje Güemes, en la localidad de El Sauzalito (municipio del que depende administrativamente), dentro del departamento General Güemes, Chaco. Dentro de este departamento, el paraje en cuestión consiste en una pequeña comunidad que se encuentra en el centro del monte chaqueño, conocido como "El Impenetrable". Está distante aproximadamente a 15 km de Misión Nueva Pompeya, de la que depende totalmente para comprar alimentos y recibir servicios o atención de la salud.

El paraje no cuenta con ningún tipo de servicios de agua potable, luz, gas. Las viviendas, en su gran mayoría, son ranchos de barro y ladrillo. Muchas veces son un ambiente grande compartido y en el patio hay otra pieza, sin cerramiento comple-

to, que también se usa para dormir. Tampoco tienen baño y la mayoría cuenta con precarias letrinas, el aseo general se realiza a través de baldes o en el agua de una represa cercana. El acceso al agua es un problema, generalmente se trae en camiones cisternas del pueblo cercano de Pompeya, pero en épocas de sequía no alcanza para repartir en toda la zona rural. Las familias usan agua de lluvia o agua de charcos y pozos, lo cual acarrea enfermedades como diarrea o parásitos (ACDI, 2007).

En este contexto la Escuela Secundaria Rural Mediada por TIC Proyecto Especial "Todos a la Secundaria" EEP N.º 924

se propone satisfacer las necesidades de tres niveles educativos para evitar etapas o sectores a intervenir y optimizar las inversiones y el funcionamiento del conjunto. En esencia, es una escuela primaria con una sala anexa de jardín donde funcionan secciones múltiples en el turno mañana, y este edificio se comparte con la escuela secundaria rural mediada por TIC con dictado de clases virtual y con el desarrollo de sus actividades por la tarde también en secciones múltiples. En general esta institución pretende dar respuesta a una demanda aproximada de 35 alumnos de nivel primario, 27 alumnos de nivel secundario y una sala de nivel inicial anexa a Primaria con 14 niños de 3, 4, y 5 años que se desempeñan en el turno mañana (Subsecretaría de Infraestructura Escolar del Chaco, 2017).

Actualmente la escuela no cuenta con servicios, pero sí un pozo de agua (aljibe) y paneles que transforman la energía solar en 12 voltios o 220v y alcanzan solo para contar con lámparas en las tres salas, dos ventiladores —vital, ya que las temperaturas son muy altas, alcanzan fácilmente los 40°C en verano— y un televisor. No tienen señal de telefonía celular ni teléfono fijo, por eso las radios muchas veces ayuda a comunicarse con los vecinos. Sin embargo, según el material aportado por la Subsecretaría de Infraestructura Escolar, se encuentran previstos en el sitio el suministro de electrificación rural y el servicio de red de agua potable.

Si bien no se realizó un relevamiento sensible, se pudo deducir el desequilibrio en las condiciones de confort tanto en invierno como en verano, dadas las características constructivas que se analizaron con la documentación técnica obtenida, junto con las condiciones climáticas del sitio. Por ello, se propone el mejoramiento de los cerramientos verticales en las orientaciones más desfavorecidas (cerramientos hacia el este y oeste) y horizontales (cubiertas) mediante el incremento del aislamiento térmico en los elementos de la envolvente, ya que dicho aislamiento térmico permite disminuir las pérdidas o ganancias de calor indeseadas de acuerdo con las condiciones de temperatura exterior, tanto en cerramientos opacos (muros y techos) como en los semi-transparentes (carpinterías y vidrios).

En este caso, el paraje Güemes se ubica según norma IRAM 11603/96 dentro de la zona bioambiental I (muy cálida), más específicamente dentro la de zona 1, que

comprende la región donde los valores de TEC media, en el día típicamente cálido, son mayores que 26,3 °C. Se extiende en la región Centro-Este del extremo Norte del país con una entrada al Sudoeste en las zonas bajas de Catamarca y La Rioja. Durante la época caliente todas las zonas presentan valores de temperatura máxima mayores que 34 °C y valores medios mayores que 26 °C, con amplitudes térmicas siempre menores que 15 °C. La tensión de vapor mínima es 1 870 Pa. (14 mm Hg) y aumenta según el eje Sudoeste-Nordeste. 4.4.1.4 El período invernal es poco significativo, con temperaturas medias durante el mes más frío mayores que 12 °C. Esta zona se subdivide en 2 subzonas a y b, en función de las amplitudes térmicas: Subzona la: amplitudes térmicas mayores que 14 °C. Subzona lb.: amplitudes térmicas menores que 14 °C (IRAM, 1996).

Como consecuencia, para mejorar el comportamiento higrotérmico del edificio favoreciendo su confort térmico y optimizando su consumo energético, se realizó el análisis de la transmisión térmica de los cerramientos actuales en las orientaciones más desfavorecidas (este y oeste), para luego proponer la intervención de estos en busca de lograr cerramientos que verifiquen el nivel A o B en valores



máximos de transmitancia térmica de acuerdo con la norma IRAM 11605/96. Los resultados de esta comparación se ven en la figura 1. La propuesta consiste en parasoles verticales, al nordeste y al sudoeste, donde la protección busca limitar los rayos solares de la mañana y de la siesta-tarde (del este y el oeste), ya que

el conocimiento de la dirección del rayo solar nos permite diseñar elementos que favorezcan la insolación o impidan la incidencia del sol, según la necesidad de uso de los espacios. El control de los rayos solares puede hacerse con elementos verticales, horizontales o con combinación de ambos. En

nuestro territorio los elementos horizontales controlan las fachadas que se orientan al norte, mientras que los verticales son convenientes al este y al oeste. Hacia el norte del Trópico de Capricornio también son necesarios elementos horizontales en las fachadas orientadas al sur (Nieto, 2011).



COMPARACIÓN DE COEFICIENTES DE TRANSMITANCIA TÉRMICA	
ELEMENTO	COEFICIENTE DE TRANSMITANCIA TÉRMICA
<p>PARED EXISTENTE DE MAMPOSTERÍA DE LADRILLOS COMUNES DE 20CM CON PINTURA SILICONADA EXTERIOR, E INTERIOR CON REVOQUE A LA CAL Y PINTURA TEXTURIZADA</p> 	<p><b>2,16 W/m2 °C</b></p> <p>No cumple ni siquiera con el nivel C requerido por norma IRAM 11605/96</p>
<p>PARED COMPLEMENTADA CON ENVOLVENTE DE PARASOLES VERTICALES: PARASOLES DE MADERA MÓVILES PIVOTANTES</p> 	<p><b>0,68 W/m2 °C</b></p> <p>Cumple con el nivel B requerido por norma IRAM 11605/96.</p>

Figura 1. Cuadro síntesis comparativo de elaboración propia a partir de cálculo de transmitancia térmica de acuerdo con valores de norma IRAM 11603



Para complementar esta propuesta, se realizó un predimensionamiento de la instalación de paneles fotovoltaicos

The image contains two detailed technical drawings of vertical garden systems, labeled 'Figura 1' and 'Figura 2'.

**Figura 1: Sistema rectangular (Rectangular System)**

- Top Section:** Shows a concrete slab (Placa de concreto superior) of 120 x 140 x 10 cm, reinforced with 4 bars (Armadura 4 de 16 a 10). It includes a drainage system (Drenaje) with a 1% slope and a 10 cm gap.
- Structure:** A vertical support structure (Estructura portante) made of 40x40x2 mm square steel tube, reinforced with 10 mm diameter bars at 20 cm intervals.
- Planting Area:** A rectangular planter (Viga rectangular) with dimensions 120 x 140 x 10 cm, containing a 10 cm layer of substrate (Substrato) and a 10 cm layer of soil (Suelo).
- Base:** A base (Base) with dimensions 120 x 140 x 10 cm, reinforced with 4 bars (Armadura 4 de 16 a 10).
- Dimensions:** The total height is 2.10 m, and the width is 1.40 m.

**Figura 2: Sistema triangular (Triangular System)**

- Top Section:** Similar to Figure 1, but with a triangular planter (Viga triangular) of 120 x 140 x 10 cm.
- Structure:** A vertical support structure (Estructura portante) made of 40x40x2 mm square steel tube, reinforced with 10 mm diameter bars at 20 cm intervals.
- Planting Area:** A triangular planter (Viga triangular) with dimensions 120 x 140 x 10 cm, containing a 10 cm layer of substrate (Substrato) and a 10 cm layer of soil (Suelo).
- Base:** A base (Base) with dimensions 120 x 140 x 10 cm, reinforced with 4 bars (Armadura 4 de 16 a 10).
- Dimensions:** The total height is 2.10 m, and the width is 1.40 m.



de la marca Enertik con capacidad de almacenaje y calentamiento para 150 litros.

## CONCLUSIONES

El análisis de la propuesta planteada denota que la adaptación pasiva de envolventes es una herramienta indispensable que tener en cuenta para mejorar el acondicionamiento higro-térmico de establecimientos rurales; sin embargo, dados los presupuestos estimados con la propuesta en cuestión, se puede concluir que dicha adaptación de cerramientos sería mucho más eficiente si este concepto se tuviera en cuenta en el inicio del proyecto de los edificios y se incluyera como parte de un diseño integral, y mejoraría aún más la situación reduciendo costos y la contaminación del transporte si se planteara con materiales del sitio; elementos como tacuaras, paja, adobe, etc. En cuanto a la implementación de sistemas de aprovechamiento de energía solar, paneles fotovoltaicos y termotanque solar, esta propuesta sería viable si antes la mano de obra de la zona recibiera formación adecuada acerca de cuidados y mantenimiento del sistema para que realmente el costo pueda amortizarse en el tiempo (a mediano plazo) y beneficiar a la población del lugar.

## BIBLIOGRAFÍA

- (ACDI), A. C. (2007). *La escuela del Paraje Güemes*. pp. 2.
- IRAM (1996). 11603 Acondicionamiento térmico en edificios.
- NIETO, N. (2011). *Construcción de edificios*. Nobuko. pp. 83-84.
- SUBSECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA ESCOLAR DEL CHACO (2017). Memoria descriptiva Establecimiento Escuela Secundaria Rural mediada por TIC - Proyecto Especial "Todos a la Secundaria". EEP N.º 24 con Sala de Jardín Anexa. Localidad Paraje Güemes. Obra: sustitución de edificio". El Sauzalito; Chaco: PROMER. p. 4. ■