



**Title: Thermal lining with recycled polyurethane rigid foam as a partial substitute
 for limestone aggregate**

**Authors: CERVANTES-RAMÍREZ, Elmer Marcia, TREJO-ARROYO, Danna Lizeth, CRUZ-
 ARGÜELLO, Julio César and GURROLA, Mayra Polett**

Editorial label ECORFAN: 607-8695
 BECORFAN Control Number: 2022-01
 BECORFAN Classification (2022): 131222-0001

Pages: 15
 RNA: 03-2010-032610115700-14

ECORFAN-México, S.C.
 143 – 50 Itzopan Street
 La Florida, Ecatepec Municipality
 Mexico State, 55120 Zipcode
 Phone: +52 1 55 6159 2296
 Skype: ecorfan-mexico.s.c.
 E-mail: contacto@ecorfan.org
 Facebook: ECORFAN-México S. C.
 Twitter: @EcorfanC

www.ecorfan.org

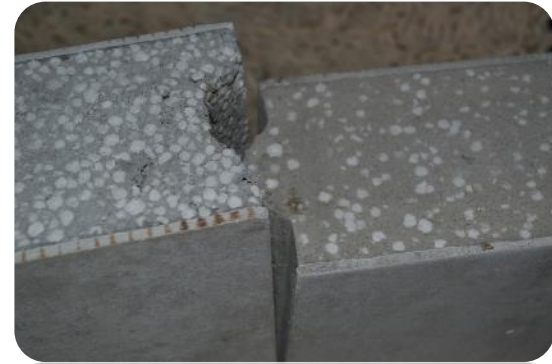
Holdings		
Mexico	Colombia	Guatemala
Bolivia	Cameroon	Democratic
Spain	El Salvador	Republic
Ecuador	Taiwan	of Congo
Peru	Paraguay	Nicaragua

INTRODUCCIÓN



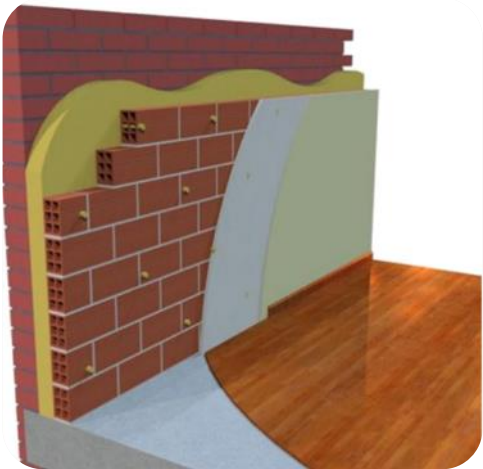


Paneles de poliestireno



Mortero aligerado con poliestireno expandido

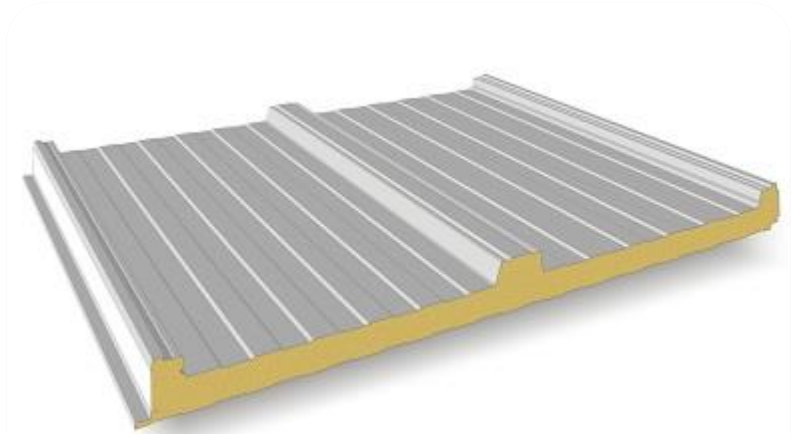
Aislantes térmicos empleados en la construcción



Inyección de poliuretano por el interior



Poliuretano proyectado



Panel de poliuretano

Espumas de poliuretano

Usos:

- Cadena fría de alimentos.
- Muebles tapizados, zapatos, coches, dispositivos médicos.
- Aislamiento térmico de edificios y equipos técnicos.



▶ Propiedades:

- ▶ Reducir el uso de recursos proporcionando soluciones durables y de peso ligero.
- ▶ Como recubrimiento aislante térmico, acústico e impermeabilizante.



▶ Componentes principales:

- ▶ Isocianatos: diisocinato de metileno-difenileno
- ▶ Polioles: dioles de poliéster y dioles de polieter.



METODOLOGÍA



Desarmado



Reducción



Triturado



Cribado



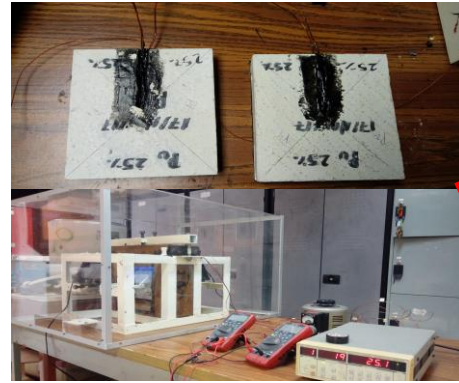
Almacenado



Caracterización



Propiedades Térmicas



Conductividad térmica

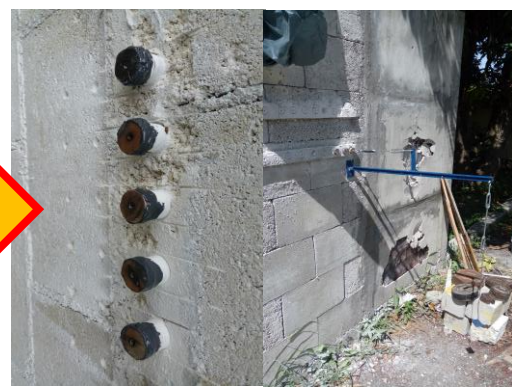


Calor Específico

Propiedades Mecánicas



Compresión



Adherencia



MEB

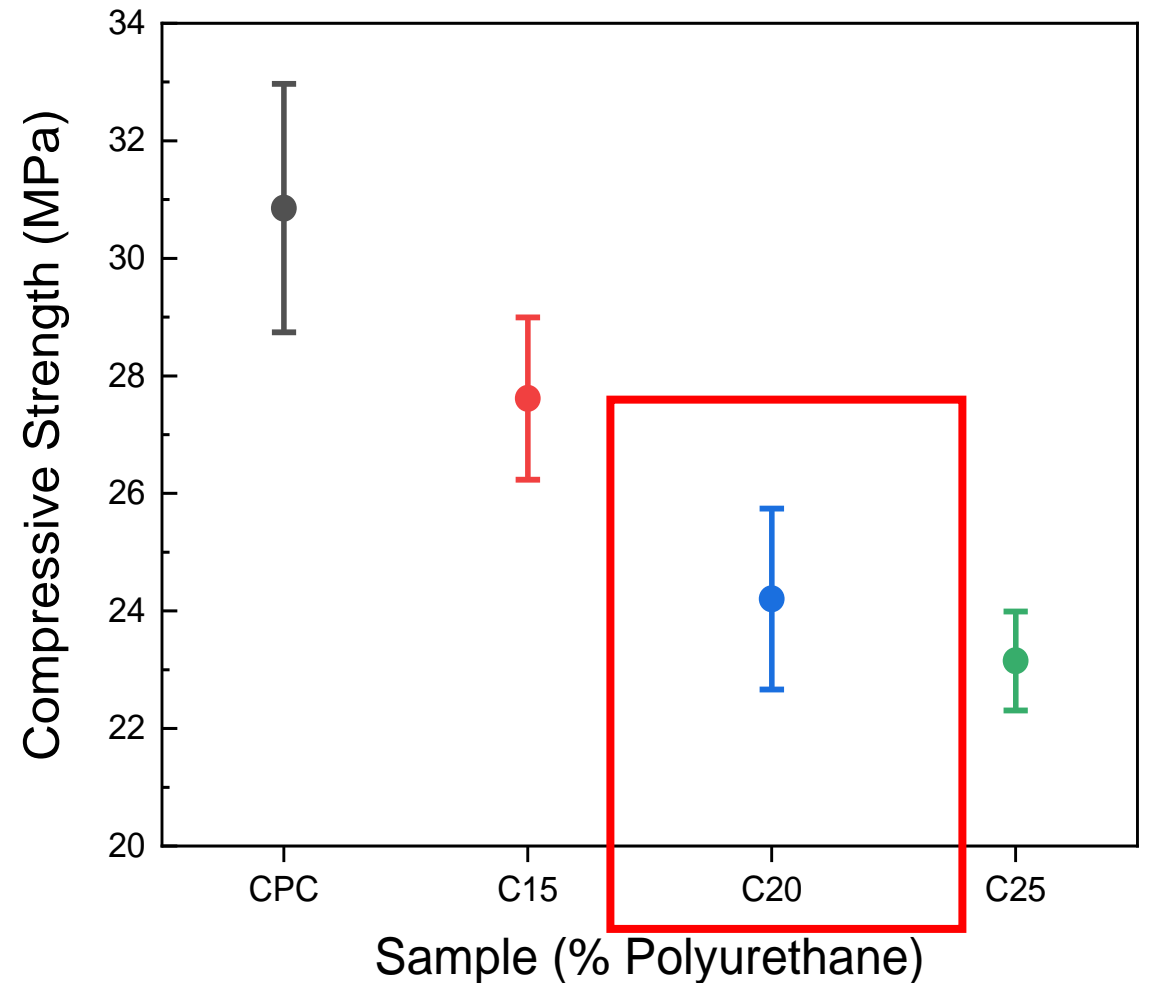


Condiciones Reales

Resistencia a la compresión y adherencia.

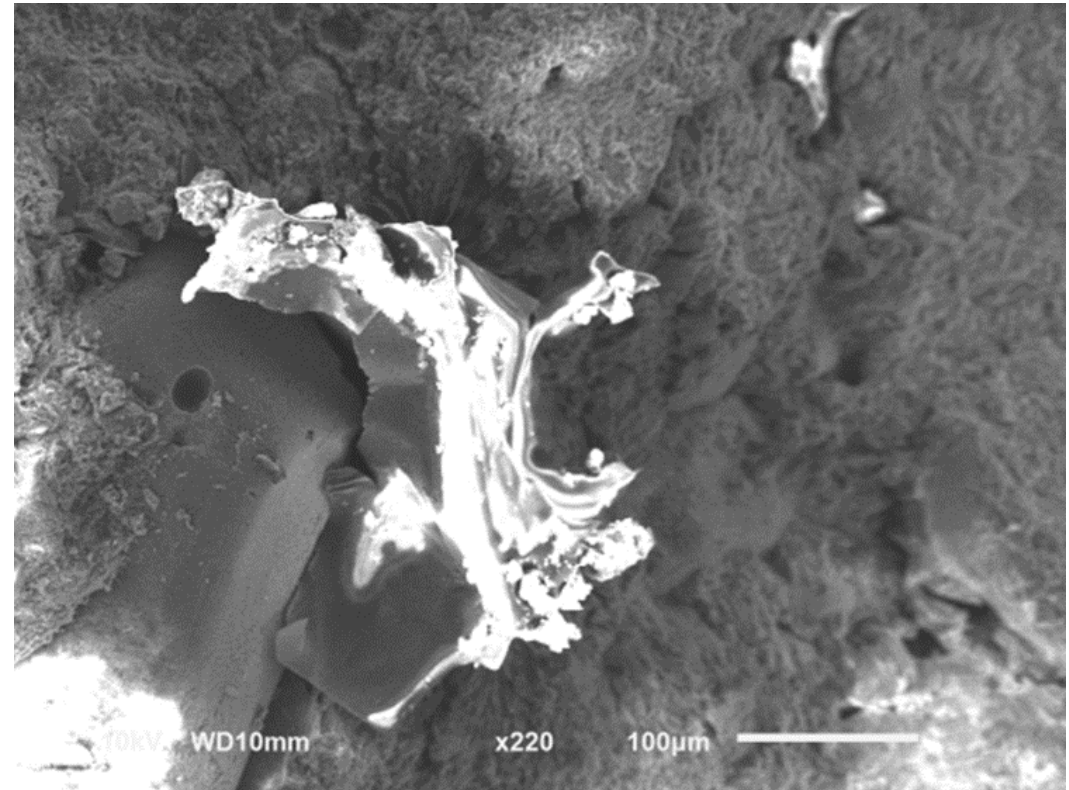
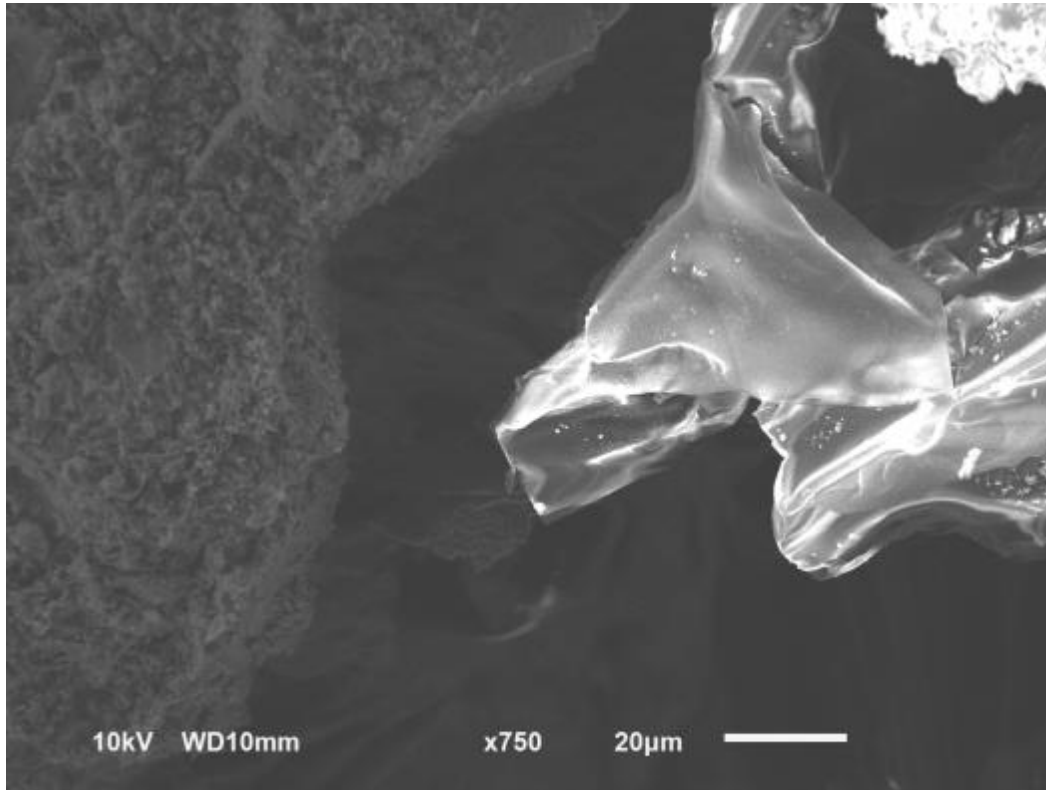
Resultados propiedades mecánicas

Mortero	σ (kg/cm ²)	Resistencia a compresión (MPa)
CPC	11.046	30.86
C15	8.257	27.62
C20	11.371	24.21
C25	10.694	23.15



Resistencia a compresión de muestras de mortero con sustitución parcial de agregado fino por PUR

Microscopia electrónica de barrido.



Micrografías obtenidas por MEB. a) Superficie de partículas de PUR, b) superficie de contacto entre la partícula de poliuretano y pasta de cementante

Conductividad térmica y calor específico

Resultados de conductividad térmica.

Type of mortar	Thermal conductivity (W/m °C)	Specific heat (kJ/kg °C)
CPC	1.733	0.721
C15	1.711	0.754
C20	1.460	0.752
C25	1.434	0.796



Monitoreo en condiciones reales.

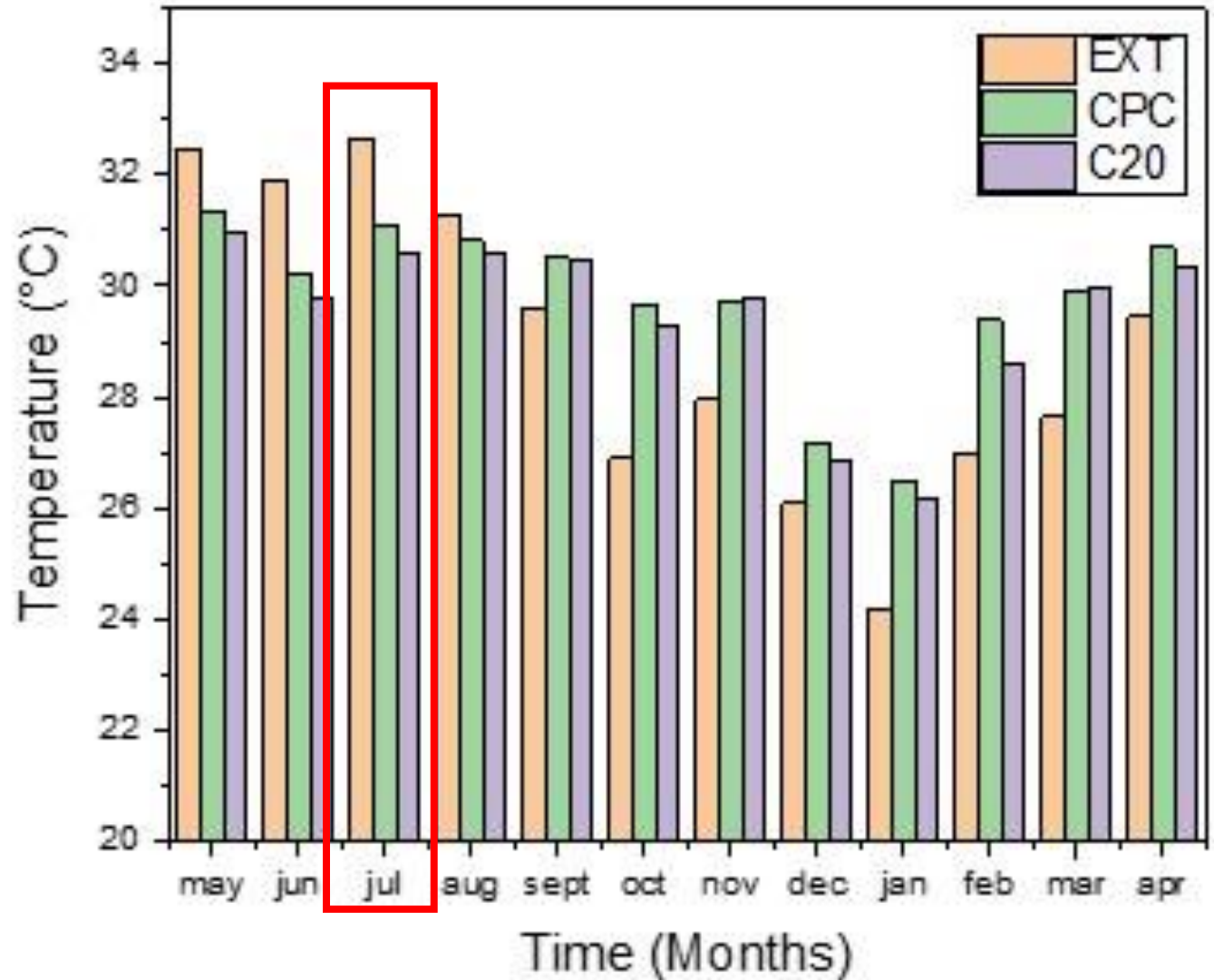


Prototipo	Cemento kg	Agregado fino kg	Espuma de poliuretano kg	Agua lt
CPC	268.8	947.2	0	198.4
C20	285.6	806.99	4.5	211.1

Monitoreo en condiciones reales

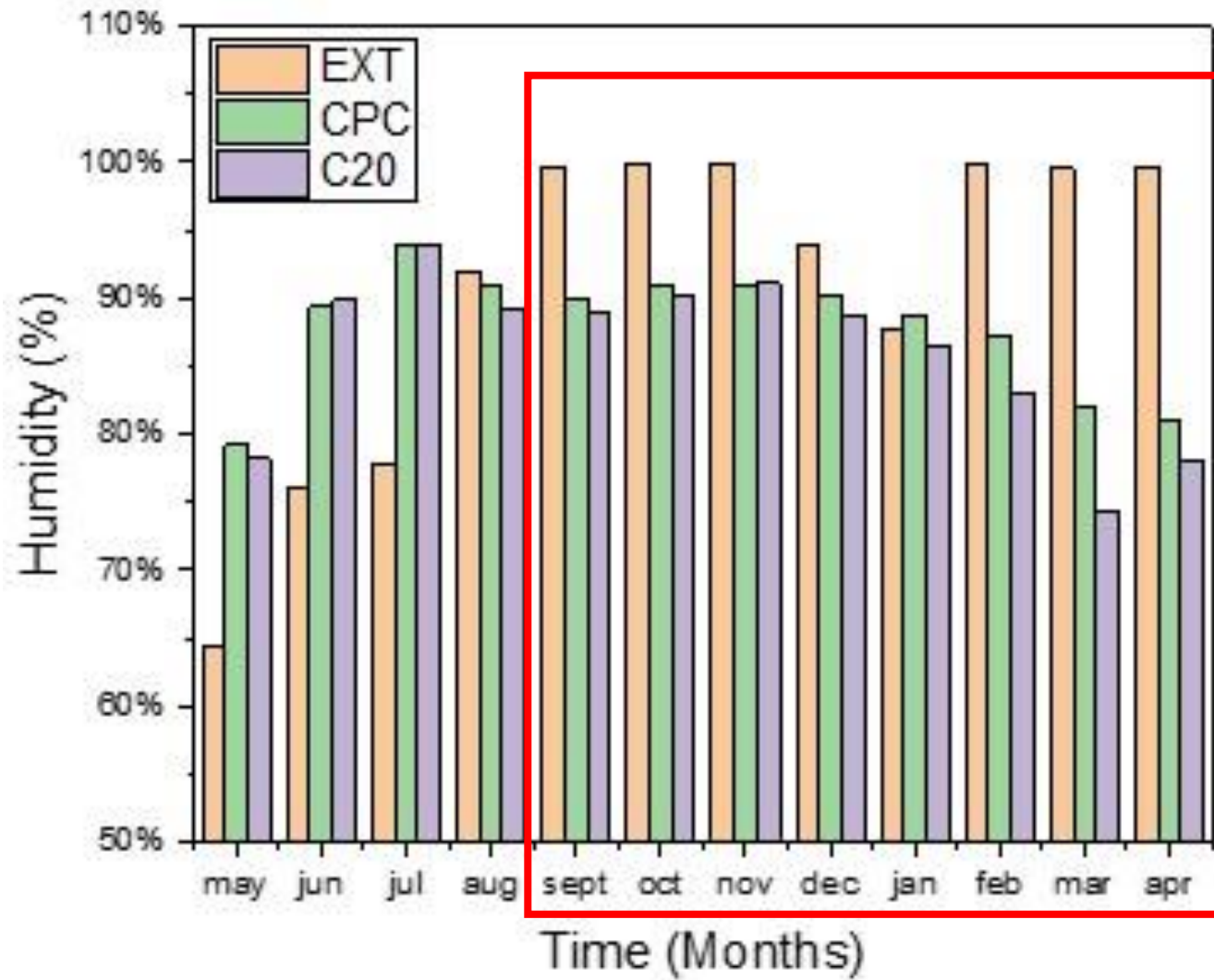
Temp. Ext. VS CPC de 0 a 1.8°C

Temp. Ext. VS C20 de 0 a 2.5°C



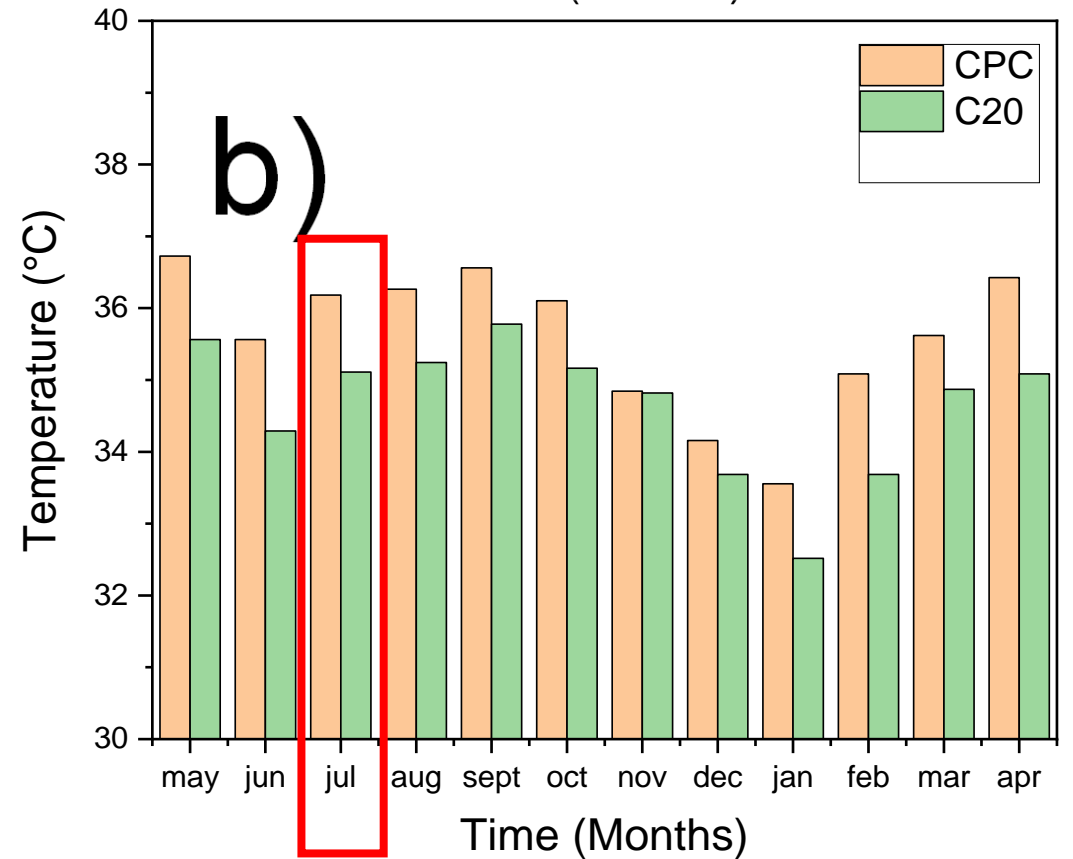
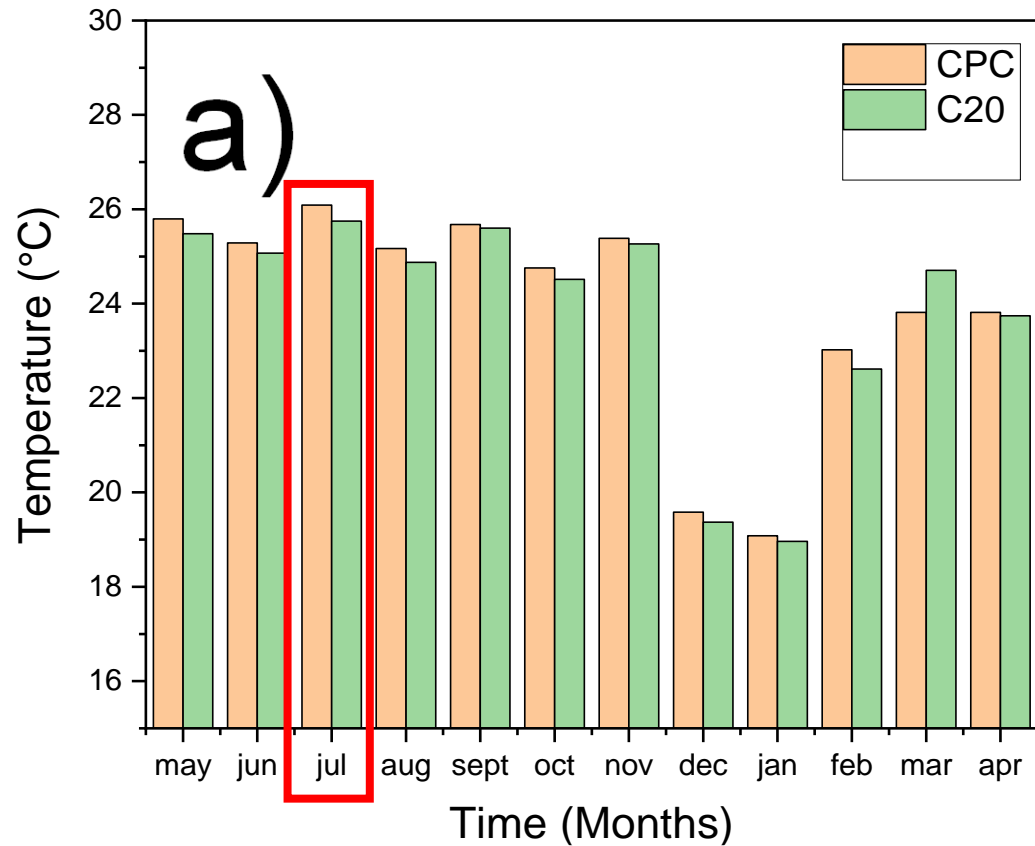
Registro de temperatura promedio por mes, exterior (EXT) e interior de los prototipos con la envolvente de mortero CPC y

C20



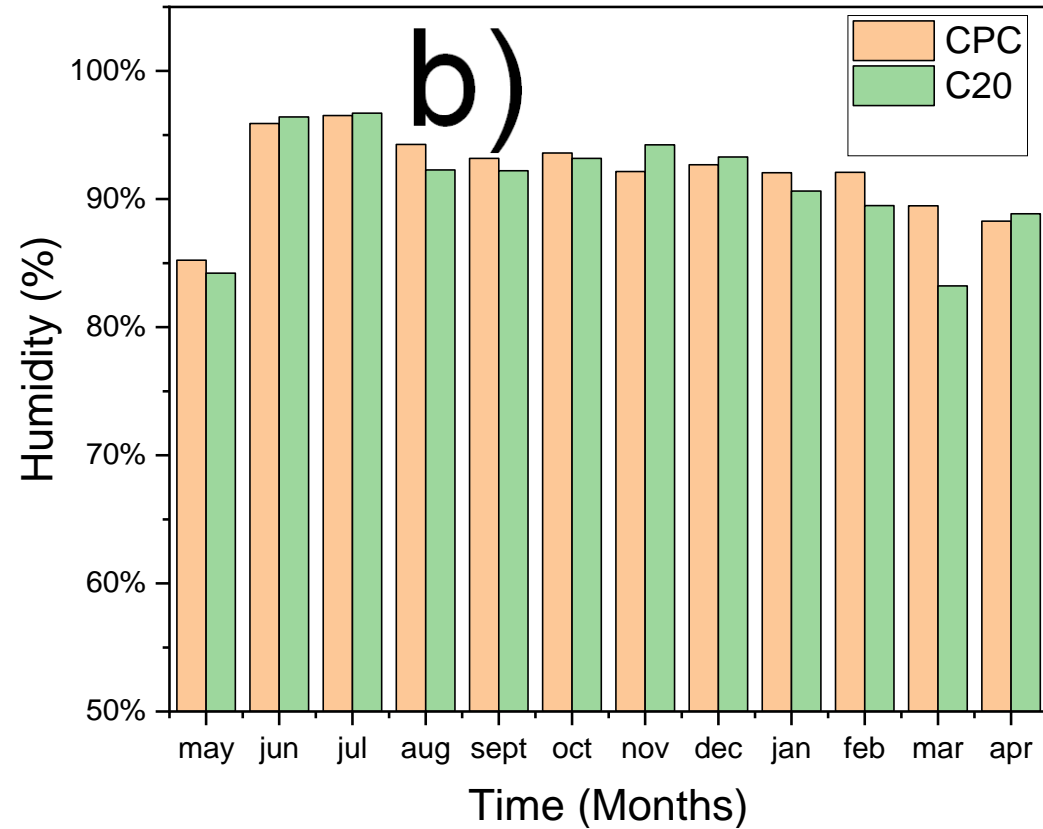
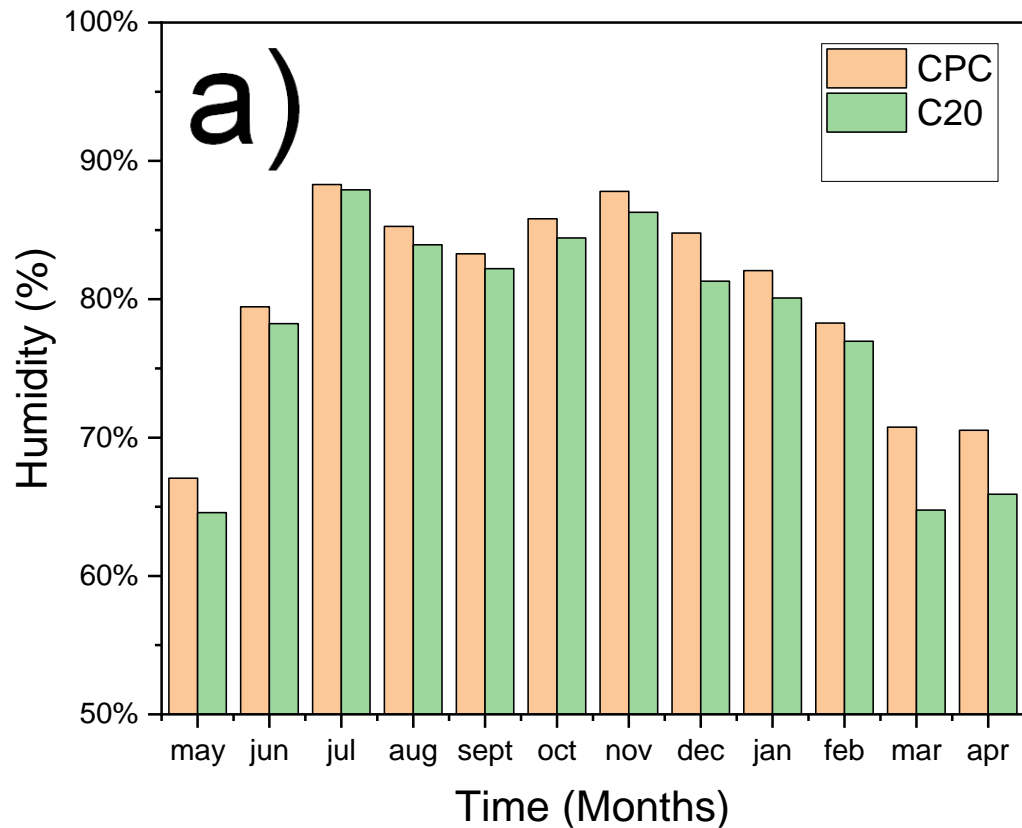
Registro de humedad promedio por mes, exterior (EXT) e interior de los prototipos con la envolvente de mortero CPC y C20

Diferencia entre CPC Y C20
van desde 0 a 1.5 grados.



Registro de temperatura interior promedio anual. a) Temperatura mínima, b) Temperatura máxima

Humedad con diferencias menores al 0.5 %.



Registro de Humedad interior promedio anual, a) Humedad mínima y b) Humedad máxima

Conclusiones

Adherencia

**Resistencia a la
compresión**

**Porcentaje de
Sustitución de
arena por PUR**



**Conductividad
térmica**

Calor específico

Referencias

- ASTM C 1046. (2021). ASTM C1046-95 (2021) Standard Practice for In-Situ Measurement of Heat Flux and Temperature on Building Envelope Components. *ASTM International*, 4, 10. <https://doi.org/10.1520/C1046-95R21>
- ASTM C 109/C109M. (2002). ASTM C109 / C109M - 2002. Standard Test Method for Compressive Strength of Hydraulic Cement Mortars (Using 2-in. or [50 mm] Cube Specimens). *Annual Book of ASTM Standards*, 04, 9. <https://doi.org/10.1520/C0109>
- ASTM C 177. (2019). ASTM C177-19 Standard Test Method for Steady-State Heat Flux Measurements and Thermal Transmission Properties by Means of the Guarded-Hot-Plate Apparatus. *ASTM International*, 4, 23. <https://doi.org/10.1520/C0177-19>
- ASTM C 1857. (2020). ASTM C1857/C1857M-19 Standard Test Method for Evaluating the Adhesion (Pull-Off) Strength of Concrete Repair and Overlay Mortar. *ASTM International*, 4, 5. https://doi.org/10.1520/C1857_C1857M-19
- ASTM C 351. (1999). ASTM C 351- b Standard Test Method for Mean Specific Heat of Thermal Insulation. *October, Reapproved 1999*, 1–5. <https://doi.org/10.1520/C0351-92BR99>
- Buitrago-Bonilla, A. F., & Sarmiento-Rodríguez, J. P. (2022). *Identificación de los métodos de reutilización y reciclaje de los residuos de construcción y demolición (RCDs) y su posible beneficio en la economía de la construcción, teniendo en cuenta un caso de estudio en la ciudad de Fusagasugá* [Universidad Católica de Colombia]. <https://hdl.handle.net/10983/27129>
- Calderoñ, V., Gutiérrez-González, S., Gadea, J., Rodríguez, Á., & Junco, C. (2018). Construction Applications of Polyurethane Foam Wastes. *Recycling of Polyurethane Foams*, 115–125. <https://doi.org/10.1016/b978-0-323-51133-9.00010-3>
- Corinaldesi, V., Mazzoli, A., & Moriconi, G. (2011). Mechanical behaviour and thermal conductivity of mortars containing waste rubber particles. *Materials and Design*, 32(3), 1646–1650. <https://doi.org/10.1016/j.matdes.2010.10.013>
- Gadea, J., Rodríguez, A., Campos, P. L., Garabito, J., & Calderón, V. (2010). Lightweight mortar made with recycled polyurethane foam. *Cement and Concrete Composites*, 32(9), 672–677. <https://doi.org/10.1016/j.cemconcomp.2010.07.017>
- Gómez-Rojo, R., Alameda, L., Rodríguez, Á., Calderón, V., & Gutiérrez-González, S. (2019). Characterization of polyurethane foam waste for reuse in eco-efficient building materials. *Polymers*, 11(2). <https://doi.org/10.3390/POLYM11020359>
- Gutiérrez-González, S., Gadea, J., Rodríguez, A., Junco, C., & Calderón, V. (2012). Lightweight plaster materials with enhanced thermal properties made with polyurethane foam wastes. *Construction and Building Materials*, 28(1), 653–658. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2011.10.055>
- Harith, I. K. (2018). Study on polyurethane foamed concrete for use in structural applications. *Case Studies in Construction Materials*, 8(November 2017), 79–86. <https://doi.org/10.1016/j.cscm.2017.11.005>
- Parada Rocha, K. A. (2022). *Evaluación del desempeño de elementos estructurales prefabricados a partir de residuos termoplásticos del sector agroindustrial para soluciones de vivienda digna en el Atlántico* [Universidad del Norte]. <https://medium.com/@arifwicaksanaa/pengertian-use-case-a7e576e1b6bf>
- Ponton-Giraldo, D. F. (2022). *Recubrimientos de poliestireno espumado postconsumo para la modificación de la tensión superficial de materiales de construcción* [Universidad de Santander]. <https://repositorio.udes.edu.co/handle/001/6546>
- Quiro trujillo, L. M. (2022). *Adobe con incorporación de corcho para mejorar las propiedades mecánicas y termoaislantes en viviendas de clima gélido, Puno 2022* [Universidad César Vallejo]. http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/47102/Gutierrez_RS-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Saikia, N., & De Brito, J. (2012). Use of plastic waste as aggregate in cement mortar and concrete preparation: A review. *Construction and Building Materials*, 34, 385–401. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2012.02.066>



ECORFAN®

© ECORFAN-Mexico, S.C.

No part of this document covered by the Federal Copyright Law may be reproduced, transmitted or used in any form or medium, whether graphic, electronic or mechanical, including but not limited to the following: Citations in articles and comments Bibliographical, compilation of radio or electronic journalistic data. For the effects of articles 13, 162,163 fraction I, 164 fraction I, 168, 169,209 fraction III and other relative of the Federal Law of Copyright. Violations: Be forced to prosecute under Mexican copyright law. The use of general descriptive names, registered names, trademarks, in this publication do not imply, uniformly in the absence of a specific statement, that such names are exempt from the relevant protector in laws and regulations of Mexico and therefore free for General use of the international scientific community. BECORFAN is part of the media of ECORFAN-Mexico, S.C., E: 94-443.F: 008- (www.ecorfan.org/booklets)