

209
JUL-AGO

EJEMPLAR GRATUITO

directorio
latindex
ISSN:2448-6361



CICDECH

REVISTA DEL COLEGIO DE INGENIEROS CIVILES DE CHIHUAHUA

ENTREVISTA

Arq. Augusto Champion Chapa

Presidente del Clúster de la Construcción de
Chihuahua

P. 16

INTELIGENCIA ARTIFICIAL EN LA
CONSTRUCCIÓN

BIM en Chihuahua:
transformando la eficiencia
en la obra civil

P. 22

INGENIERÍA EN ACCIÓN

Competitividad e innovación
en PyMEs manufactureras: un
modelo de evaluación en el
contexto 4.0
(II parte de II)

P. 30



DEJA DE REGARLA

#CUUidaElAgua

HORARIOS DE
RIEGO



7 PM

A

7 AM



 Los **sábados no se riega**



MÁS CHIHUAHUA
más de lo bueno
GOBIERNO DEL ESTADO



JUNTA MUNICIPAL
DE AGUA Y SANEAMIENTO
DE CHIHUAHUA





400 MIL PERSONAS COMEN MEJOR

NutriChihuahua 

CUIDAMOS LO MÁS IMPORTANTE, TU ALIMENTACIÓN



MÁS CHIHUAHUA
más de lo bueno
GOBIERNO DEL ESTADO

CARTA EDITORIAL

Estimadas colegiadas y colegiados:

La ingeniería civil se fortalece cuando el conocimiento se comparte, cuando la experiencia se pone al servicio del gremio y cuando abrimos espacios para dialogar sobre los retos que enfrenta nuestro estado. Bajo esta visión, el Colegio de Ingenieros Civiles de Chihuahua (CICCH) continúa impulsando actividades que promueven la actualización profesional, la participación colegiada y el encuentro entre generaciones.

En esta edición de nuestra revista queremos destacar de manera especial las Jornadas de Ingeniería 2026, un evento que representa uno de los esfuerzos más importantes de nuestro Colegio para acercar a las y los ingenieros civiles a temas técnicos, normativos y urbanos de gran relevancia. Estas jornadas no son únicamente un ciclo de conferencias; son un punto de encuentro para reflexionar sobre el presente y futuro de nuestra profesión, fortalecer capacidades y reafirmar el papel del CICCH como un referente técnico en Chihuahua.

Cada ponencia, mesa de debate y participación dentro de las Jornadas de Ingeniería nos recuerdan que el ejercicio profesional exige preparación permanente. La infraestructura, la planeación urbana, la movilidad, el agua, la seguridad estructural y el desarrollo sostenible requieren ingenieros civiles actualizados, con criterio técnico y con una profunda responsabilidad social. Por ello, como Colegio, seguiremos apostando por espacios que eleven el nivel profesional del gremio y generen valor para la sociedad.

Agradecemos de manera muy especial al Arq. Augusto Champion Chapa, quien nos honra con su participación en la entrevista central de esta edición. Su trayectoria, visión y experiencia aportan una perspectiva valiosa sobre los temas que hoy inciden en el desarrollo arquitectónico y en la construcción de ciudades más ordenadas, funcionales y humanas. Contar con voces como la suya en nuestra revista fortalece el diálogo entre disciplinas y confirma que los grandes retos de Chihuahua requieren colaboración entre profesionistas, instituciones y sociedad.

Reconozco también el trabajo de las comisiones, colaboradores, patrocinadores y colegiados, que hacen posible tanto esta revista como las actividades del Colegio. Nada de esto sucede por casualidad; detrás hay tiempo, gestión, compromiso y amor por la profesión. Y sí, como en obra bien ejecutada, cuando no se ve el esfuerzo es porque se hizo bien.

Invito a todas y todos los socios a participar activamente en los próximos proyectos del CICCH. Sigamos construyendo un Colegio fuerte, presente y útil para Chihuahua.



I.C. José Antonio Montes Madrid

Presidente del
XXXVI Consejo Directivo del
Colegio de Ingenieros Civiles de
Chihuahua, Chih., A. C.

**COLEGIO DE
INGENIEROS
CIVILES**

MISIÓN

Presentar un modelo de excelencia para proyectar la contribución del ingeniero civil en el desarrollo de la sociedad y promover la actualización técnica, desarrollo humano y ética profesional de los socios del Colegio.

**Revista
CICDECH**

MISIÓN

Integrar una asociación líder en el desarrollo y aprendizaje continuo de las competencias profesionales y éticas de los ingenieros civiles para contribuir en la construcción de una comunidad con calidad de vida.



COLEGIO DE INGENIEROS CIVILES
DE CHIHUAHUA, CHIH. A.C.

CONSEJO DIRECTIVO XXXVI

I.C. José Antonio Montes
Madrid
PRESIDENTE

I.C. Javier González Cantú
SECRETARIO GENERAL

I.C. Juan Manuel Pando Romero
**SRIO. DE SERVICIO
SOCIAL**

I.C. Alejandro Baranda
Bernádez
VICEPRESIDENTE

I.C. Javier Cárdenas Morales
TESORERO

I.C. Ismael Omar Villalobos
Portillo
**SRIO. DE COMUNICACIÓN
Y DIFUSIÓN**

I.C. Alma Rosa Rodríguez
Gutiérrez

**SRIO. DE ACTUALIZACIÓN
PROFESIONAL, ACREDITACIÓN Y
CERTIFICACIÓN PROFESIONAL**



I.C. Fernando Ortega Rodríguez
FUNDADOR DE LA REVISTA

I.C. Ismael Omar Villalobos Portillo
EDITOR EN JEFE

EDITORES ASOCIADOS

M.D.A.S. Lorena Barrera González
M.I. Javier González Cantú
M.D.A.A. Pablo Hernández Quiñones
Dra. Cecilia Olague Caballero
(†) I.C. Benjamín Antonio Rascón Mesta
I.C. Rodrigo Ruíz Santos

COLABORADORES

Dra. Vania Carolina Álvarez
Olivas
M.F. María Antonia Aragón de
los Ríos
Dr. José Antonio Cabello Méndez
Dra. Dalila Jaqueline Escudero
Almanza
I.G. Irianyt González Rojas
Dr. Martín Herrera Ramírez

M. Arq. Isela Mata Barrera
Dr. José Mora Ruacho
Ing. Jesús Eduardo Navarro Sánchez
Dr. José Trinidad Pérez Quiróz
Q.B.P. José Martín Piñón Amavisca
Dra. Katia Rivera Vicuña
M.I. José Santos García
M.I. Xóchitl Aidé Valencia Fierro
Dr. Gilberto Wenglas Lara

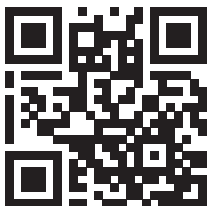
CICDECH, Año 34, Núm. 209, JUL / AGO 2026, es una publicación bimestral editada por el Colegio de Ingenieros Civiles de Chihuahua, Chih., A. C., Av. Politécnico Nacional No. 2706, Col. Quintas del Sol, C.P. 31250, Chihuahua, Chih., Tel: (614) 4300559 y 4300865, www.cicchiuhua.org. Editor responsable: I.C. Ismael Omar Villalobos Portillo. Reserva de Derechos al Uso Exclusivo No. 04-2015-072116021400-102, ISSN 2448-6361, ambos otorgados por el Instituto Nacional del Derecho de Autor. Certificado de Licitud de Título y Contenido con No. 16680, otorgado por la Comisión Calificadora de Publicaciones y Revistas Ilustradas de la Secretaría de Gobernación. Impresa por Carmona impresores, Blvd. Paseo del Sol #115, Jardines del Sol, 27014 Torreón, Coah. Distribuida por el Colegio de Ingenieros Civiles de Chihuahua, Chih., A. C., Av. Politécnico Nacional No. 2706, Col. Quintas del Sol, C.P. 31250, Chihuahua, Chih. Este número se terminó de imprimir el 3 de julio del 2026 con un tiraje de 1500 ejemplares.

Las opiniones expresadas por los autores no necesariamente reflejan la postura del Colegio de Ingenieros Civiles de Chihuahua.

Los contenidos podrán ser utilizados con fines académicos previa cita de la fuente sin excepción.

Portada

Modelo arquitectónico 3D generado por IA



Revista del Colegio de Ingenieros Civiles
de Chihuahua, Chih., A. C.
Av. Politécnico Nacional No. 2706,
Col. Quintas del Sol, C.P. 31250
Chihuahua, Chih., México
Tels. (614) 4300559 y 4300865



Av. San Felipe No. 5
Chihuahua, Chih., México
Tel. (614) 4139779
www.roodcomunicacion.com

Indexada en
directorio



Edición bimestral No. 209
Año 34, julio - agosto
Chihuahua, Chih.

CONTENIDO

05

Concreto con biocarbón: una estrategia de doble beneficio para la construcción sostenible y la captura de carbono

08

Movilidad e interacción de las mujeres en el contexto urbano

12

Patología del concreto por ataque ácido: un análisis de la oxidación de pirita y la formación de ácido sulfúrico *in situ*

16

Arq. Augusto Champion Chapa, Presidente del Clúster de la Construcción de Chihuahua

18

Jornadas de Ingeniería 2026

20

La ciudad como espejo cultural: rompiendo el paradigma territorial en Chihuahua (II parte de II)

22

BIM en Chihuahua: transformando la eficiencia en la obra civil

24

Geopolímeros: una alternativa para aumentar la vida útil del concreto

26

Actualización de la normativa mexicana en materia de pintura y microesferas de vidrio para señalamiento horizontal de tránsito (II parte de II)

30

Competitividad e innovación en PyMEs manufactureras: un modelo de evaluación en el contexto 4.0 (II parte de II)



DIRECTORIO COMERCIAL

FORROS

JMAS
Gobierno del Estado
Municipio
GCC

INTERIORES

- 07 Ingeniería Civil y Eléctrica
- 10 Portillo & Young
- 11 Heraldo de Chihuahua
- 14 SPEC
- 15 1309 Clúster / Refaccionaria Octavio Vázquez / Altamateriales
- 21 DEMSA
- 23 BDM Group
- 28 Industrial Roofing Systems
- 29 Rigba
- 32 Maplasa

Concreto con biocarbón: una estrategia de doble beneficio para la construcción sostenible y la captura de carbono

Dr. José Mora
Ruacho¹

¹Universidad
Autónoma de
Chihuahua,
Facultad de
Ingeniería

Dra. Katia Rivera
Vicuña²

²Instituto
Tecnológico de
Chihuahua

Dr. Martín Herrera
Ramírez³

³Centro de
Investigación
en Materiales
Avanzados, S.C.

CICDECH,
AÑO 34, NÚM.
209 /
JUL-AGO 2026



La industria de la construcción es responsable de aproximadamente el 6 - 7 % de las emisiones globales de CO₂, siendo la producción de cemento Portland uno de sus principales vectores de impacto ambiental. Ante esta realidad, distintas organizaciones globales han impulsado estrategias de captura de carbono como vía para reducir las emisiones proyectadas en las próximas décadas. El CO₂ es el componente principal de los gases de efecto invernadero (GEI) y se considera un factor crítico que influye en el cambio climático. Afortunadamente, el compromiso actual de las empresas y otras entidades cuya actividad genera GEI ha impulsado una mejora en sus procesos de fabricación, logrando así reducciones medibles de las emisiones de CO₂. De esta manera, la mitigación de la huella de carbono puede reducir considerablemente los efectos del cambio climático.

El uso de biocarbón es una de las soluciones más prometedoras, seguras y sencillas, basadas en subproductos, para neutralizar el CO₂ atmosférico. Según estudios previos, una tonelada de biocarbón

puede capturar entre 2.0 y 2.6 toneladas de CO₂. Este material se produce mediante pirólisis (descomposición térmica de materiales orgánicos a altas temperaturas en ausencia de oxígeno, como se observa en la Figura 1) a partir de diversos subproductos de biomasa, tales como paja de arroz, residuos alimentarios, distintos tipos de maderas, lodos, estiércol, entre otros. Dadas estas características, el biocarbón representa un candidato idóneo para su integración en mezclas de concreto, donde sus propiedades físicas y químicas pueden aprovecharse tanto para mejorar el desempeño estructural como para contribuir al secuestro permanente de carbono en la matriz cementicia.



Figura 1. Ilustración del proceso de pirólisis de madera.

Biocarbón como complemento en el concreto

Para satisfacer las demandas actuales de infraestructura, el concreto se ha consolidado como uno de los materiales de construcción más utilizados debido a su flexibilidad, versatilidad y durabilidad. Sin embargo, su impacto ambiental es considerable: la producción de una tonelada de cemento Portland genera hasta 0.98 toneladas de CO₂ mediante los procesos de combustión y calcinación, lo que representa entre el 6.0 y el 7.0 % de las emisiones globales totales de CO₂.

Ante este desafío, la incorporación de biocarbón en las mezclas de concreto ofrece beneficios estratégicos de doble naturaleza: por un lado, la valorización de subproductos de biomasa mediante la sustitución parcial del cemento; por otro, la optimización de las propiedades mecánicas y físicas del material, junto con su capacidad de absorción de CO_2 atmosférico. Esta última característica garantiza el secuestro efectivo de carbono durante toda la vida útil de la estructura, convirtiendo al concreto en un agente activo de mitigación climática y no únicamente en una fuente de emisiones.

Optimización de las propiedades mecánicas

Sustituir entre el 5.0 y el 6.5 % del cemento en masa por biocarbón puede mejorar la resistencia a compresión (Figura 2) y a tensión del concreto en comparación con las mezclas convencionales. Diversas investigaciones confirman este comportamiento para distintas relaciones agua-cementante, observándose que, independientemente de esta relación, las mezclas con biocarbón mantienen una tendencia consistente de mejora dentro del rango óptimo de sustitución. Asimismo, la resistencia a la flexión se incrementa con niveles de sustitución de entre el 2.0 y el 5.0 %, identificándose el 2.0 % en peso como el punto de máxima eficiencia para esta propiedad. Este incremento en las capacidades mecánicas se atribuye principalmente al efecto de relleno, donde las partículas de biocarbón ocupan los poros de la matriz del cemento hidratado, aumentando así su compacidad.

No obstante, debe existir un punto de equilibrio entre la ganancia de resistencia y el beneficio ecológico del secuestro de carbono. Si bien una mayor tasa de sustitución de cemento por biocarbón maximiza la captura de CO_2 en el material, una dosificación superior a los límites óptimos puede derivar en un impacto negativo sobre las propiedades estructurales del concreto. Por ello, la selección de la dosificación adecuada debe considerar simultáneamente los requerimientos de desempeño mecánico y los objetivos de sostenibilidad ambiental del proyecto.

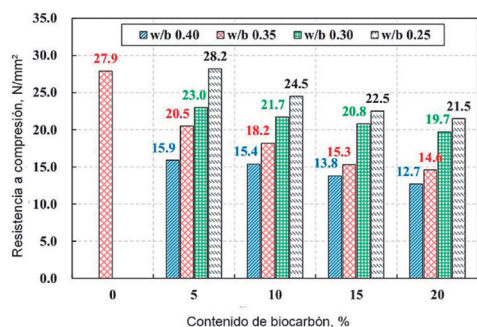


Figura 2. Resistencia a compresión del concreto en función del contenido de biocarbón para cuatro relaciones agua-cementante.

Aislamiento térmico

El concreto adicionado con biocarbón optimiza el aislamiento térmico debido a su estructura altamente porosa, la cual reduce la conductividad térmica y aumenta la resistencia al flujo de calor (como se

ilustra en la Figura 3). Esta reducción es consistente a través de distintas relaciones agua-cementante, siendo más pronunciada en las mezclas con menor relación w/b, donde la combinación de una matriz más densa con la porosidad propia del biocarbón genera el mayor efecto de resistencia térmica. Esta propiedad representa una alternativa sostenible frente a los materiales aislantes tradicionales de origen sintético. Se ha observado que las adiciones óptimas —situadas entre un 5.0 y un 10.0 % de sustitución— mejoran significativamente el desempeño térmico, contribuyendo a la creación de edificaciones energéticamente eficientes, con una mayor estabilidad térmica y una durabilidad superior. En términos prácticos, esta reducción de la conductividad térmica puede traducirse en menores demandas de climatización artificial, con el consecuente ahorro energético durante la vida útil del edificio.

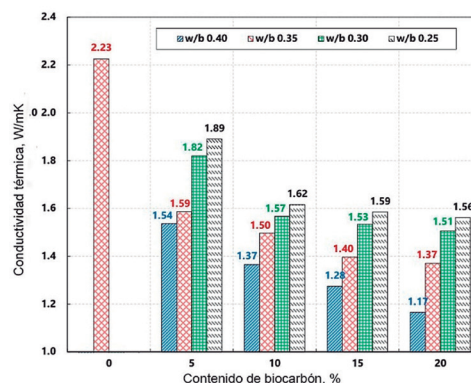


Figura 3. Conductividad térmica del concreto en función del contenido de biocarbón para cuatro relaciones agua-cementante.

Reducción de agrietamiento por retracción

Es bien sabido que la retracción del concreto —debida a la pérdida de humedad tanto en estado fresco como endurecido— puede provocar agrietamientos en losas y estructuras de gran superficie, comprometiendo su durabilidad. Actualmente, diversos estudios muestran que la incorporación de biocarbón en la mezcla genera resultados benéficos al mitigar la retracción y, por consiguiente, reducir la aparición de grietas. Este fenómeno se debe principalmente a la elevada porosidad y capacidad de retención de agua del biocarbón; estas partículas actúan como reservorios de humedad que compensan la pérdida de agua del material, favoreciendo el proceso de curado interno que estabiliza la matriz del cemento. La reducción del agrietamiento por retracción no solo mejora la durabilidad de la estructura, sino que también disminuye los costos de mantenimiento a largo plazo, un aspecto de especial relevancia en proyectos de infraestructura pública.

Secuestro de CO_2 y carbonatación del concreto

Debido al proceso de carbonatación pasiva (también conocido como meteorización o carbonatación natural), las estructuras de concreto actúan como sumideros capaces de secuestrar y almacenar CO_2 de forma análoga a los bosques, los océanos y el suelo. Las investigaciones sobre la cuantificación del carbono global capturado por materiales cementicios

muestran una tendencia creciente, pasando de 0.10 a 0.25×10^9 toneladas anuales entre 1998 y 2013. Según el modelo propuesto en el estudio de SCHAEFER (Figura 4), estos materiales capturaron un total de 4.5×10^9 toneladas de CO_2 durante el período de 15 años, cifra que representa el 43 % del dióxido de carbono emitido a la atmósfera durante el proceso de calcinación del cemento producido en ese lapso. La incorporación de biocarbón en la mezcla potencia este mecanismo: al aumentar la superficie porosa disponible y favorecer la difusión de CO_2 hacia el interior de la matriz cementicia, el biocarbón actúa como un amplificador del proceso de carbonatación, incrementando la capacidad total de secuestro de carbono de la estructura a lo largo de su vida útil.

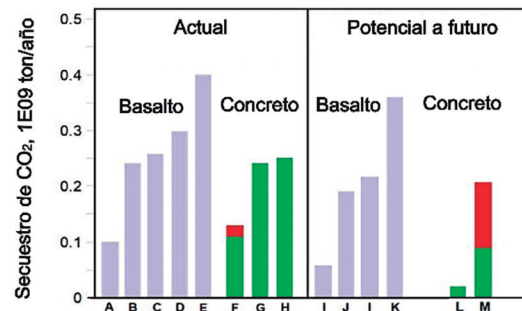


Figura 4. Secuestro de CO_2 por basalto y concreto: proyección actual y a futuro.

Conclusiones

Considerar la adición de biocarbón como reemplazo parcial del cemento Portland demuestra ser una solución sostenible que responde con eficacia a las demandas ecológicas actuales. La transferencia del CO_2 desde la atmósfera hacia la matriz del concreto representa una estrategia integral de mitigación climática: no solo garantiza el secuestro permanente de carbono, sino que también optimiza las propiedades mecánicas, térmicas y físicas del material, posicionando al concreto con biocarbón como un pilar fundamental para la infraestructura del futuro. En el contexto de México, donde la industria de la construcción enfrenta exigencias crecientes de sostenibilidad, eficiencia energética y reducción de emisiones, esta tecnología representa una alternativa técnicamente viable, respaldada por evidencia científica reciente, con amplio potencial de aplicación en proyectos de vivienda, infraestructura urbana y obra civil. Su adopción progresiva en la práctica profesional de la ingeniería civil constituye un paso concreto —y necesario— hacia una construcción más responsable con el entorno.

Referencias:

- Senadheera, Sachini Supunsala, *et al.* Application of biochar in concrete – A review. *Cement and Concrete Composites*, 2023, vol. 143, p. 105204.
- Rose, Daniel; Shirzad, Sharareh. Innovations in green concrete: Combining metakaolin and arundo grass biochar for enhanced sustainability. *Sustainability*, 2024, vol. 16, no 24, p. 11219.
- Mosaberpanah, Mohammad Ali, *et al.* Effect of biochar and sewage sludge ash as partial replacement for cement in cementitious composites: Mechanical, and durability properties. *Sustainability*, 2024, vol. 16, no 4, p. 1522.
- Winters, Dahl; Boakye, Kwaku; Simske, Steven. Toward carbon-neutral concrete through biochar-cement-calcium carbonate composites: A critical review. *Sustainability*, 2022, vol. 14, no 8, p. 4633.
- Park, Ji-Hun, *et al.* An experimental study on the thermal insulation properties of concrete containing wood-based biochar. *Applied Sciences*, 2025, vol. 15, no 19, p. 10560.
- Schaefer, Douglas A.; GUI, Heng; XU, Jianchu. Sequestration of CO_2 by concrete and natural minerals - current status, future potential, and additional benefits. *Circular Agricultural Systems*, 2024, vol. 4, p. e009.



INGENIERÍA CIVIL Y ELÉCTRICA

DISEÑO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS
EN MEDIA Y BAJA TENSIÓN



614 435 0135



aurora_bo@hotmail.com

DISEÑOS ESTRUCTURALES:

- PLANTAS MAQUILADORAS
- HOSPITALES
- COMPLEJOS INDUSTRIALES
- FRACCIONAMIENTOS RESIDENCIALES
- GESTIÓN DE TRÁMITES ANTE LA DIRECCIÓN DE DESARROLLO URBANO Y ECOLOGÍA

Movilidad e interacción de las mujeres en el contexto urbano

"La ciudad será verdaderamente democrática cuando responda a las necesidades de todas las personas que la habitan".

Inés Sánchez de Madariaga

M. Arq. Isela Mata Barrera

Colegio de Arquitectos de Chihuahua

**CICDECH,
AÑO 34, NÚM.
209 /
JUL-AGO 2026**

Las ciudades no son espacios neutrales, son el resultado de procesos históricos, sociales y culturales que han definido la manera en que las personas habitan, se desplazan y se relacionan con su entorno. Durante gran parte de la historia, la planificación urbana y la toma de decisiones sobre el desarrollo de las ciudades estuvieron dominadas por una visión masculina, lo que influyó en la configuración de espacios públicos, sistemas de movilidad y equipamientos urbanos, que no siempre respondieron a las necesidades y experiencias de las mujeres.

Tradicionalmente, a las mujeres se les asignó un papel vinculado al ámbito doméstico y a las labores de cuidado, mientras que los hombres ocuparon predominantemente los espacios productivos y de representación pública. Esta división de roles tuvo repercusiones directas en la forma en que las ciudades fueron concebidas y organizadas, generando entornos que, en muchos casos, dificultan la movilidad, la seguridad y el acceso equitativo de las mujeres al espacio urbano.

En las últimas décadas, la incorporación de la perspectiva de género en el urbanismo ha permitido visibilizar estas desigualdades y reconocer que las experiencias urbanas son distintas para cada persona. Comprender cómo las mujeres recorren, utilizan y perciben la ciudad, resulta fundamental para construir entornos más inclusivos, accesibles y seguros, donde las tareas de cuidado, la movilidad cotidiana y la participación social sean consideradas como elementos esenciales de la planificación urbana.

Este artículo reflexiona sobre la interacción de las mujeres con el contexto urbano, analizando la importancia de incorporar sus experiencias y necesidades en el diseño de las ciudades para avanzar hacia espacios públicos más equitativos, habitables y democráticos para todas las personas.

Hoy en día las mujeres recorren el espacio público con más frecuencia que en otros tiempos, debido a que su integración en el campo laboral se ha incrementado a

través de las distintas oportunidades donde ha logrado incursionar y participar de forma activa, además de que su rol se ha intensificado gracias a las diferentes actividades que realiza durante el día en los distintos escenarios donde interactúa, es por ello que el espacio público cobra vital importancia en el diseño urbano, exigiendo replantearse la disposición del mobiliario, la iluminación, las sendas, las paradas de transporte público, los pasos a desnivel, las escaleras, las áreas verdes y todo aquello que lo conforma.



Las mujeres durante el día utilizan distintos medios de transporte para transitar desde su hogar, a la guardería, la escuela, el trabajo, el supermercado y los espacios para realizar actividades de esparcimiento y deporte, donde generalmente van acompañadas de dos o más personas, ante esta situación es importante considerar que su trayecto debe proporcionar seguridad a su integridad, desde la parte que comprende el área peatonal hasta el espacio físico donde se estacionará o tomará el transporte público.

Si atendemos a su recorrido vía peatonal, que es el que en su gran mayoría utiliza, debido que un elevado porcentaje de la población no cuenta con un automóvil para desplazarse por la ciudad, debemos tender a proporcionar espacios públicos que brinden caminos o sendas seguras de transitar en distintas horas del día, con iluminación acorde a su antropometría, es decir,

que la iluminación del alumbrado público esté localizada a una altura considerable para iluminar el rostro y la silueta de las personas que recorren el camino y alumbrar con amplitud el lugar por donde transita. Poder apreciar la rasgos del rostro de una persona, proporciona seguridad al realizar el recorrido, ya que permiten distinguir ciertos aspectos de la persona, para advertir si es necesario guardar distancia, tener precaución o buscar una alternativa distinta de desplazamiento.

Cuando la iluminación es adecuada al contexto urbano, permite que el espacio tenga una mayor afluencia de visitantes de distintas edades, lo que admite que estos lugares sean recorridos por más personas durante las horas nocturnas, generando espacios seguros al estar más ocupados por transeúntes, efecto que alarga la utilización del espacio en más horas durante el día, propiciando espacios de convivencia que fortalecen el tejido social y crean sentidos de pertenencia en los usuarios, incluso en los comerciantes ambulantes y los negocios del alrededor.



Cuando un espacio cuenta con una iluminación adecuada, se convierte en un entorno que favorece la convivencia entre personas de distintas edades que buscan esparcimiento y recreación. Además, la seguridad del lugar se fortalece gracias a la participación activa de quienes lo utilizan, ya que su presencia e interacción a través de diversas actividades contribuyen a generar un ambiente más seguro, dinámico y atractivo para la comunidad.

Las mujeres recorren y se desplazan constantemente dentro de la ciudad, en muchos casos acompañadas de sus hijos, quienes requieren de su guía y cuidado. Por ello, el espacio público adquiere relevancia en los diferentes recorridos que realizan durante el día. En este sentido, el tipo de pavimento debe responder a sus necesidades de movilidad, es decir, presentar superficies y texturas que faciliten el desplazamiento, evitando tropiezos tanto para los pequeños como para las carreolas y el calzado que utilizan, de modo que los recorridos sean más cómodos, seguros y sencillos de realizar.

Estos recorridos deben ofrecer anchos de banqueta acordes a los dispositivos con los que trasladan a sus pequeños y que les permitan tomar de la mano a los hijos que caminan junto a ellas, proporcionando un espacio para el movimiento peatonal libre de cualquier

obstáculo, donde las franjas destinadas al mobiliario urbano, la vegetación, la señalización y los elementos de infraestructura que conforman el lugar tengan un espacio asignado para su ubicación, de modo que no interfieran con el recorrido ni con el tipo de actividades que se desarrollan en la zona.

Las franjas de fachada, que son los espacios inmediatos al edificio, deben guardar una delimitada área de circulación que no interrumpa el paso y la circulación de los distintos peatones que existan en la zona, por tanto, se debe considerar un área al menos de 1.20 mts para espacio de servicio público en exteriores.

Estos espacios exteriores deben contar con pendientes mínimas para evitar encharcamientos o aguas estancadas que dañen el pavimento y que puedan ocasionar accidentes al ser recorridos, tomando en cuenta que las mujeres van acompañadas de sus hijos o personas dependientes, por lo que sus sentidos están alertas al cuidado de ellos y más cuando transitan por espacios aglomerados.

La guarnición también requiere de un tratamiento para el uso de carreolas o cochecitos de paseo, ya que cuando estas presentan malformaciones o daños, no permiten el adecuado tránsito de las personas, provocando en la mayoría de los casos caídas, incluso accidentes donde pueden sufrir golpes los pequeños acompañantes o ellas mismas.

Sobre las banquetas que conforman estos espacios exteriores, los elementos de protección para los peatones adquieren relevancia, de allí la importancia de contar con señalamientos e iluminación adecuada, para que no se conviertan en obstáculos, o espacios que provoquen incidentes desagradables e inseguros, sobre todo cuando las mujeres van con las manos ocupadas por mandado, por llevar a sus hijos o empujar una carreola.

En las ciudades, el transporte público proviene de las zonas periféricas y de los anillos intermedios hacia las zonas más consolidadas, donde se ubican las fuentes de empleo, los servicios y las escuelas. En la mayoría de las ocasiones, el transporte no llega hasta la puerta de estos destinos, por lo que la caminata para llegar al destino final puede resultar extensa y complicada. Por ello, se vuelve primordial diseñar espacios donde las personas puedan detenerse un momento para descansar o tomar aire, sobre todo en el caso de las mujeres que van acompañadas de sus hijos o que cuidan de sus padres y que, generalmente, cargan bolsas de mandado, juguetes, mochilas, entre otros objetos. Estos espacios destinados como paraderos propician recorridos más agradables, acortando la sensación de las largas distancias y, al estar ocupados por actividades de pequeños comercios ambulantes, crean atmósferas de seguridad cuando se encuentran dentro de espacios diseñados acorde con las necesidades de los usuarios. Esto se debe a que las personas se van reconociendo durante sus traslados y, de alguna forma, se van protegiendo mediante la interacción cotidiana. Así, se fortalecen las relaciones a través del uso del espacio y la convivencia, lo que contribuye a la reconstrucción de la estructura social por medio del sentido de pertenencia; los espacios son cuidados por los peatones y valorados por sus usuarios.

La disposición de las paradas de transporte público juega un papel primordial en el espacio. El mobiliario urbano que las conforma debe ofrecer condiciones

accesibles para su uso, sobre todo cuando las mujeres llevan las manos ocupadas. Por ello, ampliar las banquetas en estas zonas ayudará a garantizar un adecuado flujo peatonal, mejores condiciones de seguridad para su utilización y mayor comodidad para el creciente número de usuarios, siempre que se generen espacios libres de obstáculos y barreras para el tránsito peatonal.

Las escaleras en el espacio público constituyen un aspecto importante al momento del diseño. Si las condiciones del espacio lo permiten, lo más adecuado será generar una rambla con una pendiente apropiada para el tránsito de cualquier tipo de peatón. Si a esta se le incorpora mobiliario urbano con áreas de descanso y vegetación endémica acorde con la zona, el espacio público incentivará su uso, reunirá a un mayor número de personas y, por tanto, incrementará la seguridad a través de la presencia de peatones que realizan sus recorridos durante las distintas horas del día.

Los escalones en estas áreas exteriores deben proporcionar seguridad para ser recorridos, por lo que un adecuado tamaño de huella, peralte y pasamanos, permitirán un mayor uso, evitarán el vandalismo y disminuirán la presencia de maleantes, al contar con más afluencia de usuarios.

En relación con los pasos a desnivel, que obligan a cruzar una calle de un extremo a otro, estos deberán ubicarse en lugares visibles y concurridos para brindar seguridad a los usuarios, especialmente a las mujeres que los transitan solas o acompañadas de sus hijos. La incorporación de un botón de pánico para solicitar asistencia de seguridad pública ayudará en gran medida a fomentar su uso. En caso de que estén conformados por rampas, estas deberán contar con una pendiente adecuada, de acuerdo con lo establecido en la norma, para garantizar espacios accesibles y apropiados para su utilización conforme a criterios antropométricos.

El espacio público constituye un elemento fundamental para la construcción de ciudades más inclusivas, equitativas y sostenibles, al representar el ámbito donde se desarrolla gran parte de la vida social, cultural y comunitaria. Desde la perspectiva de género, su diseño, accesibilidad, seguridad y funcionalidad adquieren una relevancia especial para las mujeres, quienes experimentan y utilizan la ciudad de manera diferenciada debido a las responsabilidades de cuidado, los patrones de movilidad y las condiciones de seguridad que enfrentan cotidianamente.

La existencia de espacios públicos seguros, accesibles, iluminados y con equipamiento adecuado favorece la participación activa de las mujeres en la vida urbana, fortalece su autonomía y contribuye al ejercicio pleno de sus derechos. El diseño de estos espacios promueve la convivencia social, la apropiación del entorno y la generación de redes comunitarias que fortalecen el tejido social.

Por ello, la planificación y el diseño urbano deben incorporar una visión sensible al género que reconozca las necesidades de las mujeres y garantice que el espacio público sea un lugar de encuentro, integración y bienestar para todas las personas. La construcción de ciudades más justas comienza con la creación de entornos urbanos que permitan a las mujeres habitar, transitar y disfrutar los espacios públicos en condiciones de igualdad, seguridad y dignidad.

Referencias:

Bazant, J. (2020). *Micro urbanismo: al rescate del peatón en los espacios urbanos*. Editorial Trillas.



PORTILLO Y YOUNG. S.C.
INGENIEROS CONSULTORES

Ave. Independencia 514 - 300 Chihuahua, Chih., México C.P. 31000
Email : pyoung@pyyssc.com.mx T: (614) 416-0272 (614) 416-6812

DISEÑO ESTRUCTURAL

CORRESPONSABLES
ESTRUCTURALES

SUPERVISIÓN Y
ADMINISTRACIÓN DE OBRA

ASESORÍA



SIGUENOS EN: PÁGINA WEB



Y FACEBOOK



<https://oem.com.mx/elheraldodechihuahua/> • www.facebook.com/ClasificadosHeraldoChihuahua

^{Aviso} **Clasificado**

PUBLICAMOS TU ANUNCIO EN
FACEBOOK - IMPRESO - PÁGINA WEB

**BYE BYE,
CASITA.
ENCUENTRA
NUEVO
DUEÑO**



**¡ A N Ú N C I A L A
Y A !**

EL HERALDO
DE CHIHUAHUA

clasificado@elheraldodechihuahua.com.mx
Teléfonos: 614 432 38 23 - 614 432 38 17 - 614 432 38 05

I.G. Irianyt
González Rojas,
O.B.P. José Martín
Piñón Amavisca y
Dra. Dalila
Jaqueline
Escudero Almanza

Universidad
Autónoma de
Chihuahua,
Facultad de
Ingeniería

CICDECH,
AÑO 34, NÚM.
209 /
JUL-AGO 2026

Patología del concreto por ataque ácido: un análisis de la oxidación de pirita y la formación de ácido sulfúrico *in situ*

La durabilidad y la integridad estructural de las obras de infraestructura civil dependen, en gran medida, de la estabilidad química de los materiales con los que interactúan. Tradicionalmente, el estudio de la degradación del concreto se ha centrado en fenómenos como la carbonatación o el ataque por cloruros; sin embargo, la presencia de minerales reactivos en el entorno, como los sulfuros metálicos, representa una amenaza química silenciosa pero devastadora.

La pirita (FeS_2), un disulfuro de hierro común en diversos entornos geológicos, es intrínsecamente inestable cuando se expone a condiciones atmosféricas. Ante la presencia de oxígeno y humedad, este mineral inicia un proceso de oxidación exotérmico que deriva en la generación de lixiviados altamente ácidos, fenómeno conocido técnicamente como Drenaje Ácido de Roca (DAR).

En el presente artículo, se analiza un caso de estudio documentado a lo largo de 11 años de observación continua. A través de este seguimiento, se ha evidenciado cómo el escurrimiento pluvial sobre muestras mineralizadas ha desencadenado una reacción en cadena: desde la oxidación visible del mineral —manifestada en una transición cromática de óxidos ocre hacia tonalidades negras— hasta la severa corrosión del suelo de concreto circundante.

El objetivo de este análisis es detallar el mecanismo de formación de ácido sulfúrico (H_2SO_4) *in situ* y su posterior reacción con la pasta cementante, la cual resulta en la desintegración de la matriz del concreto y la pérdida de sección estructural. Este caso subraya la importancia crítica de la geología aplicada en la ingeniería civil, advirtiendo sobre los riesgos de utilizar o permitir la proximidad de materiales sulfurosos en contacto con elementos de construcción.

La química del desastre

El deterioro observado en la interfase mineral-concreto no es un proceso mecánico, sino una sucesión de reacciones químicas electroquímicas y de neutralización. Este fenómeno se puede dividir en dos etapas críticas: la génesis del ácido y el ataque a la matriz cementante.

Oxidación de la pirita (FeS_2)

La pirita, al entrar en contacto con el oxígeno de la atmósfera y el agua de lluvia, se oxida mediante una serie de pasos. La reacción global simplificada que explica la formación de la acidez y los precipitados visibles (limonita/goethita) es la siguiente:



En esta reacción, observamos dos productos fundamentales:

- 1.- Hidróxido férrico ($\text{Fe}(\text{OH})_3$): responsable de las coloraciones ocre, naranjas y rojizas que impregnan el área.
- 2.- Ácido sulfúrico (H_2SO_4): un ácido fuerte que permanece en solución en el agua de escurrimiento y que actúa directamente sobre el concreto.

Cinética del proceso y variación cromática

Durante los 11 años de observación, el cambio de coloración de naranja a negro en la muestra mineral sugiere una progresión en los estados de oxidación del hierro y la posible formación de óxidos más estables o incluso sulfuros secundarios. Esta transición indica una exposición prolongada donde el lixiviado ácido ha sido constante, manteniendo el pH en niveles agresivos para cualquier material alcalino.

Ataque químico al concreto

El concreto, por su naturaleza (pH alcalino cercano a 12.5), es extremadamente vulnerable a soluciones ácidas. El ácido sulfúrico reacciona con los componentes de la pasta de cemento hidratado, principalmente con la portlandita ($\text{Ca}(\text{OH})_2$):



Esta reacción tiene consecuencias físicas observables:

- **Lixiviación y pérdida de masa:** el ácido disuelve los cristales que dan cohesión a la pasta, dejando el agregado (arena y grava) expuesto y suelto.
- **Formación de etringita secundaria:** el yeso formado puede reaccionar con los aluminatos del cemento, creando cristales de etringita. Debido a que la etringita ocupa un volumen mayor que los componentes originales, genera presiones internas que expanden y fisuran el concreto desde adentro.

El resultado final es la desintegración granular: el concreto deja de ser un sólido monolítico para convertirse en una amalgama de áridos sin ligante.

Condiciones del entorno y exposición

El estudio se basa en la observación empírica de un micro-entorno controlado de manera accidental. Se analizó el comportamiento de una muestra mineral con alto contenido de sulfuros (pirita) dispuesta sobre una superficie de concreto convencional durante un periodo de 11 años.

La muestra estuvo sujeta a las condiciones climáticas locales, caracterizadas por ciclos de humectación y secado (agua de lluvia y evaporación solar). Este ciclo es fundamental para la formación de ácido, ya que el agua actúa como vehículo para el transporte de los iones sulfato, mientras que el secado concentra la acidez y acelera la precipitación de óxidos.

Análisis de la evidencia visual y cromática

A través del registro fotográfico, se identificaron tres indicadores claros de la degradación:

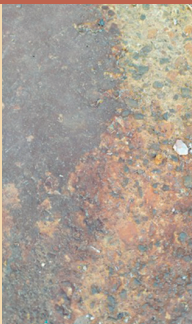
Fenómeno	Descripción	Evidencia
Evolución mineral	El área inmediata circundante de la roca muestra una transición de colores ocre y naranja intenso hacia tonalidades negras y costras ferruginosas. Estas pátinas representan el agotamiento del azufre en las capas externas de la pirita y la acumulación de óxidos de hierro más densos.	
Patrones de escurrimiento	Se observa una "huella" de lixiviación que sigue la pendiente natural del suelo. Las zonas de coloración amarillenta en el concreto delimitan el área de contacto directo con el agua ácida de bajo pH.	
Degradación física del soporte	La observación detallada del concreto revela una designación selectiva.	

Tabla 1. Evidencia de la variación visual y cromática de los fenómenos que se presentan.

Caracterización del daño estructural

El daño no se limita a la superficie. La formación de grietas y la exfoliación de la capa superior del concreto sugieren que la reacción química ha penetrado en la porosidad del material.

La presencia de una rejilla metálica en las proximidades también permite observar un efecto colateral: la aceleración de la corrosión galvánica en elementos de acero debido al ambiente ácido creado por el lixiviado de la pirita, lo cual agrava el riesgo en estructuras de concreto armado (Figura 1).



Figura 1.

La variable tiempo y la escala de degradación

La observación durante 11 años permite concluir que la degradación del concreto por oxidación de sulfuros no es un evento súbito, sino un proceso acumulativo. Sin embargo, en términos de vida útil de una obra civil, 11 años es un periodo corto para presentar una pérdida de sección tan evidente. Esto indica que la cinética de la reacción bajo condiciones de intemperismo natural es lo suficientemente agresiva como para reducir drásticamente la durabilidad proyectada de cualquier estructura de concreto simple o armado que esté en contacto con lixiviados de pirita.

Vulnerabilidad estructural

Un error común en la inspección de obras es considerar las manchas de óxido (tonos ocre y negro) únicamente como un problema estético o de "suciedad". Los resultados de este caso de estudio demuestran que estas manchas son indicadores de una patología química profunda. La formación de yeso y etringita secundaria dentro de los poros del concreto genera una presión de cristalización que precede a la desintegración granular. Para un ingeniero civil, esto significa que cuando la mancha es visible, la matriz interna ya ha comenzado a perder su capacidad de transferencia de esfuerzos.

Riesgos en la práctica de ingeniería

Considerando el contexto geológico de regiones con actividad minera o presencia de rocas ígneas y sedimentarias ricas en sulfuros, el riesgo es latente en dos vertientes:

- 1.- **Materiales de préstamo:** el uso de agregados o materiales para terraplenes que contengan pirita sin un tratamiento previo.
- 2.- **Cimentaciones en sitio:** estructuras desplantadas directamente sobre macizos rocosos mineralizados donde el flujo de agua subterránea o pluvial puede activar la generación de ácido sulfúrico contra las zapatas o pilas de cimentación.

Conclusiones

- **La pirita como agente agresor:** se confirma que la presencia de sulfuros metálicos en el entorno inmediato de una obra civil no es un elemento inerte. Su capacidad para generar ácido sulfúrico mediante lixiviación natural es un factor crítico de degradación química.
- **Corrosión irreversible:** el proceso de 11 años demuestra que la reacción entre el ácido sulfúrico y la portlandita del cemento conduce a una desintegración granular total, donde el concreto pierde su cohesión y sus propiedades mecánicas.
- **Diagnóstico visual:** las coloraciones ocre, naranja y negras deben ser interpretadas por el ingeniero civil como señales de alerta de un proceso patológico activo y no simplemente como un deterioro estético superficial.
- **Sinergia disciplinaria:** el caso de estudio evidencia que la geología aplicada es una herramienta preventiva fundamental para la ingeniería civil, permitiendo anticipar riesgos químicos que los análisis de materiales convencionales podrían pasar por alto.

Recomendaciones

- **Caracterización mineralógica:** en zonas con sospecha de mineralización, realizar estudios petrográficos y químicos de los materiales de préstamo y del sitio de desplante para detectar la presencia de pirita u otros sulfuros.
- **Protección de superficies:** para infraestructuras que inevitablemente estarán expuestas a lixiviados ácidos, se recomienda el uso de recubrimientos epóxicos, pinturas bituminosas o barreras físicas que impidan el contacto directo del lixiviado con la matriz del concreto.
- **Selección de cementos:** evaluar el uso de cementos resistentes a los sulfatos (tipo HS o similares) en proyectos de cimentación donde el entorno geológico presente potencial de generación ácida.
- **Control de drenaje:** diseñar sistemas de captación de aguas pluviales que eviten el escurrimiento directo sobre rocas mineralizadas hacia elementos estructurales, canalizando los lixiviados hacia zonas de tratamiento o neutralización.

Referencias:

- American Concrete Institute. (2014). ACI 201.2R-08: Guide to durable concrete. ACI Committee 201.
- Appelo, C. A. J., & Postma, D. (2005). *Geochemistry, groundwater and pollution* (2nd ed.). CRC Press.
- Biczók, I. (1981). *Corrosión y protección del hormigón*. Editores Técnicos Asociados.
- Casas, J., & Llanos, J. (2005). *Drenaje ácido de mina: Generación y control*. Universidad de Chile.
- Lothenbach, B., Scrivener, K., & Hooton, R. D. (2011). Supplementary cementitious materials. *Cement and Concrete Research*, 41(12), 1244–1256. <https://doi.org/10.1016/j.cemconres.2010.12.001>
- Nordstrom, D. K. (1982). *Aqueous pyrite oxidation and the consequent formation of secondary iron minerals*. U.S. Geological Survey.
- Taylor, H. F. W. (1997). *Cement chemistry* (2nd ed.). Thomas Telford Publishing.

GESTORÍA AMBIENTAL

Trámites y Consultoría Integral para Todo Tipo de Giros y Proyectos

- Estudio de Impacto Ambiental
- Acreditación de Condicionantes
- D.D.U.E.
- S.E.D.U.E.
- Informe Preventivo
- Estudio Fase I y II
- SEMARNAT
- Auditorías
- Cartografía
- Opiniones Técnicas

PROYECTOS

Trámites y Asesoría Integral
Industriales | Comerciales | Habitacionales

- Diseño Arquitectónico
- Proyecto Ejecutivo
- Licencias de Construcción
- Placa de Aforo
- Protección Civil
- Análisis de Riesgo
- Programa Interno

URBANISMO

Asesoría Profesional Calificada para Todo Tipo de Giros y Proyectos

- Proyecto Ejecutivo
- Factibilidades de Servicios
- Análisis de Viabilidad
- Cambios de Uso de Suelo
- Usos de Suelo
- Estudios Urbanos
- Fraccionamientos

REGISTROS:

DIRECTOR RESPONSABLE DE OBRA

PERITO CATASTRAL

DIRECTOR RESPONSABLE EN URBANISMO

REGISTRO SDUE

(614) 225 4077 (614) 609 8828 1309cluster@gmail.com

Diego de Vilchis #3506-A, Col. San Felipe, C.P. 31203, Chihuahua, Chih.



REFACCIONARIA
OCTAVIO VÁZQUEZ
S.A. DE C.V.



REFACCIONES PARA AUTOS,
CAMIONES Y TRACTORES



Conmutador (614) **432.19.10**
con 20 líneas

418.60.01, 418.67.82, 411.33.77 y 411.33.78

Av. Zarco No. 4404 C.P. 31020 Chihuahua, Chih., Méx.

STANLEY

OWENS
CORNING

TRIM-TEX
DRYWALL SOLUTIONS



USG



LEVEL5

DEWALT

El mejor equipo para tus proyectos



ALTAMATERIALES

alta tecnología en construcción ligera

SUCURSALES

Chihuahua Ciudad Juárez

Av. Pacheco

Av. Tecnológico

Av. Mirador

Blvd. Gómez Morín

Av. Tecnológico

Av. Nogales

Ciudad Delicias

Av. Rio Florido Pte



**USG
BASECOAT®**

DEFENSA

**USG
TABLAROCA®**

MEDIO

**USG
REDIMIX®**

DELANTERO



614 410 1020 614 357 1534

www.altamateriales.com.mx

"El beneficio de todo esto será enorme, ya que podremos capacitar a nuestra gente para contar con una oferta local sólida. Además, podremos atraer talento de todo México y Latinoamérica".

Arq. Augusto Champion Chapa

Presidente del Clúster de la Construcción de Chihuahua

Ante los retos y oportunidades que enfrenta actualmente la industria de la construcción, resulta fundamental impulsar esfuerzos colaborativos entre empresas, instituciones académicas y organismos especializados que fortalezcan la competitividad, la innovación y el desarrollo sostenible del sector. En este contexto, entrevistamos al Arq. Augusto Champion, presidente del Clúster de la Construcción de Chihuahua, quien nos compartió la visión, objetivos y alcances de esta importante iniciativa orientada al fortalecimiento del sector constructor en el estado.

El Arquitecto Champion es fundador de Abitat, empresa chihuahuense especializada en el diseño, planeación y construcción de proyectos industriales y comerciales, con cuatro décadas de trayectoria. A partir de su experiencia, visión y aprendizaje acumulados a lo largo de los años, tuvo la iniciativa de crear un clúster de la construcción: *"En 2018 me animé a hablar con los directivos de dos grandes empresas de Chihuahua que*

hacen obra privada, Crocsa y Copachisa, y la respuesta fue muy positiva desde el inicio. La premisa inicial del Clúster era generar un espacio de diálogo entre nosotros, porque existían temas, tanto a nivel contractual como de mercado, que se nos estaban imponiendo, y lo principal era lograr acuerdos frente a los retos y amenazas que identificábamos como contratis-tas generales. Asimismo, buscábamos impulsar proyectos de capacitación y educación mucho más ambiciosos que los que cada empresa desarrollaba de manera individual”.

Tras dos años de un trabajo pausado pero constante, las tres empresas lograron encontrar una dinámica de colaboración, fortalecieron la confianza entre ellas y comenzaron a construir acuerdos: “Duramos un tiempo en agarrar vuelo, teníamos que probar que esto iba a funcionar con tres empresas altamente competitivas, y sí funcionó bastante bien. Así que a partir de ahí pactamos que cada una de las tres empresas invitaría a tres contratistas de confianza con la mentalidad y cultura que estábamos buscando, no se sumaron las nueve, pero sí fueron al menos siete, así como la academia. Por lo que actualmente somos 14 socios, entre empresas privadas, instituciones académicas y entidades públicas o asociaciones”.

El Arquitecto comentó que el Clúster no tiene una limitación en cuanto al número de socios; sin embargo, buscan que las empresas afiliadas sean compatibles entre sí y estén dispuestas a colaborar en sus programas, principalmente en los educativos.

Ante un entorno en el que las empresas deben invertir de manera constante en la capacitación y desarrollo de su personal para poder competir en un mercado cada vez más exigente, particularmente en temas de seguridad, gestión y cumplimiento contractual, el Clúster se ha caracterizado por el tema de capacitación y desarrollo de contratistas: “Contamos con un programa de acompañamiento para proveedores, basado en la colaboración estratégica entre las empresas tractoras del sector, sus contratistas y consultoras especializadas en la optimización de procesos administrativos y de control operativo, el cual nos permite fortalecer las capacidades de los proveedores mediante herramientas que contribuyen a una cadena de suministro más sólida y eficiente, uno de los principales desafíos para las empresas constructoras”.

“Hoy en día en las empresas vivimos una presión enorme respecto a la compresión de márgenes, tenemos que operar con más eficiencia, menos desperdicios y más puntualidad, así como gestionar los riesgos técnicos, legales y ambientales, por ello en el Clúster nos hemos enfocado mucho en el tema de la capacitación, contamos con un diplomado técnico, así como con exámenes que realizamos vía asociaciones norteamericanas, porque nuestro objetivo es estar a la par de las mejores empresas en el mundo, y para ello necesitamos a profesionales altamente capacitados”.

El objetivo primordial del Clúster es consolidar a Chihuahua como el principal referente latinoamericano en ciencias de la construcción: “Nuestro tiro a la luna es contar con toda la oferta educativa, para ello ya contamos con una carrera técnica de dos años en la Universidad Tecnológica de Chihuahua (UTCH) y una maestría en el Tecnológico de Monterrey en Ciencias de la Construcción,

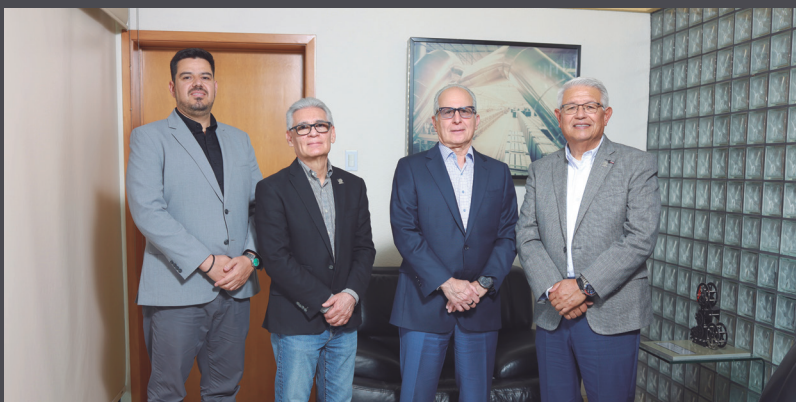
pero queremos el universo educativo completo, diplomados específicos, ya sea en temas legales, administrativos, de riesgos o contratos, así como una carrera de cuatro años en ciencias de la construcción que ya estamos empujando, y por supuesto un doctorado”.

“El beneficio de todo esto será enorme, ya que podremos capacitar a nuestra gente para contar con una oferta local sólida. Además, podremos atraer talento de todo México y Latinoamérica, y generar las condiciones para que permanezcan con nosotros”.

Respecto a la participación de la academia en el Clúster, el Arquitecto comentó: “El principal reto para la academia es la falta de vinculación con el sector privado. No existe una cultura sólida de colaboración entre ambos sectores, lo cual no favorece el desarrollo de las carreras; sin embargo, ya se está trabajando en un acercamiento para comenzar a reestructurar los programas académicos y preparar a los jóvenes con las herramientas que realmente se requieren en el sector de la construcción. Actualmente somos miembros del American Council for Construction Education, una acreditadora que evalúa la calidad académica de las universidades. Por ello, a las instituciones que forman parte del Clúster se les solicita que acrediten sus programas ante este organismo, en lugar de las acreditadoras tradicionales de México. Por otra parte, trabajamos con el American Institute of Constructors, un organismo que contribuye mediante la certificación de profesionales. Asimismo, tenemos un convenio con CENALTEC, ya que estamos por lanzar una carrera técnica de dos años en HVAC (calefacción, ventilación y aire acondicionado), con el fin de realizar las capacitaciones en conjunto con ellos. Nos encontramos en un entorno altamente competitivo, en el que se exige calidad de clase mundial; por ello, debemos estar a la altura. La academia debe estar certificada, al igual que nuestro personal, ya que ese es el contexto en el que estamos compitiendo”.

En este contexto, el Clúster ha impulsado diversas estrategias orientadas a fortalecer la relación entre las instituciones educativas y el sector productivo. Una de ellas es el programa Clúster on Campus, mediante el cual empresas del sector participan directamente en la formación de estudiantes a través de procesos de capacitación especializada: “Una de nuestras empresas, enfocada en mecánica, electricidad y plomería, ya cuenta con un módulo de este programa en una universidad. En este espacio llevamos equipos de cómputo con software y programas que no están contemplados en sus planes de estudio y, con base en un calendario de actividades, el personal de la empresa se encarga de capacitar a los alumnos desde los primeros semestres de su formación, de modo que al llegar a su último año cuenten ya con conocimientos en instalaciones eléctricas, tecnologías y otros temas afines. A este proyecto lo denominamos Laboratorio de Tecnologías de la Construcción, y es un esfuerzo que estamos buscando replicar. La siguiente universidad en la que se implementará será la UACJ, y el enfoque estará orientado a procesos constructivos, con el objetivo de formar mejores supervisores de obra enfocados en lean construction”.

Finalmente el Arq. Champion aprovechó el espacio para invitar al Colegio de Ingenieros Civiles a colaborar con el Clúster de la Construcción: “Hay que generar una mayor conciencia sobre lo que está ocurriendo. Debemos convencer a la academia de la necesidad de transformar su oferta educativa; para ello se requiere presión desde distintos frentes”.



I.C. Omar Villalobos, I.C. Javier González, Arq. Augusto Champion e I.C. José Antonio Montes.



I.C. José Antonio
Montes Madrid

Colegio de
Ingenieros Civiles
de Chihuahua
(CICCH)

CICDECH,
AÑO 34, NÚM.
209 /
JUL-AGO 2026

Jornadas de Ingeniería 2026



Las Jornadas de Ingeniería 2026 fueron, sin duda, un momento muy especial para nuestro Colegio. Más allá de las conferencias y del programa técnico, fueron una oportunidad para reencontrarnos, compartir experiencias y recordar por qué vale la pena seguir impulsando la vida gremial.

Durante estos días escuchamos a grandes especialistas hablar sobre temas fundamentales para nuestra profesión: integridad estructural, modelado, estructuras de acero, cubiertas prefabricadas, infraestructura vial y los retos que hoy enfrenta el ingeniero civil. Cada participación nos dejó aprendizajes, pero también una reflexión clara: la ingeniería civil exige actualización constante, criterio técnico y compromiso con la sociedad.

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento a todas las personas e instituciones que hicieron posible este evento: a nuestra gobernadora, la Mtra. María Eugenia Campos Galván; a nuestros invitados especiales de la Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología, la Secretaría de Comunicaciones y Obras Públicas,



la Dirección de Obras Públicas, la Tesorería Municipal y el Centro de Investigación en Materiales Avanzados (CIMAV), entre otros; así como a los conferencistas, las instituciones aliadas, los patrocinadores, los integrantes del Colegio, el equipo organizador y a cada una de las personas que nos acompañaron.

Detrás de cada evento hay un gran esfuerzo que muchas veces pasa desapercibido, pero cuyo resultado se refleja cuando las cosas salen bien.

Estas jornadas nos recordaron que en Chihuahua tenemos talento, experiencia y voluntad para seguir construyendo mejores soluciones para nuestro estado. También confirmaron que el Colegio debe seguir siendo un punto de encuentro abierto, útil y cercano para todas y todos los ingenieros civiles.

Sigamos participando, aprendiendo y trabajando unidos. El fortalecimiento de nuestro gremio depende de cada uno de nosotros.



La ciudad como espejo cultural: rompiendo el paradigma territorial en Chihuahua (II parte de II)



M.D.A.A. Pablo
Hernández
Quiñones

Instituto
Tecnológico
y de Estudios
Superiores de
Monterrey,
Campus
Chihuahua

CICDECH,
AÑO 34, NÚM.
209 /
JUL-AGO 2026

De la legitimación simbólica a la ciudad cercana policéntrica y multimodal

La verticalidad ya fue aceptada en Chihuahua. El paradigma comenzó a moverse. El reto actual no es cultural, sino estructural.

Del símbolo a la proximidad: el siguiente paso lógico

Si la primera etapa permitió que la verticalidad fuera aceptada en el imaginario urbano, la segunda etapa debe redefinir dónde y cómo se construye esa verticalidad.

El desafío ya no es demostrar que es posible vivir en edificios más altos, sino orientar ese modelo hacia ubicaciones que realmente contribuyan a una ciudad más eficiente.

En ese sentido, el siguiente paso no necesariamente implica replicar torres en toda la ciudad, sino diversificar la tipología: desarrollar vivienda vertical de menor altura —cuatro, cinco o seis niveles— en zonas más cercanas al centro urbano y, sobre todo, en los subcentros urbanos de la ciudad.

Este tipo de desarrollos de menor altura, facilitan su integración con el tejido existente y abre la puerta a una oferta más amplia y accesible para distintos sectores de la población.

Al mismo tiempo, estos proyectos pueden incorporar usos mixtos en planta baja, activar la calle y generar entornos más caminables, lo que comienza a traducir la aceptación cultural en beneficios urbanos concretos.

La verticalidad, entonces, deja de ser un objeto aislado en la periferia y comienza a convertirse en una herramienta para construir proximidad.

Es a partir de esta lógica que la discusión sobre la ciudad cercana cobra sentido.

Ciudad cercana: más que una cuestión de distancia

Con frecuencia, la ciudad cercana se interpreta como una simple reducción de distancias físicas. Se habla de minutos y radios caminables. Sin embargo, la cercanía no depende únicamente de los metros recorridos; depende del contexto en el que se camina.

En Chihuahua, recorrer un kilómetro en el mes de julio, con temperaturas de 38 o 40 grados y sin sombra, puede sentirse interminable. En contraste, en entornos con mayor densidad (construcciones de tres o cuatro niveles), actividad urbana y condiciones de confort donde la isla de calor urbana es menor debido

a la vegetación, caminar distancias mayores puede resultar natural e incluso deseable.

La distancia es relativa. El tiempo es relativo. La experiencia es determinante.

Por ello, la ciudad cercana no puede reducirse a una métrica rígida. Debe concebirse como una ciudad confortable, accesible y estimulante, donde el desplazamiento cotidiano no represente una carga física ni emocional.

La ciudad a distintas velocidades

Una ciudad funcional no obliga a todos sus habitantes a moverse de la misma manera.

Existen momentos en los que se requiere velocidad: traslados laborales, horarios escolares, compromisos urgentes. Pero también hay momentos en los que se busca recorrer la ciudad sin prisa, permanecer en el espacio público o desplazarse caminando o en bicicleta.

Una ciudad madura permite ambas experiencias sin que una anule a la otra.

El objetivo no es eliminar el automóvil, sino integrarlo dentro de un sistema diverso donde existan alternativas reales, eficientes y seguras.

Movilidad como estructura urbana

Si la aceptación de nuevas formas de habitar abrió la puerta al cambio, la movilidad debe consolidarlo.

Una ciudad cercana policéntrica no puede sostenerse sin una red de conexiones eficiente entre sus distintas centralidades. Los subcentros urbanos identificados en el Plan de Desarrollo Urbano Visión 2040 solo podrán consolidarse si están articulados mediante infraestructura que permita desplazamientos fluidos entre ellos.

Densificar sin articular movilidad genera congestión. Articular sin densificar genera dispersión.

La integración de ambas dimensiones es la base de una estructura urbana equilibrada.

Subcentros urbanos: densidad con propósito

El fortalecimiento de subcentros urbanos no debe entenderse únicamente como una estrategia de localización, sino como una oportunidad para redefinir la forma de habitar la ciudad.

Densificar estos nodos implica mucho más que aumentar alturas. Implica construir entornos con mezcla de usos, donde vivienda, comercio, servicios, empleo y equipamiento coexistan en proximidad.

En este contexto, la diversificación tipológica resulta clave. La coexistencia de edificios de distinta escala—desde torres hasta conjuntos de mediana y baja altura—permite ampliar la oferta habitacional y hacerla más accesible en términos económicos, geográficos y sociales.

Esta mezcla no solo favorece la inclusión, sino que también genera vitalidad urbana. La proximidad entre distintos estratos sociales, cuando se acompaña de espacio público de calidad y reglas claras de convivencia, puede fortalecer el tejido social en lugar de fragmentarlo.

La relación entre vivienda de mayor valor y desarrollos más accesibles no debe entenderse como una contradicción, sino como una oportunidad para construir barrios más diversos, activos y sostenibles.

Transporte público estructurante

El transporte público debe convertirse en la columna vertebral del sistema urbano.

Corredores de alta capacidad, rutas troncales eficientes y frecuencias confiables pueden conectar subcentros estratégicos, reduciendo la dependencia del automóvil y ampliando el acceso a oportunidades urbanas.

Un sistema sólido de transporte público no solo mejora la movilidad; también redefine el valor del suelo, orienta la densificación y facilita la consolidación de centralidades urbanas.

Sin esta base, cualquier intento de compactar la ciudad será limitado.

Infraestructura ciclista e intermodalidad

Para que la bicicleta sea una alternativa viable, no basta con infraestructura aislada. Se requiere una red con-

tinua, segura y conectada, especialmente entre subcentros urbanos y zonas habitacionales cercanas.

La intermodalidad es fundamental: la posibilidad de combinar bicicleta con transporte público amplía significativamente el rango de desplazamiento sin depender del automóvil.

La bicicleta no sustituye todos los trayectos, pero puede desempeñar un papel clave en distancias cortas e intermedias si se integra correctamente al sistema.

Diseño urbano y confort climático

En un contexto de calor extremo, la caminabilidad depende directamente del diseño urbano.

La calidad del espacio público se vuelve un factor estructural, no estético. Arbolado estratégico, sombra natural y artificial, materiales que reduzcan la radiación térmica y banquetas amplias y activas son condiciones indispensables para que la ciudad pueda ser recorrida a pie.

Invertir en espacio público y equipamiento urbano de calidad en los subcentros no solo mejora la experiencia cotidiana, sino que también incentiva la permanencia, la interacción social y la actividad económica local.

Conclusión

La oportunidad que hoy tiene Chihuahua no radica únicamente en construir más, sino en construir mejor y en los lugares adecuados.

El cambio cultural ya ocurrió. Ahora corresponde traducirlo en una estructura urbana más eficiente, equitativa y resiliente.

Consolidar subcentros urbanos con mezcla real de usos, promover una diversidad de tipologías habitacionales, fortalecer el transporte público, integrar infraestructura ciclista y diseñar espacios públicos adaptados al clima son acciones que, en conjunto, pueden transformar la lógica territorial de la ciudad.

La ciudad cercana no es un ideal abstracto, sino una forma concreta de organizar el territorio para mejorar la calidad de vida.

La pregunta ya no es si es posible avanzar en esa dirección.

La pregunta es si existen las voluntades para hacerlo de manera integral. Chihuahua ya cambió su imaginario. Ahora debe decidir si también cambiará su forma.

Referencias:

- Antaki, I. (1994). *Manual del ciudadano contemporáneo*. Editorial Joaquín Mortiz.
 Morris, D. (1969). *El zoo humano*. Jonathan Cape.
 Moreno, C. (2020). *La ciudad de los quince minutos: Por un nuevo crono-urbanismo*. Éditions de l'Observatoire.
 Municipio de Chihuahua. (2009–actualizaciones vigentes). Plan de Desarrollo Urbano Visión 2040. Instituto Municipal de Planeación.

SERVICIOS



MANUFACTURA METALMECANICA



HERRERIA Y PAILERIA



PREFABRICADOS DE CONCRETO



SOLUCIONES INTEGRALES

TU SATISFACCION
NUESTRO OBJETIVO



DEMSA
INDUSTRIAL

American Welding Society



www.demsaindustrial.com



info@demsaindustrial.com



(614) 121-5119



Sector 103, Parcela 254 Z-7 P 1/2 No. 6802
Col. Ejido Rancho de Enmedio, Chihuahua, Chih.

BIM en Chihuahua: transformando la eficiencia en la obra civil

M.I. Rodrigo Ruiz Santos e
M.I. José Santos García

Universidad Autónoma de Chihuahua,
Facultad de Ingeniería

CICDECH,
AÑO 34, NÚM. 209 /
JUL-AGO 2026

Durante décadas, el plano en 2D fue el lenguaje universal del ingeniero. Sin embargo, en la complejidad de la infraestructura moderna, ese lenguaje se queda corto. BIM no es el futuro; es el presente que está eliminando los 'imprevistos' en el sitio de obra.

Ante el dinamismo del crecimiento urbano de la ciudad de Chihuahua, la ingeniería civil se encuentra en una encrucijada tecnológica. Mientras las exigencias de infraestructura crecen, las herramientas tradicionales empiezan a mostrar sus límites frente a la complejidad de los proyectos modernos. El *Building Information Modeling* (BIM) surge no solo como una tendencia, sino como el nuevo estándar global que permite gestionar el ciclo de vida completo de una obra. En este artículo, exploraremos cómo esta metodología está transformando el dibujo técnico en inteligencia aplicada, convirtiendo cada plano en una base de datos viva que garantiza el éxito del proyecto desde la cimentación hasta su operación.

Las dimensiones del BIM: el alcance total del proyecto

Para entender la profundidad de esta metodología, la industria ha clasificado sus capacidades en "dimensiones". Éstas no solo representan complejidad técnica, sino capas de información que agregan valor en distintas etapas de la vida de una infraestructura.

3D: el modelo geométrico

Es la base visual. Aquí se integran las disciplinas de arquitectura, estructuras e instalaciones en un modelo único. Según Hardin y McCool (2015), el mayor beneficio en esta etapa es la detección de interferencias, permitiendo identificar conflictos (como una viga obstruyendo un ducto de aire) antes de que lleguen a la obra, ahorrando costos por retrabajos.

4D: la dimensión del tiempo (programación)

En esta fase, los elementos del modelo se vinculan al cronograma de obra (Gantt). Permite realizar simulaciones visuales del proceso constructivo. De acuerdo con Sacks *et al.* (2018), esto facilita la logística de sitio y ayuda a los ingenieros a prever cuellos de botella en la cadena de suministros o en la ejecución de actividades críticas.

5D: gestión de costos (presupuesto)

Aquí es donde la "I" de información brilla con fuerza. Al vincular los volúmenes de obra del modelo con precios unitarios, se generan presupuestos dinámicos. Cualquier cambio en el diseño actualiza automáticamente las cantidades, permitiendo un control financiero más riguroso y transparente (Bryde *et al.*, 2013).

6D y 7D: sostenibilidad y gestión de activos

• **6D (sostenibilidad):** análisis energético y huella de carbono. Fundamental para proyectos que buscan certificaciones ambientales.

• **7D (mantenimiento):** es la entrega del "Modelo As-Built" al propietario. Contiene manuales, garantías y fechas de mantenimiento de cada equipo instalado. Como señala la ISO 19650, esta dimensión asegura que la información generada en la construcción sea útil durante los 50 o 100 años de vida útil del activo.

"BIM es un proceso para crear y gestionar información sobre un proyecto de construcción a lo largo de todo su ciclo de vida" (Hamil. S., 2021).

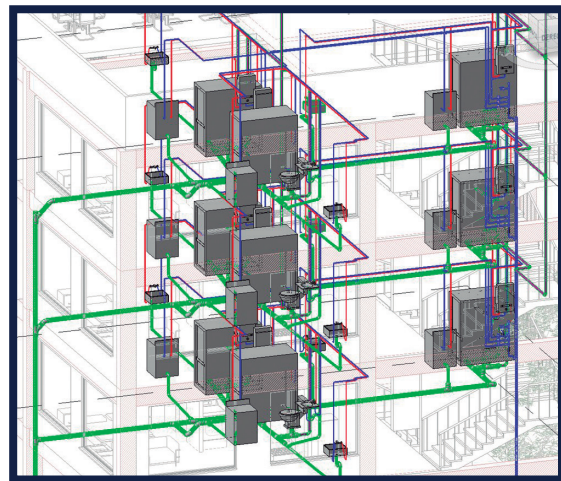
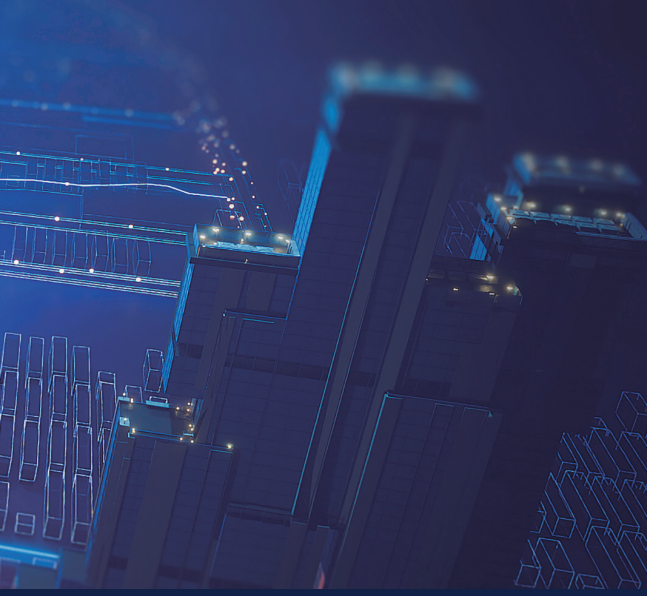


Figura 1. Ejemplo de instalaciones hidrosanitarias (MEP).

En el contexto de la obra pública en Chihuahua, la adopción de BIM trasciende la innovación tecnológica para convertirse en un imperativo ético y financiero.



El futuro de nuestras ciudades y de nuestra infraestructura depende de la inteligencia con la que diseñamos hoy. El modelo digital está listo; ahora nos corresponde a nosotros, los ingenieros, darle vida para construir un Chihuahua más eficiente, transparente y moderno.



Figura 2. Ejemplo de instalaciones MEP en edificio habitacional.

Ante la necesidad de optimizar el ejercicio del presupuesto estatal y municipal, esta metodología ofrece una trazabilidad sin precedentes: permite que las instituciones y la sociedad tengan certeza sobre los volúmenes de obra y los costos reales antes de colocar la primera piedra. Para un estado con una geografía vasta y climas extremos, el uso de BIM facilita la planeación de infraestructuras más resilientes, reduciendo los "conceptos extraordinarios" y los sobrecostos que históricamente han afectado los tiempos de entrega. Al implementar modelos de información precisos, el ingeniero civil chihuahuense no solo entrega una obra física, sino un activo digital transparente que garantiza una fiscalización eficiente y un mantenimiento preventivo a largo plazo, elevando así el estándar de competitividad de nuestro estado.

La implementación de la metodología BIM en Chihuahua no debe verse como un destino final, sino como un viaje de mejora continua para nuestra profesión. Estamos ante una oportunidad histórica de elevar el estándar de la ingeniería civil en nuestro estado, pasando de una gestión reactiva y basada en la corrección, a una cultura de prevención y precisión digital.

Adoptar BIM implica, ciertamente, una curva de aprendizaje y una inversión inicial en tecnología y capacitación. Sin embargo, el costo de "no evolucionar" es mucho mayor: la obsolescencia técnica y la pérdida de competitividad frente a un mercado globalizado. Como miembros del Colegio de Ingenieros Civiles de Chihuahua, tenemos la responsabilidad de encabezar esta transición, fomentando la colaboración entre la academia, el sector privado y el gobierno.

Referencias:

Eastman, C., Teicholz, P., Sacks, R., & Liston, K. (2011). *BIM handbook: A guide to building information modeling for owners, managers, designers, engineers and contractors* (2nd ed.). John Wiley & Sons.

International Organization for Standardization. (2018). ISO 19650-1:2018, *Organization and digitization of information about buildings and civil engineering works, including building information modelling (BIM) — Information management using building information modelling — Part 1: Concepts and principles*. ISO.

Hamil, S. (2021, September 9). *What is building information modelling (BIM)?* NBS.

Bryde, D., Broquetas, M., & Volm, J. M. (2013). The project benefits of Building Information Modelling (BIM). *International Journal of Project Management*, 31(7), 971–980. <https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2012.12.001>

Hardin, B., & McCool, D. (2015). *BIM and construction management: Proven tools, methods, and workflows* (2nd ed.). John Wiley & Sons.

Sacks, R., Eastman, C. M., Lee, G., & Teicholz, P. M. (2018). *BIM handbook: A guide to building information modeling for owners, designers, engineers, contractors, and facility managers* (3rd ed.). John Wiley & Sons.

SERVICIOS

- DISEÑO ESTRUCTURAL
- REVISIÓN Y CONSULTORÍA
- CORRESPONSABLE ESTRUCTURAL
- PROYECTOS BIM
- INGENIERÍA DE DETALLE
- ESCANEÓ LÁSER (NUBE DE PUNTOS)
- PROYECTOS ARQUITECTÓNICOS

A 3 N R Tekla®

CONTACTANOS

+52 (614) 394 6479

+52 (614) 515 3083

CGOMEZ@BDMGROUP.MX

CTREVIZO@BDMGROUP.MX

BDM ESTRUCTURAL GROUP

WWW.BDMGROUP.MX

CALLE SEGUNDA #2016, COL. CENTRO

CP. 31000, CHIHUAHUA, CHIH. MÉX

Geopolímeros: una alternativa para aumentar la vida útil del concreto

Dr. José Antonio Cabello Méndez¹,
Ing. Jesús Eduardo Navarro Sánchez^{1,2} y
Dr. José Trinidad Pérez Quiróz¹

¹Instituto Mexicano del Transporte

²Instituto Tecnológico Superior De Uruapan

CICDECH,
AÑO 34, NÚM.
209 /
JUL-AGO 2026

Imagina que cada puente, muelle, carretera o elemento de concreto de la infraestructura del país pudiera durar más tiempo, resistir mejor las condiciones ambientales y, por lo tanto, requerir menos intervenciones costosas de mantenimiento. Esto es posible mediante el diseño de la infraestructura de concreto, el uso de criterios de durabilidad y agregando aditivos que mejoren la mezcla de concreto o recubrimientos que aislen el concreto del ambiente agresivo al que pudiera estar expuesto.

Esto último, es algo que se busca alcanzar en un proyecto de investigación del Instituto Mexicano del Transporte (IMT), a través del desarrollo de un recubrimiento geopolimérico que, al aplicarse sobre el concreto, permita prolongar la vida útil de la infraestructura de concreto.

Un problema común

El concreto es el material de construcción más utilizado en el mundo, superado únicamente por el agua, en términos de consumo global. Su popularidad no es casual, ya que combina una buena resistencia, versatilidad y bajo costo de una manera que pocos materiales pueden igualar. Sin embargo, tiene problemas que podemos ver a simple vista en cualquier infraestructura de concreto: el deterioro por efecto del ambiente que la rodea.

Con el paso del tiempo y la exposición al entorno, el concreto sufre una serie de daños que provocan la pérdida de sus propiedades, algunos de estos daños son provocados por:

- **Dióxido de carbono:** este penetra y reduce la alcalinidad del material, dejando el acero de refuerzo desprotegido ante la corrosión.
- **Iones cloruro:** presentes principalmente en el ambiente marino, se abren paso a través de los poros y aceleran la oxidación del acero.
- **Sulfatos del suelo y del agua:** reaccionan con los componentes del cemento y generan expansiones internas que agrietan la estructura.

La Figura 1 muestra un elemento de concreto dañado por la penetración de iones agresivos y corrosión.



Figura 1. Concreto dañado.

En el sector transporte los elementos de concreto están sometidos a estas condiciones de manera permanente y el deterioro prematuro representa un problema técnico y económico de primera magnitud. Estos daños implican el aumento de los costos de mantenimiento, acortan la vida útil de las obras y pueden comprometer la seguridad estructural.

Debido a esta problemática, la pregunta surge de manera natural: ¿cómo podemos proteger el concreto?

Una solución que viene de la química

El uso de recubrimientos geopoliméricos es una tecnología emergente que está ganando terreno en el mundo de los materiales de construcción por razones muy concretas. Un geopolímero es un material inorgánico que se forma a partir de aluminosilicatos, como el metacaolín o las cenizas volantes, usando una solución altamente alcalina. Químicamente, el resultado es una red tridimensional densa, estable y con una baja permeabilidad.

Cuando este material se aplica como recubrimiento sobre la superficie del concreto, actúa como una barrera física que reduce la velocidad a la que los agentes agresivos, como cloruros, sulfatos y dióxido de carbono, logran penetrar hacia el interior del concreto. Lo que hace particularmente atractiva a esta tecnología es una alta resistencia química, incluso en ambientes ácidos severos. También mantienen su integridad a temperaturas extremas de hasta 1200° C, superiores a las toleradas por muchas resinas orgánicas convencionales. Otra ventaja de estos recubrimientos es la excelente adherencia a las superficies de concreto.

Por otro lado, para la fabricación de recubrimientos geopoliméricos se utilizan residuos industriales como las cenizas volantes, lo que representa una opción más sostenible que muchos sistemas de protección tradicionales, contribuyendo a reducir la huella ambiental de la industria de la construcción y apoyando a la economía circular.

Otra variable clave en la formulación del recubrimiento es la técnica de síntesis, que es el método

sol-gel. Este es un proceso de síntesis química que permite obtener la solución activadora alcalina, necesaria para iniciar la reacción de geopolimerización. La combinación del sol-gel y metacaolín da lugar a una pasta que al aplicarse como recubrimiento tiene propiedades de barrera superiores a las pinturas convencionales, y puede ser aplicado a temperatura ambiente, lo que facilita su aplicación en condiciones reales de obra.

La Figura 2 muestra elementos de concreto recubiertos con geopolímero base metacaolín a diferentes espesores de capa.



Figura 2. Ítems de concreto recubiertos con geopolímero.

¿Cómo se evalúa un recubrimiento?

El proyecto de investigación desarrollado en el IMT sigue una metodología rigurosa. Se fabrican especímenes de concreto con una composición y relación agua/cemento determinado de acuerdo con normas.

Una vez elaborada la pasta de geopolímero, mediante sol-gel, esta se aplica sobre los ítems de concreto. Estos ítems fueron colocados en el sur, centro y norte del país para evaluar su desempeño en condiciones ambientales diversas y reales. Las ubicaciones fueron seleccionadas por ser entornos agresivos y representativos de lo que enfrenta la infraestructura en México. Adicionalmente, estos ítems serán evaluados en condiciones de laboratorio. La Figura 3 presenta el rack en el que fueron instalados los ítems de concreto para su exposición a diferentes condiciones ambientales en el norte, centro y sur del país.



Figura 3. Núcleos de concreto recubiertos expuestos al ambiente.

Después de 6 meses de exposición al ambiente, los especímenes serán sometidos a un conjunto de ensayos de laboratorio. Esto permitirá medir de manera cuantitativa si el recubrimiento ha sido capaz de proteger el concreto y si ha cambiado su comportamiento en comparación con elementos sin recubrimiento. Los ensayos incluyen *pull off*, permeabilidad rápida al ion cloruro, resistividad eléctrica, velocidad de pulso ultrasónico, profundidad de carbonatación y absorción capilar. Adicionalmente, se utilizarán técnicas de caracterización como microscopía electrónica de barrido (SEM) y análisis de composición química. En conjunto, todo esto da una imagen completa del comportamiento del recubrimiento como sistema de protección.

La hipótesis central del proyecto es que la aplicación del recubrimiento geopolimérico reduce significativamente la penetración de agentes agresivos hacia el interior del concreto, disminuyendo los indicadores de deterioro tanto en laboratorio como posterior a la exposición al ambiente. El estudio busca aportar evidencia experimental que respalde el uso de esta tecnología en aplicaciones prácticas de infraestructura.

Una inversión que se paga sola

Desde la perspectiva del sector de la construcción, el interés en este tipo de investigación es directo. Un concreto protegido requiere menos intervenciones de mantenimiento y extiende la vida útil de los elementos estructurales. Esto se traduce en un mejor aprovechamiento de la inversión pública y privada.

El diseño de infraestructura con criterios de durabilidad no es un lujo técnico; es una necesidad económica. Los costos de mantenimiento y rehabilitación de estructuras deterioradas son, en muchos casos, varias veces superiores al costo de una protección preventiva aplicada correctamente desde el inicio o en etapas tempranas de la vida del elemento.

La industria de la construcción en México tiene la oportunidad de incorporar tecnologías de protección, no solo para alargar la vida útil de las obras, sino para construir una infraestructura más resiliente, más económica en el largo plazo y más responsable con el medio ambiente. Actualmente, la durabilidad y la sostenibilidad son cada vez más importantes, tecnologías como los recubrimientos para concreto podrían redefinir la manera en que protegemos la infraestructura del país.

En este contexto, los recubrimientos geopoliméricos representan una alternativa con potencial real para mejorar el desempeño a largo plazo del concreto en condiciones agresivas.

Referencias:

- Raquel López Celis, José Trinidad Pérez Quiroz, Andrés Antonio Torres Acosta, Miguel Martínez Madrid, Wilfredo Martínez Molina, Luis Eduardo Ariza Aguilar, Emilio Zamudio Cintora, Joan Genescá Llongueras, & Benjamín Valdez Salas. (2006). *Durabilidad de la infraestructura de concreto reforzado expuesta a diferentes ambientes urbanos de México* (Publicación Técnica No. 292). Instituto Mexicano del Transporte.
- Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto. (2006). *El concreto en la obra: problemas, causas y soluciones. Cemento y concretos resistentes a sulfatos*. Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto.
- Francisco Emiliano Yáñez Arellano. (2024). *Durabilidad en estructuras de concreto reforzado*. [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Ingeniería]
- Ricardo Matallana Rodríguez (2021). *El concreto: fundamentos y nuevas tecnologías*. Corona & Constructora Conconcreto

Actualización de la normativa mexicana en materia de pintura y microesferas de vidrio para señalamiento horizontal de tránsito (II parte de II)

M.I. Xóchitl Aidé
Valencia Fierro,
Dr. Gilberto
Wenglas Lara y
Dra. Vania Carolina
Álvarez Olivas

Universidad
Autónoma de
Chihuahua,
Facultad de
Ingeniería

CICDECH,
AÑO 34, NÚM.
209 /
JUL-AGO 2026

4.- Actualización de la norma N.CMT.5.01.001/23

Se han realizado esfuerzos en distintos países y regiones por estandarizar las especificaciones para señalamiento vial, con el objeto de minimizar las incertidumbres y confusiones sobre la calidad y la aplicabilidad de los materiales para señalamiento.

Las especificaciones de las pinturas de tráfico base agua, en algunos países, se han modificado de manera continua. En EE. UU., debido a los avances tecnológicos en los polímeros acrílicos, se introdujo un polímero acrílico con mayor durabilidad y con la característica de poder aplicarse en capas más gruesas, lo que impulsó la clasificación tipo III en la especificación federal TT-P-1952E [24] en su versión 2007.

En México, en el año 2023 se publicó la última versión de la norma N.CMT.5.01.001/23, Pinturas y Microesferas de Vidrio para Señalamiento de la Secretaría de Infraestructura Comunicaciones y Transportes (SICT), la cual sustituye a la del 2013.

En la actualización 2023, al igual que en la del 2013 se establecen los parámetros de calidad para la pintura base agua y pintura termoplástica, pero uno de los grandes cambios es el espesor de la capa para la pintura base agua. Se clasifican de acuerdo con su desempeño y espesor como tipo A, B y C (889 μm , 635 μm y 381 μm respectivamente), pero en esta versión se especifica que, dependiendo del tipo de camino y el tiempo de vida esperado, será el espesor de la capa en húmedo.

En la calidad de la pintura base agua, el contenido de sólidos totales es 74 % a 77 % mínimo, dependiendo del tipo de marca, en lugar de 71.5 %. Además, se incluyó el contenido de sólidos en volumen mínimo, con un valor de 60 %. Este es un nuevo requerimiento ya que no es suficiente conocer el contenido de los sólidos con relación a su masa. El espesor de la capa seca depende del contenido de los sólidos en

volumen. Por ejemplo, como se muestra en la Figura 3, si se aplica una capa húmeda de espesor de 900 μm , al secarse quedará en la superficie del pavimento una capa seca de 540 μm , para una microesfera de diámetro (D) de 850 μm .

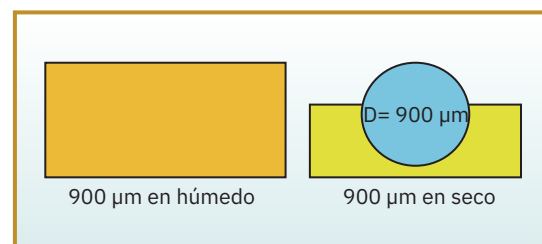


Figura 3. Espesor en húmedo y espesor en seco, con 60 % de sólidos en volumen.

La capa de pintura, entre otras funciones, debe de tener la capacidad de mantener embebidas a las microesferas de vidrio. Una de las características de los recubrimientos con altos espesores, es tener un tiempo de secado corto, para evitar escurrimientos y no cerrar el tránsito vehicular por largos periodos de tiempo, es por lo que se solicita que el tiempo de secado en duro sea de 20 minutos máximo.

Otros de los nuevos parámetros, en materia de regulación ambiental, es el COV y el contenido de plomo, que como se mencionó anteriormente, es necesario regular la emisión de contaminantes generados durante la fabricación y aplicación de recubrimientos.

En cuanto a la cantidad de microesferas de vidrio colocadas en la capa de pintura en el 2013, era de 0.33 kg/m^2 . En el 2023, dependiendo del tipo de camino, es la cantidad de microesfera, en carreteras secundarias se solicita 0.45 kg/m^3 y para las carreteras de la red primaria, debe ser un doble sembrado, uno de 0.25-0.28 kg/m^3 integral, más uno de 0.45 kg/m^3 superficial, esto para garantizar la durabilidad de la retroreflectividad. En la Tabla 1 se muestran las principales diferencias en las características de calidad de la pintura base agua. Algunas de ellas no son posibles compararla debido a que los procedi-

mientos de prueba son distintos y sus resultados no son comparables. También se puede observar que algunas características de la versión 2023 son nuevas y, por lo tanto, no aparecen en la columna 2013.

Característica	N.CMT.5.01.001	
	2013	2023
Espesor de película en húmedo, μm	381 a 500	Tipo A: 889 Tipo B: 635 Tipo C: 381
Espesor de película en seco, μm	-	Tipo A: 533 Tipo B: 381 Tipo C: 229
Contenido de sólidos totales, % mínimo	71.5	Tipo A: 77 Tipo B: 76 Tipo C: 74
Contenido de sólidos en volumen, %, mínimo		Tipo A: 60 Tipo B: 60 Tipo C: 60
Densidad, Kg/dm^3 , mínimo	1.2	Tipo A: 1.58 Tipo B: 1.60 Tipo C: 1.55
Contenido de Compuestos Orgánicos Volátiles (COV), g/L , máximo		Tipo A: 100 Tipo B: 100 Tipo C: 100
Contenido de plomo total, ppm, máximo		Tipo A: 90 Tipo B: 90 Tipo C: 90

Tabla 1. Características de calidad de la pintura base agua de la norma N.CMT.5.01.001 en la versión 2013 y 2023.

Aunque se ha dado un cambio significativo en las especificaciones de calidad para la pintura base agua, aún existen características que deben regularse, como son las propiedades reológicas de la pintura, ya que la viscosidad, el comportamiento de flujo y la

tixotropía, afectan tanto la trabajabilidad inicial como su comportamiento de la aplicación sobre la superficie. Adicionalmente, una pintura que tenga una aplicación adecuada debe tener un comportamiento de un líquido no newtoniano y éste se puede caracterizar con estudios reológicos, que no están normados.

Otra de las especificaciones que debe estudiarse para ampliar su marco de aplicación es el procedimiento de prueba de la resistencia a la abrasión (ASTM D2486). Este método de prueba se aplica a pinturas arquitectónicas para interiores, que, a pesar de su uso extendido, no predice la durabilidad de la pintura para tráfico. Adicionalmente, existen otros métodos de prueba con equipos a pequeña escala para evaluar el desempeño de marcas viales aplicados sobre carpeta asfáltica, como el pulidor de tres ruedas (TWP) o el simulador de carga móvil a escala (MMLS3). El TWP, en un inicio, fue diseñado para evaluar la resistencia al deslizamiento de la superficie de los pavimentos, sin embargo, recientemente se propuso para evaluar las marcas viales por el Departamento del Transporte de Illinois.

Aumentar el espesor de la capa de la marca para el pavimento, fue una necesidad para mejorar su desempeño y aumentar la durabilidad de la retroreflectividad. Sin embargo, para lograrlo, la calidad de la pintura debe ser de un secado rápido, con un mayor contenido de sólidos, tanto en masa como en volumen, así mismo, atender las regulaciones ambientales actuales sobre la emisión de COV y plomo.

5.- Conclusiones y recomendaciones

Las condiciones actuales de tránsito vehicular, condiciones climáticas, las necesidades del cuidado del medio ambiente y el desarrollo de nuevas tecnologías en recubrimientos, dio lugar a la actualización de la norma mexicana para señalamiento horizontal. Destaca la utilización de pinturas base agua, capaces de ser aplicadas en espesores de 381 μm a 889 μm , dependiendo del tipo de camino, con un secado rápido.

Para lograr estas características de espesor y secado, en la calidad de la pintura, aumentó el contenido de sólidos totales, además de agregar el contenido de sólidos en volumen. Con esto, se asegura que la capa seca de pintura sea del espesor suficiente para albergar el material de microesfera y prolongar la vida útil de la marca.

En cumplimiento de los valores mínimos de retroreflectividad y aumentar su durabilidad, la dosificación de microesferas de vidrio aumentó de 0.33 kg/m^3 , a un doble sembrado que varía dependiendo del tipo de camino.

Las regulaciones ambientales fueron normadas en la versión actualizada, solicitando el contenido máximo de COV y de metales pesados.

La densidad de la pintura en húmedo aumentó de 1.2 kg/m^3 a 1.6 kg/m^3 . Colocar una pintura densa dificulta su aplicación, sin embargo, existen equipos autotransportados, libres de aire, diseñados para pinturas densas a altos espesores.

En la norma actual, la inversión inicial en el precio unitario de los materiales y el volumen de estos es mayor en comparación a lo contenido en la norma 2013, sin embargo, al aumentar la vida útil, el costo beneficio es mayor. Lo anterior, en adición al incremento de la seguridad vial para los usuarios, por la presencia de las marcas en el pavimento.

Aunque la actualización de la norma presenta cambios significativos, aún existen características que requieren de una investigación más amplia, como el comportamiento reológico, el cual se relaciona con la correcta aplicación, así como los procedimientos de prueba de desempeño, para lograr marcas durables en el pavimento.

Referencias:

- T. E. Burghardt, H. Mosböck, A. Pashkevich, and M. Fiolic, "Horizontal road markings for human and machine vision," *Transportation Research Procedia*, vol. 48, pp. 3622–3633, 2020, doi: 10.1016/j.trpro.2020.08.089.
- L. Xu, Z. Chen, X. Li, and F. Xiao, "Performance, environmental impact and cost analysis of marking materials in pavement engineering, the-state-of-art," *J Clean Prod*, vol. 294, p. 126302, Apr. 2021, doi: 10.1016/j.jclepro.2021.126302.
- E. Greyson, D. Metla, J. Gallagher, and D. Schall, "Modernizing and streamlining waterborne traffic paint specifications," *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, vol. 2612, no. 1, pp. 104–112, Jan. 2017, doi: 10.3141/2612-12.
- solution polymerization," *Des Monomers Polym*, vol. 22, no. 1, pp. 213–225, Jan. 2019, doi: 10.1080/15685551.2019.1699349.
- A. K. Buyondo, H. Kasedde, J. B. Kirabira, and A. A. Yusuf, "Integration of fillers in paint formulation: comprehensive insights into methods, properties, and performance," *Results in engineering*, vol. 26, p. 105543, Jun. 2025, doi: 10.1016/j.rineng.2025.105543.
- [Federal Specification, "TT-P-1952E, Paint, traffic and airfield marking, waterborne," 2007. Secretaría de Infraestructura Comunicaciones y Transportes, "N.CMT.5.05.001/23 Pinturas y microesferas de vidrio para señalamiento horizontal," 2023, Instituto Mexicano de Transporte.
- A. da S. Sirqueira, D. Teodoro Júnior, M. da S. Coutinho, A. S. da Silva Neto, A. dos A. Silva, and B. G. Soares, "Rheological behavior of acrylic paint blends based on polyaniline," *Polymer*, vol. 26, no. 3, pp. 215–220, Aug. 2016, doi: 10.1590/0104-1428.2178.
- American Society for Testing and Materials, ASTM D2486 Standard Test Methods for Scrub Resistance of Wall Paints. 2017.
- [M. Mohamed, A. Skinner, A. Abdel-Rahim, E. Kassem, and K. Chang, "Deterioration characteristics of waterborne pavement markings subjected to different operating conditions," *Journal of Transportation Engineering, Part B: Pavements*, vol. 145, no. 2, p. 04019003, Jun. 2019, doi: 10.1061/JPEODX.0000101.



INDUSTRIAL ROOFING
systems

MÁS QUE UNA CUBIERTA UNA INVERSIÓN

Soluciones de impermeabilización de alto
desempeño para proyectos industriales

Proyectos de nueva
inversión

Re-impermeabilización
de cubiertas industriales

Mantenimientos
Correctivos

Mantenimientos
preventivos



SISTEMAS QUE
PROTEGEN. SOLUCIONES
QUE PERDURAN

AGENDA TU
INSPECCIÓN
HOY MISMO



<https://industrialroofingsystems.com/>

(614) 427 1326

¡TU LOGO AQUÍ!

MÁS DE
50 MIL
ARTÍCULOS

LO QUE
NECESITAS
PARA TU:

→ **NEGOCIO**

→ **EVENTO**

→ **EMPRESA**

→ **EXPO**



614 288 5800

614 413 5044



BRANDING CBL
CONECTA • PROMOCIONA • DESTACA

visita nuestra página para
conocer más artículos
www.branding.com



Competitividad e innovación en PyMEs manufactureras: un modelo de evaluación en el contexto 4.0 (II parte de II)

M. F. María Antonia
Aragón de los Ríos

Universidad
Autónoma de
Chihuahua,
Facultad de
Ingeniería

CICDECH,
AÑO 34, NÚM.
209 /
JUL-AGO 2026

Discusión

Los resultados obtenidos a partir de la aplicación del Índice de Competitividad e Innovación PyME (ICIP) evidencian una brecha estructural entre las capacidades actuales de las PyMEs manufactureras y las exigencias del entorno productivo contemporáneo. El puntaje promedio de 56.8 ubica a la mayoría de las empresas en niveles de competitividad medio-bajos, lo cual resulta consistente con la literatura que señala que, a pesar de su relevancia en número, las PyMEs presentan limitaciones persistentes en productividad, innovación y acceso a mercados internacionales.

Este hallazgo coincide con los planteamientos de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe, que identifica una heterogeneidad estructural en América Latina, donde las PyMEs operan con rezagos tecnológicos y organizacionales frente a grandes empresas, limitando su capacidad de inserción en cadenas globales de valor. Asimismo, estudios del Banco Interamericano de Desarrollo destacan que la competitividad empresarial en la región depende no solo de factores internos, sino de la articulación con ecosistemas productivos, lo cual se refleja en las debilidades encontradas en dimensiones como innovación, ciberseguridad y madurez digital.

Uno de los resultados más relevantes es el bajo desempeño en la dimensión de gestión de la innovación (48.7), lo cual sugiere que, si bien las empresas pueden realizar actividades innovadoras de manera aislada, carecen de sistemas formales para gestionarlas. Este hallazgo es consistente con el Manual de Oslo, que reconoce que la innovación en muchas organizaciones —especialmente en PyMEs— se desarrolla de forma no estructurada y difícil de medir. Sin embargo, a diferencia de lo propuesto por este manual, que se enfoca en la medición estadística, los resultados del presente estudio evidencian la necesidad de avanzar hacia modelos de gestión sistemática, como los propuestos por la serie *International Organization for Standardization 56000*, cuya baja adopción podría explicar los niveles limitados de competitividad observados.

En términos de transformación digital, los resultados muestran que más del 75 % de las empresas se encuentran en estadios iniciales de madurez, lo que confirma que la adopción de tecnologías de la Industria 4.0 sigue siendo incipiente en el segmento PyME. Este comportamiento ha sido ampliamente documentado en estudios internacionales, donde se señala que las barreras de adopción tecnológica incluyen restricciones financieras, falta de talento especializado y ausencia de estrategias digitales claras. En el contexto mexicano, esta situación se agrava debido a desafíos estructurales adicionales, como limitaciones en infraestructura energética y conectividad, particularmente en regiones industriales en expansión.

El bajo desempeño en ciberseguridad (41.3) representa un hallazgo crítico que rara vez es abordado en diagnósticos tradicionales de competitividad. En un entorno donde la digitalización y la interoperabilidad son condiciones necesarias para participar en cadenas globales de valor, la vulnerabilidad en sistemas de información no solo implica riesgos operativos, sino

también barreras de entrada a mercados internacionales que exigen cumplimiento de estándares cada vez más estrictos. Este resultado refuerza la pertinencia de integrar dimensiones emergentes en los modelos de diagnóstico, más allá de los enfoques clásicos centrados en producción y finanzas.



Por otro lado, las dimensiones mejor evaluadas, como calidad y metrología (68.5), sugieren que las PyMEs han logrado internalizar estándares tradicionales asociados a certificaciones como ISO 9001. Este resultado puede interpretarse como evidencia de que los procesos de normalización han tenido mayor penetración en áreas vinculadas al cumplimiento operativo que en aquellas relacionadas con innovación o transformación digital. No obstante, esta fortaleza resulta insuficiente en el contexto actual, donde la competitividad depende cada vez más de capacidades dinámicas y no solo de control de calidad.

El análisis de productividad mediante el indicador OEE (61.5 %) refuerza esta interpretación, al mostrar niveles de eficiencia por debajo de estándares internacionales. La literatura sobre manufactura avanzada ha señalado que la mejora del OEE está estrechamente vinculada a la digitalización de procesos, el uso de analítica en tiempo real y la automatización, lo que sugiere que los rezagos observados en madurez digital tienen un impacto directo en el desempeño operativo.

Adicionalmente, la correlación positiva entre gestión de la innovación y competitividad ($r \approx 0.62$) respalda la hipótesis de que la innovación actúa como un factor habilitador clave para el desarrollo empresarial. Este resultado es consistente con estudios de la *Organization for Economic Co-operation and Development*, que destacan la innovación como motor central de productividad y crecimiento en economías basadas en conocimiento. Sin embargo, el hecho de que esta relación no sea más fuerte sugiere que la innovación, en ausencia de capacidades complementarias (como digitalización o capital humano), no es suficiente para cerrar la brecha competitiva.

En conjunto, los resultados permiten afirmar que la competitividad de las PyMEs manufactureras en 2026 no puede ser entendida como un atributo aislado, sino como el resultado de la interacción entre múltiples dimensiones tecnológicas, organizacionales y contextuales. En este sentido, el ICIP aporta un valor significativo al integrar estas dimensiones en un solo instrumento, superando las limitaciones de modelos tradicionales.

No obstante, es importante señalar que los hallazgos deben interpretarse considerando las limitaciones del estudio, particularmente la naturaleza piloto de la aplicación del modelo. Futuros estudios deberán validar empíricamente el ICIP en muestras más amplias y diversas, así como explorar su capacidad predictiva en relación con variables de desempeño empresarial.

Conclusiones

Los resultados del presente estudio confirman que la competitividad de las PyMEs manufactureras en México se encuentra en un punto de inflexión crítico. La evidencia empírica derivada de la aplicación del Índice de Competitividad e Innovación PyME (ICIP) muestra que la mayoría de las empresas opera con capacidades insuficientes para responder a las exigencias del entorno industrial contemporáneo, particularmente en dimensiones asociadas a innovación, digitalización y ciberseguridad. Esta brecha no es meramente operativa, sino estructural, y refleja un desfase entre la velocidad de transformación del entorno global y la capacidad de adaptación empresarial.

En este contexto, el estudio demuestra que los modelos tradicionales de diagnóstico de competitividad resultan conceptualmente limitados, al centrarse en dimensiones funcionales que no capturan la naturaleza sistémica, dinámica y tecnológicamente intensiva de la manufactura actual. La principal contribución de esta investigación radica en la formulación del ICIP como un instrumento integrador que articula capacidades internas, condiciones de entorno y requerimientos de la economía digital en un solo marco analítico.

Un hallazgo central es que la innovación, cuando es gestionada de manera estructurada, actúa como un factor habilitador de la competitividad; sin embargo, su impacto depende de su articulación con otras capacidades, particularmente la madurez digital, el capital humano especializado y la integración en cadenas de valor. En ausencia de esta articulación, la innovación tiende a permanecer como una práctica aislada, con efectos limitados en el desempeño organizacional.

Asimismo, los resultados evidencian que la transformación digital no constituye un proceso lineal ni exclusivamente tecnológico, sino un fenómeno organizacional que requiere cambios en cultura, liderazgo y modelo de negocio. La baja proporción de empresas en estadios avanzados de madurez digital sugiere que la digitalización en el segmento PyME aún se encuentra en una fase incipiente, lo que representa una barrera crítica para su inserción en esquemas de manufactura avanzada.

Desde una perspectiva estratégica, el estudio pone de manifiesto que el fenómeno del *nearshoring* no garantiza por sí mismo el desarrollo de las PyMEs. Por el contrario, puede profundizar las brechas existentes si las empresas no cuentan con las capacidades necesarias para cumplir con estándares internacionales de calidad, trazabilidad, sostenibilidad y seguridad de la información. En este sentido, el *nearshoring* debe entenderse como una oportunidad condicionada, cuyo aprovechamiento depende de procesos deliberados de fortalecimiento empresarial.

En términos de implicaciones prácticas, el ICIP se posiciona como una herramienta útil para la toma de decisiones tanto a nivel empresarial como de política pública. Para las empresas, permite identificar brechas críticas y priorizar inversiones estratégicas; para los diseñadores de política industrial, ofrece un marco para focalizar programas de apoyo en áreas de alto impacto, como digitalización, innovación aplicada y desarrollo de talento.

No obstante, la investigación reconoce limitaciones importantes, particularmente la necesidad de validar empíricamente el modelo en muestras más amplias y heterogéneas, así como de evaluar su capacidad para predecir resultados económicos y productivos en el largo plazo. Futuras líneas de investigación deberán explorar la relación entre el ICIP y variables como crecimiento empresarial, inserción exportadora y resiliencia organizacional.

En conclusión, la competitividad de las PyMES manufactureras en el horizonte 2026 dependerá de su capacidad para transitar de modelos operativos tradicionales hacia esquemas basados en innovación sistemática, digitalización avanzada y articulación con ecosistemas productivos. En este proceso, contar con herramientas de diagnóstico integrales y actualizadas, como el ICIP, no solo es deseable, sino indispensable.

Referencias:

- Organisation for Economic Co-operation and Development, & Statistical Office of the European Union. (2018). Oslo manual 2018: Guidelines for collecting, reporting and using data on innovation (4th ed.). OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/9789264304604-en>
- International Organization for Standardization. (2019). ISO 56002:2019 Innovation management — Innovation management system — Guidance. ISO.
- International Organization for Standardization. (2015). ISO 9001:2015 Quality management systems — Requirements. ISO.
- International Organization for Standardization. (2022). ISO/IEC 27001:2022 Information security, cybersecurity and privacy protection — Information security management systems — Requirements. ISO.
- Banco Interamericano de Desarrollo. (2010). El mapa de competitividad de la PyME: Una herramienta para el diagnóstico empresarial. BID.
- Comisión Económica para América Latina y el Caribe. (2022). México en la fábrica de América del Norte: El nearshoring y la integración productiva. CEPAL.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2023). Indicador mensual de la actividad industrial (IMAI). <https://www.inegi.org.mx/temas/imai/>
- Secretaría de Economía. (2009). Acuerdo por el que se establece la estratificación de las micro, pequeñas y medianas empresas. Diario Oficial de la Federación. https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5096849
- Banco Interamericano de Desarrollo. (2018). Industria 4.0: Fabricando el futuro. <https://publications.iadb.org/publications/spanish/document/Industria-40-Fabricando-el-Futuro.pdf>
- Gobierno de México. (2024). Plan México: Estrategia para el desarrollo industrial y la relocalización productiva. <https://www.proyectosmexico.gob.mx/plan-mexico/>
- Gobierno del Estado de Chihuahua. (2022). Programa sectorial de innovación y desarrollo económico 2022-2027.



DOMOS FABRICACIÓN

Domos para techos de alta calidad, hechos a la medida que necesite para la azotea de su hogar u oficina.



MALLA SOMBRA CONFECCIÓN

Dale sombra y frescura a tus espacios. Diseñados a la medida. Perfectos para patios, albercas, estacionamientos y más.



PODIUMS

Nuestros pódiums de acrílico combinan elegancia, funcionalidad y presencia. Perfectos para eventos,

MAPLASA
Manufacturas Plásticas

**TODO PARA TUS
PROYECTOS**

f y t i s x

Nuevas patrullas *para* tu seguridad y la de tu familia



EN CHIHUAHUA CAPITAL

ASÍ SE CUMPLE



Chihuahua
Capital de Trabajo
y Resultados
Gobierno Municipal 2024-2027

CEMENTO CHIHUAHUA



1 Compra Cemento Chihuahua

de 25kg o 50kg para participar en el sorteo de una

**Pick up Nissan Frontier
XE TM 2026**

2 Registra tus tickets en: www.cementochihuahua.com

del 6 de Julio al 13 de Septiembre
2026 y por cada **Ticket registrado**
óbtén un boleto para participar en
el sorteo.

Cemento Chihuahua pone la Troka 2026. Permiso otorgado por la Secretaría de Gobernación con el numero 20260135PS05. Vigencia del permiso del 6 de julio de 2026 al 25 de septiembre de 2026. Vigencia de la promoción del 6 de julio de 2026 al 13 de septiembre de 2026. Para participar en el sorteo las personas deben realizar una compra mínima de 1 (uno) saco de Cemento Chihuahua en cualquiera de sus presentaciones de 25kg y/o 50kg, de venta en los establecimientos participantes en el estado de Chihuahua durante la vigencia de la promoción y registrar sus tickets de compra y datos en el sitio web www.cementochihuahua.com. Promoción limitada a mayores de 18 años. No podrán participar en el sorteo empleados y/o personal contratado y/o pagado por cualquiera de las empresas pertenecientes a Grupo Pauta Creativa, y a GCC CEMENTO, ni de otras empresas que presten servicios a la misma, ni relacionadas con el desarrollo del sorteo, ni personal administrativo y/o empleados. Premio por otorgar 1 (uno). Valor de premio máximo de reposición \$550,863.00 (Quinientos cincuenta mil ochocientos sesenta y tres pesos 00/100 MN). Fecha del sorteo 25 de septiembre de 2026, a las 12:00 horas, en las oficinas de Grupo Pauta Creativa, ubicadas en Berlín 318 Col. Del Carmen, Alcaldía Coyoacán, C.P. 04100, Ciudad de México. El sorteo se realizará ante la presencia del inspector, en el cual se presentará la base de datos en Excel con el concentrado de participantes que hayan cumplido con las bases de participación con los folios únicos consecutivos para el sorteo. Contaremos con 5 urnas que contendrán, cada una, esferas del 0 al 9, y se extraerán una esfera de cada urna para formar el folio de participación ganador. La formación del número de ganador se realizará de derecha a izquierda, comenzando con la urna número 1 (unidades), urna 2 (decenas), urna 3 (centenas), urna 4 (unidades de millar), urna 5 (decenas de millar) y su lectura de izquierda a derecha. En caso de que el número formado esté fuera del rango de la emisión del número total de folios, el premio volverá a sortearse. Los medios de difusión del sorteo serán a través del sitio web www.cementochihuahua.com. Los resultados del sorteo serán publicados en los diarios impresos de circulación nacional "El Heraldo de Chihuahua" y "El Diario de Chihuahua" el día 27 de septiembre de 2026. La entrega de premio se realizará ante la presencia de un inspector de la Secretaría de Gobernación el 08 de octubre de 2026, a las 11:00 horas, en Boulevard Antonio Ortiz Mena #431 Col. Unidad Presidentes, Chihuahua, Chihuahua, C.P. 31210. Responsable del sorteo Grupo Pauta Creativa ubicada en Berlín 318 Col. Del Carmen, Alcaldía Coyoacán, C.P. 04100, Ciudad de México, teléfono de contacto 55 5000 5200. Los premios serán pagados de conformidad con lo establecido en las bases del sorteo. Para cualquier aclaración o información referente a este sorteo o resultados del mismo, comunicarse al 5594356588 de lunes a viernes de 09:00 a 18:00 horas o al correo contacto@cementochihuahua.com y/o en la página de la promoción www.cementochihuahua.com. Acceso libre y gratuito al evento del sorteo. En caso de queja, acudir a la Dirección General de Juegos y Sorteos de la Secretaría de Gobernación, ubicadas en Versalles N° 49, Piso 2, Col. Juárez, Alcaldía Cuauhtémoc, C.P. 06600, Ciudad de México o bien comunicarse al teléfono: 5552098800.