

## Sistemas domóticos asistidos por IA, contribución a la sustentabilidad desde el diseño

Elisa Huanosta Rosales <sup>(1)</sup>

---

**Resumen:** El presente trabajo plantea la importancia y ventajas de integrar sistemas domóticos en el diseño arquitectónico de viviendas de tipo medio, superando la práctica convencional de incorporarlos de manera tardía y fragmentada. La investigación reconoce un desfase entre los métodos tradicionales de diseño y la realidad tecnológica actual, donde la automatización inteligente, la gestión ambiental y el confort deben considerarse desde las primeras etapas proyectuales. Esta perspectiva busca fortalecer la relación usuario-edificio-medio, generando soluciones habitables más eficientes, sustentables y acordes con las necesidades contemporáneas.

En esta propuesta se articulan los factores conceptuales de diseño directamente con el ODS 9 (Industria, innovación e infraestructura), que promueve la innovación tecnológica como motor de desarrollo sostenible. Tomando como base el uso de sistemas domóticos asistidos por inteligencia artificial aplicada a la vivienda media, se muestra un campo de oportunidad para democratizar la innovación, tradicionalmente restringida a viviendas de alto nivel, e impulsar infraestructuras más inteligentes, inclusivas y sostenibles. Además, se vincula con la transición hacia modelos constructivos adaptativos, donde el diseño arquitectónico incorpora herramientas digitales, automatización y control ambiental como parte integral de la vivienda.

El enfoque metodológico incluye investigación teórica, análisis de referentes, modelado virtual y la fase experimental de un prototipo desarrollado en simulación asistida por IA que articule criterios pasivos como orientación, materiales y composición geométrica, así como los activos: sensores, protocolos de acción y gestión domótica. Se parte de la hipótesis de que la incorporación temprana de estas tecnologías permitirá optimizar recursos y mejorar la habitabilidad, reduciendo costos y aumentando la eficiencia y sustentabilidad de las viviendas.

**Palabras clave:** Domótica - Innovación digital - ODS 9 - Vivienda tipo medio - Automatización asistida por IA

[Resúmenes en inglés y portugués en las páginas 64-65]

---

<sup>(1)</sup> **Elisa Huanosta Rosales** es Arquitecta por la UNAM; Maestría en Arquitectura en Diseño Arquitectónico en proceso de obtención de grado; Programa de Maestría y Doctorado en Arquitectura, UNAM; Diplomado de docencia Universitaria 2017 FES Aragón UNAM; 3er. Congreso Internacional de Economía 11-12 octubre 2017 FES Aragón UNAM; Desarrollo

de Proyecto Arquitectónico BIM; Módulo 1/ 9-27 enero 2018 FES Aragón UNAM; El Boce-to como Herramienta Didáctica en la Enseñanza de Diseño, 22-26 julio 2019 FES Aragón UNAM; Photoshop Para Arquitectos 20-25 enero 202 FES Aragón UNAM; Modelado de Información para la Construcción, 22-26 junio 2020 FES Aragón UNAM; Curso Virtual de Diseño Sustentable, 13 -04 / 29-07-2020 UAM, Azcapotzalco; Tecnologías de Aprendizaje y del Conocimiento hacia la Construcción de un nuevo Modelo Educativo 24 agosto 2020, FES Aragón UNAM; Coloquio Interinstitucional de Trabajos de Investigación UNAM-ENCRYM, 3 y 4 de agosto de 2021 Programa de maestría en arquitectura campo de conocimiento en restauración del patrimonio arquitectónico de la UNAM “Estandarización de Recursos Computacionales a través de la Plataforma Colab”, 7-14 enero 2023 Facultad de Estudios Superiores Aragón UNAM; “Diseño Digital y Fabricación de Geometrías Complejas con Rhinoceros+Grasshopper”, 12-16 junio 2023 FES Aragón UNAM; “ Introducción al Diseño Paramétrico, Rhinoceros+Grasshopper” julio 2024.

## Introducción

La arquitectura contemporánea atraviesa hoy un proceso de transformación profunda impulsado por la digitalización, la automatización inteligente y la creciente necesidad de soluciones habitables sostenibles. Frente a este escenario, la integración temprana de sistemas domóticos asistidos por inteligencia artificial (IA) representa una oportunidad decisiva para repensar el diseño arquitectónico más allá de los enfoques tradicionales basados en la mera forma o en decisiones proyectuales aisladas. La vivienda actual, especialmente en contextos urbanos latinoamericanos, demanda una articulación más eficiente entre habitante, edificio y entorno, donde la gestión energética, el confort ambiental y el desempeño operativo sean considerados desde las primeras fases de diseño (ONU-Habitat, 2023). Sin embargo, en la práctica profesional aún persiste una brecha significativa: la automatización suele incorporarse de manera tardía y fragmentada, como un “extra” tecnológico que se agrega una vez concluido el diseño arquitectónico. Esta situación limita su impacto, incrementa costos y desarticula la intención proyectual con los sistemas que deberían potenciarla. Diversos estudios han demostrado que entre el 60% y el 80% de las decisiones que determinan el desempeño energético de una vivienda se definen en las primeras etapas del diseño (Carrión y Fernández, 2021). Por lo tanto, integrar sistemas inteligentes desde el proceso conceptual resulta fundamental para mejorar los resultados ambientales, habitacionales y operativos de la edificación.

Esta postura se alinea directamente con el Objetivo de Desarrollo Sostenible 9 (ODS 9), que impulsa la innovación tecnológica como motor de infraestructuras más resilientes, sostenibles y eficientes. La ONU (2015) establece que el avance industrial del siglo XXI solo será viable si se construyen sistemas productivos apoyados en digitalización, automatización y aprendizaje adaptativo. En el campo de la vivienda, esto se traduce en diseñar espacios que no solo se habitan, sino que también aprenden, reaccionan y optimizan su funcionamiento.

En este sentido, la domótica asistida por IA constituye uno de los campos con mayor potencial transformador. Según la International Energy Agency (IEA, 2022), el uso de sensores inteligentes, análisis de datos en tiempo real y gestión automatizada puede reducir entre un 10% y un 30% el consumo energético de una vivienda, siempre que dichos sistemas se integren desde la concepción arquitectónica. La IA permite interpretar patrones de uso, adaptar el comportamiento de los dispositivos a las necesidades reales de los ocupantes y anticipar escenarios de gestión ambiental más eficientes (Mao *et al.*, 2023).

Este artículo adopta esta perspectiva para examinar cómo la integración de sistemas domóticos optimizados por IA en viviendas de tipo medio —es decir, uno de los segmentos que históricamente ha tenido poco acceso a la innovación tecnológica— puede promover el desarrollo de infraestructuras inteligentes, reducir desigualdades y elevar la calidad de vida de los habitantes sin incrementar proporcionalmente los costos de construcción. Esto supone desplazar el paradigma tradicional donde la automatización es un lujo reservado a la vivienda de alto nivel, hacia un modelo donde se convierte en un componente fundamental del hábitat contemporáneo.

Cabe destacar que esta aproximación no se limita a defensas tecnocentristas del diseño, sino que reconoce que la digitalización modifica las estructuras procesuales del diseño desde las cuales proyectamos arquitectura. Diversos autores han señalado que el diseño asistido por sistemas digitales implica nuevas gramáticas del pensamiento, nuevas formas de tomar decisiones y nuevas relaciones entre arquitecto, edificio y datos (Oxman, 2017; Eastman *et al.*, 2018). En el caso de la domótica inteligente, el proceso de diseño deja de ser un acto estático para convertirse en una plataforma dinámica donde cada decisión espacial genera un impacto medible, simulado y optimizable antes de construirse.

La hipótesis central, sustentada en la literatura reciente, sostiene que la incorporación temprana de sistemas domóticos asistidos por IA puede mejorar la eficiencia energética, la calidad ambiental interior y la experiencia de habitabilidad, contribuyendo al mismo tiempo a una reducción de costos operativos y al cumplimiento de las metas del ODS 9 (IEA, 2022; ONU, 2015). Para ello, el diseño arquitectónico debe integrar tanto criterios pasivos (materialidad, orientación, composición volumétrica), como activos (sensores, protocolos de acción, algoritmos de gestión automatizada), convirtiéndose en un mediador entre lo construido y los sistemas funcionales que operan a favor del usuario.

De este modo, el diseño arquitectónico se reconfigura como una práctica sistémica que no solo resuelve necesidades presentes, sino que anticipa comportamientos futuros. La vivienda se concibe como infraestructura inteligente capaz de aprender, adaptarse y autogestionarse, abriendo un nuevo horizonte para la sostenibilidad residencial y para la transformación digital de la construcción. La investigación que da origen a este artículo se enmarca en esta perspectiva, examinando el papel de la automatización inteligente como herramienta proyectual y como dispositivo sustancial en la evolución del pensamiento arquitectónico contemporáneo.

## Industria inteligente y digitalización

El impacto de la digitalización en la industria de la construcción se ha intensificado en la última década. La convergencia entre sensores, Internet de las Cosas (IoT), big data, aprendizaje automático y sistemas de modelado digital ha permitido desarrollar nuevos entornos productivos caracterizados por interconectividad, adaptación y gestión basada en información. Este fenómeno forma parte de lo que se ha denominado Cuarta Revolución Industrial o Industria 4.0, concepto que describe la transformación profunda de los sistemas productivos mediante automatización inteligente y computación distribuida. En el sector constructivo, esta transición se manifiesta principalmente en tres dimensiones:

1. La digitalización del proceso de diseño
2. La automatización y sensorización de la operación del edificio
3. La integración de datos para el análisis de desempeño y toma de decisiones

Buena parte de esta evolución ha sido impulsada por la implementación de sistemas de gestión de información como el *Building Information Modeling* (BIM), cuyo uso se ha generalizado en infraestructura y proyectos de gran escala o magnitud, pero que aún presenta una adopción limitada para el desarrollo de vivienda media en América Latina (Red BIM Latinoamericana, 2022). El BIM permite centralizar información geométrica, material, energética y operativa, convirtiendo el edificio en un sistema informacional y no únicamente en un objeto construido. Tal como señalan Sacks *et al.* (2020), el BIM introduce una lógica sistémica donde el diseño arquitectónico se concibe como un flujo continuo de información accesible, medible y optimizable.

La integración de domótica e IA constituye el paso siguiente en esta evolución. Mientras el BIM modela el edificio digitalmente, los sistemas inteligentes lo convierten en un organismo cibernético capaz de registrar, interpretar y modificar su propio comportamiento. Este cruce entre arquitectura y ciencia de datos conduce a lo que algunos autores han llamado edificio cognitivo (Zhang *et al.*, 2021), caracterizado por:

- Adaptación al uso real
- Análisis predictivo
- Retroalimentación continua
- Optimización energética automatizada

De esta manera, la inteligencia artificial aplicada a la vivienda no es solo un elemento funcional, sino la materialización de una nueva cultura productiva basada en la toma de decisiones informadas. Según la International Energy Agency (IEA, 2022), los edificios equipados con sistemas de gestión inteligente pueden reducir hasta 40% del consumo asociado a iluminación y climatización cuando se combinan con estrategias de diseño pasivo. Esta realidad revela un cambio estructural importante: la sostenibilidad ya no depende únicamente de materiales o tecnologías eficientes, sino de la capacidad de los sistemas para aprender del contexto y adaptarse a este.

La digitalización de la construcción también ha transformado las formas de colaboración. En los modelos tradicionales, el proceso proyectual se caracterizaba por una secuencia

lineal donde las decisiones fluían de un agente a otro: arquitecto → ingeniero → constructor → usuario final. En este esquema, las modificaciones tardías resultaban costosas y los flujos de información eran fragmentados y, con frecuencia, inconsistentes. La digitalización ha permitido reemplazar este modelo por procesos más integrados y simultáneos, donde todos los agentes contribuyen a un entorno común de datos (*Common Data Environment*), tal como recomiendan los estándares internacionales de implementación BIM (ISO 19650, 2019).

Este enfoque es coherente con los objetivos del ODS 9, que apuntan al desarrollo de infraestructuras resilientes y tecnológicamente avanzadas. La ONU (2015) establece que la industrialización sostenible depende del fortalecimiento de capacidades de innovación; en la construcción, esto se traduce en herramientas que permitan tomar mejores decisiones desde etapas tempranas y durante el ciclo completo de vida del edificio. Aquí es donde la domótica asistida por IA cobra especial relevancia, pues introduce un componente no previsto en el modelo convencional: el edificio no solo se diseña para funcionar, sino para aprender mientras funciona.

## IA como ampliación del proceso de diseño

El uso de inteligencia artificial en arquitectura ya no es un escenario futurista. De acuerdo con Hoover *et al.* (2022), el número de empresas que implementan IA en tareas de diseño paramétrico, análisis de desempeño o simulación energética creció más del 300% entre 2018 y 2022. Si bien esta tecnología suele ser relacionada con herramientas generativas —como la creación de geometrías a partir de algoritmos—, su utilidad más definida en viviendas está en la capacidad de procesar grandes cantidades de datos de uso y traducirlos en acciones automáticas y eficientes.

En viviendas equipadas con redes de sensores (IoT), los sistemas pueden registrar:

- horarios de ocupación
- patrones de iluminación natural
- temperatura interior/exterior
- humedad relativa
- uso de electrodomésticos,
- consumo de energía en tiempo real.

La IA es capaz de interpretar estos datos y anticipar necesidades del usuario. Por ejemplo:

- Activar ventilación natural antes de que la temperatura interior alcance niveles de discomfort
- Regular la iluminación artificial según la luz disponible
- Programar sistemas de climatización solo cuando la vivienda está ocupada
- Identificar consumos anómalos y notificar al usuario

Mao *et al.* (2023) demuestran que los sistemas domóticos basados en aprendizaje automático pueden reducir hasta 25% el consumo eléctrico asociado a climatización en viviendas

ubicadas en climas cálidos, cuando se integran desde el diseño. Esto es relevante para el contexto latinoamericano, donde el costo energético es progresivamente más elevado y donde el diseño pasivo muchas veces no se articula con herramientas activas.

## El edificio como plataforma de datos

La adopción de IA convierte la vivienda en una plataforma de datos en tiempo real. Sacks *et al.* (2020) definen esta condición como un paso decisivo hacia los llamados “edificios cognitivos”, en los cuales:

- La arquitectura es sensible al entorno,
- Las decisiones del usuario alimentan un bucle de retroalimentación,
- La operación es continuamente evaluada,
- El edificio mejora su propio funcionamiento con el tiempo.

Este concepto dialoga con la cibernética clásica de Norbert Wiener, pero su materialización en vivienda media es relativamente reciente. El impacto no es solo tecnológico, sino procesual: el proyecto arquitectónico ya no busca únicamente resolver la forma ideal, sino diseñar condiciones iniciales para un comportamiento posterior evolutivo, que dependerá de los datos generados en la operación cotidiana.

Una consecuencia directa es la difuminación de los límites temporales del diseño. Tradicionalmente, el proceso terminaba con la entrega de la obra construida. Con la automatización inteligente:

- el diseño continúa durante la operación,
- las decisiones del usuario modifican el comportamiento del edificio,
- la vivienda se convierte en un sistema adaptativo no cerrado.

La arquitectura se asemeja más a una plataforma digital que requiere actualización, calibración y evaluación continua.

## Digitalización y eficiencia en viviendas de tipo medio

La vivienda de tipo medio es un segmento estratégico para el desarrollo urbano sostenible. Representa el grueso de la producción habitacional en la mayor parte de América Latina, pero, a diferencia de la vivienda tipo residencial, no suele beneficiarse de tecnologías avanzadas, debido a una mezcla de factores:

- Prestrictivos
- Falta de cultura tecnológica
- Ausencia de políticas públicas que incentiven la automatización
- Percepción de la domótica como un lujo.

Sin embargo, los datos contradicen esa percepción. La International Energy Agency (2022) ha demostrado que la eficiencia energética lograda mediante domótica asistida por IA es mayor cuanto más modestos son los recursos iniciales. Es decir, cada peso invertido en automatización en una vivienda de tipo medio genera más ahorro proporcional que en viviendas de alto costo. Esto se debe a que:

1. El consumo relativo suele ser más elevado
2. Las construcciones son térmicamente menos eficientes
3. Los patrones de uso son más intensos
4. Pequeñas acciones automáticas (apagar, regular, anticipar) producen impacto inmediato

De hecho, en estudios de simulación con viviendas de 60 a 90m<sup>2</sup>, incorporar sensores básicos y algoritmos de control climático redujo entre 18% y 30% los requerimientos de climatización artificial (Torres y Ruiz, 2020). Si estos sistemas se integran desde la concepción arquitectónica —por ejemplo, vinculando sensores de radiación solar con dispositivos de control pasivo y activo— el ahorro puede aumentar aún más.

## El reto: integrar desde el diseño

Aquí aparece el núcleo del problema: la automatización se incorpora tarde, por tanto, es habitual que:

- el proyecto se diseñe sin considerar, materiales, sensores, cableado, espacios técnicos ni integración operativa;
- los sistemas se instalen como “añadidos” poco coordinados;
- la domótica termina reducida a *gadgets* aislados (luces automáticas, timbres inteligentes, cámaras).

Este enfoque contradice todas las recomendaciones técnicas actuales. Eastman *et al.* (2018) señalan que el 70% de los sobrecostos relacionados con automatización en vivienda se originan por falta de diseño integrado. La ISO 19650 también señala que los datos y sistemas deben definirse desde la etapa conceptual, no en obra.

Integrar IA desde el diseño permite:

- Prever nodos inteligentes en la vivienda
- Dimensionar espacios técnicos (ductos, registros, tableros)
- Asociar algoritmos con decisiones espaciales
- Simular desempeño antes de construir

En otras palabras: no se agrega tecnología a posteriori; se diseña con ella.

## Del edificio automatizado al edificio sensible

La automatización y digitalización en vivienda no debe entenderse únicamente como la capacidad de controlar dispositivos a distancia —encender luces, programar equipos o monitorear cámaras desde un móvil— sino como la posibilidad de consolidar un entorno arquitectónico sensible y receptivo, capaz de interpretar la experiencia del usuario y responder a ella. La integración entre sensores, redes inalámbricas, protocolos de comunicación y algoritmos de IA configura lo que algunos autores denominan una “arquitectura responsiva” (Fox y Kemp, 2009), caracterizada por:

- Percepción continua del medio
- Procesamiento inteligente
- Actuación sobre el entorno construido.

Este ciclo sensorial se asemeja al funcionamiento de los sistemas biológicos: registro → interpretación → acción. En vivienda, ello puede traducirse en acciones como:

- Oscurecimiento automático en función de la radiación solar y el deslumbramiento
- Ventilación cruzada asistida cuando las condiciones exteriores son más favorables
- Activación de protección solar antes de que el sobrecalentamiento se produzca
- Modulación de iluminación según presencia y contexto lumínico

Mao *et al.* (2023) destacan que cuando estos mecanismos se integran al diseño del espacio —por ejemplo, en combinación con análisis de volumetría, orientaciones y patios interiores— el ahorro energético puede duplicarse respecto de sistemas añadidos de forma posterior. Es decir, la domótica es más eficaz cuando se alinea con la espacialidad, no cuando intenta corregirla.

## Impacto en los criterios de diseño arquitectónico

La incorporación temprana de IA y domótica obliga a replantear varios supuestos convencionales del proceso de diseño arquitectónico, especialmente en vivienda de tipo medio. Al menos cuatro transformaciones pueden identificarse:

1. El diseño deja de ser determinista.
2. Históricamente, el proyecto definía un estado final: la casa construida. Con la IA, el edificio evoluciona, se reprograma, ajusta procesos y modifica sus parámetros de operación en función del uso real, lo cual implica una visión del diseño como condición inicial y no como resultado definitivo.
3. El arquitecto opera sobre procesos, no solo sobre geometrías.
4. Siguiendo a Oxman (2017), la digitalización traslada la creatividad desde la manipulación formal hacia el diseño de sistemas, reglas y relaciones que definen comportamientos. Se diseña el comportamiento del edificio, además de cómo se ve.
5. La relación usuario-edificio se vuelve participativa.

6. En viviendas inteligentes automatizadas, los patrones del usuario se integran como variables del sistema. Laosanto y Brunelli (2021) muestran que los sistemas de IA mejoran su rendimiento cuanto más datos recopilan del habitante, lo que implica una arquitectura que se “personaliza” con el tiempo.
7. El confort se convierte en un dato medible.
8. Ya no es una percepción subjetiva sino un conjunto de indicadores monitoreados en tiempo real: temperatura, humedad, CO<sub>2</sub>, iluminación, consumo eléctrico, etc. La vivienda deja de basarse en supuestos y se diseña y rediseña a partir de evidencia.

### Limitaciones para la implementación en vivienda de tipo medio

Si bien la industria global avanza hacia estas prácticas, su penetración en vivienda de tipo medio latinoamericano sigue siendo reducida. La literatura identifica tres barreras principales:

- **Barreras económicas:** percepción de que la domótica encarece el proyecto. Sin embargo, estudios como Torres y Ruiz (2020) demuestran que el retorno de inversión suele recuperarse en 2 a 5 años solo con ahorro energético.
- **Barreras institucionales:** falta de normativas que promuevan infraestructura inteligente, lineamientos y criterios que no valoran el desempeño ambiental o energético y debilidad en estándares de interoperabilidad.
- **Barreras culturales y educativas:** muchos profesionales no han recibido formación en sistemas digitales, y continúan diseñando con criterios previos a la era de la información (Díaz y Rojas, 2021).

El resultado es un ciclo que se retroalimenta: poca capacitación → poca demanda → poca oferta → poca transformación.

Uno de los aportes más relevantes de integrar IA en vivienda de tipo medio es su impacto social. El acceso al confort térmico, al control ambiental y a la eficiencia energética suele estar vinculado al nivel socioeconómico: quienes pueden pagar mejores infraestructuras gozan de mejores condiciones de habitabilidad.

La automatización temprana —especialmente cuando se combina con diseño pasivo— permite romper esa lógica al mejorar el rendimiento de una vivienda de tipo medio, con efectos directos en los gastos operativos, la salud de sus ocupantes, bienestar psicológico y la reducción de emisiones al medio ambiente.

En términos de teoría arquitectónica, esto se relaciona con la idea de justicia espacial (Soja, 2010): la tecnología no como lujo, sino como herramienta que democratiza el derecho al confort y a una vida ambientalmente digna.

## Domótica como estrategia de acción hacia el ODS 9

El ODS 9 establece que la innovación tecnológica debe fortalecer la infraestructura, reducir impactos ambientales y mejorar la resiliencia de los sistemas productivos (ONU, 2015). En este sentido, la domótica asistida por IA mejora el rendimiento energético, reduce costos operativos, convierte la vivienda en infraestructura inteligente, fortalece la sostenibilidad y la eficiencia urbana, además promueve el desarrollo de industrias innovadoras y transforma cadenas de producción y diseño, además, es un hecho que se posiciona como nodo estratégico donde el diseño responsable, la eficiencia constructiva y el desarrollo sostenible se encuentran en una escala suficiente para generar un impacto urbano, pero cercana al usuario para beneficio directo.

## Del objeto arquitectónico al sistema cibernético

En las últimas décadas, el desarrollo de sensores, redes inalámbricas, plataformas de automatización y algoritmos de aprendizaje automático ha hecho posible que los edificios registren, analicen y modifiquen sus propias condiciones en tiempo real. Este proceso materializa en vivienda de tipo medio un sueño teórico presente desde mediados del siglo XX: el de la “arquitectura integral” y cibernética propuesta por Cedric Price, quien afirmaba que los edificios debían ser capaces de reaccionar, informar y adaptarse al usuario de manera dinámica (Mathews, 2006).

Hoy, gracias a la IA, esta visión se vuelve factible no solo en grandes proyectos o de alta inversión, sino también en edificios de escala doméstica y presupuesto medio. La domótica asistida por IA permite convertir el espacio construido en un sistema de información continua donde sensores, actuadores y algoritmos operan como extensión funcional del edificio. Este cambio implica una transformación profunda: la arquitectura ya no se limita al diseño de superficies, envolventes o distribuciones espaciales, sino que incorpora el diseño de circuitos de información, protocolos de decisión y comportamientos dinámicos. Así, el concepto de espacio se extiende más allá de su materialidad, integrando una capa digital que afecta directamente la percepción, el confort y el desempeño.

## IA y confort como variable medible

Antes de la domótica, el confort ambiental era principalmente subjetivo: se asumía que un espacio “se sentía bien” si el usuario lo percibía agradable.

Hoy, la medición continua permite convertir el confort en un indicador objetivo. Una vivienda que incorpora sistemas domóticos con IA puede registrar:

- temperatura interior y exterior
- humedad relativa
- niveles de CO<sub>2</sub>

- niveles de luminancia
- flujos de aire
- consumo eléctrico
- horas de ocupación

Estos datos pueden correlacionarse con modelos bioclimáticos, algoritmos de simulación y estándares internacionales como ASHRAE 55 o ISO 7730, generando aproximaciones de confort más precisas que cualquier estimación manual.

Hoover *et al.* (2022) señalan que la correlación entre datos de uso real y modelos predictivos permite corregir “errores de diseño” que en métodos tradicionales solo se descubrirían después de habitar el espacio.

De este modo, la domótica asistida por IA introduce una dimensión antes inexistente en donde el diseño se verifica y ajusta durante la operación y la vivienda se convierte en experimento vivo, ya que el proceso proyectual se prolonga y arroja resultados a lo largo de su vida útil.

## La transformación del concepto de habitabilidad

La incorporación de sistemas domóticos asistidos por inteligencia artificial ha modificado la noción tradicional de habitabilidad. Antes, el confort ambiental se vinculaba principalmente a condiciones físicas del espacio: ventilación, temperatura, iluminación y niveles de ruido. Aunque estos parámetros siguen siendo fundamentales, ahora la habitabilidad se entiende también como una relación dinámica entre el usuario y su entorno, donde la calidad del espacio depende de la capacidad del edificio para reconocer patrones, anticipar necesidades y adaptarse a comportamientos particulares.

De acuerdo con la International Energy Agency (IEA, 2022), entre el 40% y el 60% del consumo energético de una vivienda promedio no responde a necesidades reales, sino a:

- Hábitos no eficientes del usuario
- Falta de control sobre variables ambientales
- Operación manual e inconsistente de los sistemas

La domótica asistida por IA puede reducir significativamente este desperdicio al transformar la vivienda en un entorno operativo inteligente que registra cómo vive el usuario, detectando patrones de uso para la toma de decisiones automáticas informadas, optimizando la dinámica funcional de los sistemas sin requerir intervención humana constante. Este nuevo modelo de habitabilidad desplaza al usuario desde la operación activa del espacio hacia una relación más estratégica, donde su esfuerzo se reduce y la vivienda asume parte de la responsabilidad del bienestar.

Fox y Kemp (2009) anticiparon esta evolución hace más de una década, señalando que la arquitectura “responsiva” no solo ofrece más confort, sino que *libera al habitante de la gestión constante*, permitiendo que la vivienda responda de forma autónoma al entorno y al uso.

## Cambios en la relación usuario-vivienda

La integración de domótica asistida por inteligencia artificial en viviendas no solo transforma sistemas constructivos y procesos productivos; también redefine la relación entre el usuario y el espacio habitado. En la vivienda tradicional, el habitante actúa sobre el entorno: abre una ventana, enciende una luz, regula un equipo de climatización. En cambio, en una vivienda automatizada el entorno actúa sobre el habitante y junto a él, analizando patrones y asumiendo parte de las decisiones operativas, produciéndose una transición de usuario operador a usuario colaborador del sistema.

La casa ya no es un objeto terminado, sino un entorno vivo que registra, interpreta y responde, y donde el habitante ya no controla cada dispositivo, sino que supervisa el funcionamiento de un sistema inteligente que opera en segundo plano. Esta transformación redefine la comodidad doméstica: ya no se trata de tener control directo sobre cada elemento, sino de tener la tranquilidad de que el espacio se autorregula a favor del bienestar y la eficiencia.

## De la innovación aislada a la innovación sistémica

Un error frecuente es considerar la domótica como una solución doméstica aislada, cuando en realidad la vivienda automatizada es una pieza dentro de un metabolismo urbano mayor. Su calidad sistémica le permite recoger datos ambientales, operar bajo modelos de aprendizaje, impactar redes de servicios y además puede coordinarse con otras viviendas del entorno.

Cuando la automatización se integra desde diseño, se activa una transformación alineada con la Industria 4.0, ya que los datos reemplazan a las intuiciones al tomar decisiones fundamentadas en métricas, así los procesos se coordinan digitalmente y el edificio aprende de su uso, el usuario deja de operar para supervisar, el acto funcional de habitar se vuelve más eficiente.

Sin embargo, uno de los grandes problemas al evaluar el impacto de la tecnología en arquitectura es que la productividad suele medirse solo en la construcción, cuando en realidad la mayor parte del valor económico y ambiental de una vivienda se produce en las décadas posteriores a su ocupación. Un proyecto convencional puede ser más barato de construir, pero más costoso de operar; mientras que la integración de tecnología inteligente tiene el potencial de hacer más rápida la construcción, más eficiente la operación, más barata la vida útil, y más sostenible el impacto ambiental acumulado.

Por eso Sacks *et al.* (2020) plantean que la productividad en arquitectura debe medirse como el balance entre recursos consumidos y desempeño generado a lo largo del ciclo completo de vida del edificio. Esta visión se alinea con el ODS 9, que impulsa infraestructuras resilientes y eficientes en el tiempo, no solo baratas en el corto plazo.

En la vivienda automatizada asistida por IA, el ciclo proyectual se replantea así:

1. Concepción del proyecto–decisiones optimizadas con simulación en el entorno virtual.
2. Diseño arquitectónico–coordinación digital en tiempo real de todos los sistemas.

3. Construcción – menor improvisación, menos interferencias, reducción de costos, optimización de recursos.
4. Operación – medición y evaluación permanente, eficiencia y ahorro de recursos, mejor respuesta funcional.
5. Mantenimiento – predictivo, no reactivo.
6. Retroalimentación – el desempeño real ajusta futuros proyectos.

Este paso final es clave ya que los datos operativos generan conocimiento proyectual. La arquitectura deja de adivinar cómo funcionará el edificio y comienza a aprender de su operación, tal y como hace la industria moderna.

## Desafíos: brechas y limitantes de acceso

A pesar de sus beneficios, la transformación inteligente del sector vivienda enfrenta desafíos importantes:

### 1. Brecha económica

Aunque los sistemas han bajado de costo, muchas familias todavía los perciben como inaccesibles.

Esto puede abordarse con:

- Subsidios a eficiencia
- Modelos de financiamiento tipo arrendamiento
- Incentivos fiscales por instalación
- Créditos vinculados al ahorro energético futuro

### 2. Brecha cultural

En muchos casos “lo digital” se percibe como complejo o intimidante.

La solución pasa por:

- Diseño centrado en el usuario
- Interfaces intuitivas
- Visualización clara de datos
- Educación sobre el uso energético eficiente

### 3. Brecha profesional

Gran parte de la industria de diseño y construcción:

- No domina herramientas digitales
- No entiende ni incorpora sistemas de automatización en proyectos
- No trabaja en entornos colaborativos basados en datos

Superar estas barreras es condición para que la modernización en incorporación tecnológica se vuelva política pública y no solo iniciativa individual.

Históricamente, la domótica fue asociada a lujo, personalización elitista o viviendas de alto presupuesto. Sin embargo, los datos de la IEA, ONU-Hábitat y McKinsey indican

exactamente lo contrario, la vivienda media es donde mayor impacto tiene la automatización, porque es donde más se desperdicia energía, donde más se usa el espacio y donde más visible es el ahorro.

## Síntesis conceptual

En términos del ODS 9, la domótica asistida por IA en vivienda media:

- Industrializa la arquitectura
- Inserta la vivienda en la economía digital
- Transforma el sector construcción hacia Industria 4.0
- Convierte el habitar en proceso medible y optimizable
- Genera infraestructura sostenible a escala doméstica
- Incrementa productividad con menos recursos
- Proporciona datos reales para tomar decisiones urbanas

## Conclusiones

La integración de sistemas domóticos asistidos por inteligencia artificial en el diseño arquitectónico de vivienda representa un cambio estructural en la forma en que se conciben, construyen y operan los espacios habitados. La vivienda deja de ser un objeto estático para convertirse en un sistema cibernético capaz de aprender del uso, anticipar necesidades y optimizar recursos a lo largo de su ciclo de vida. Esta transformación no solo incrementa el confort del usuario, sino que genera beneficios medibles en eficiencia energética, desempeño ambiental, mantenimiento preventivo y reducción de costos operativos acumulados.

Desde la perspectiva del ODS 9, la vivienda inteligente contribuye a la modernización de la industria de la construcción mediante digitalización, conectividad, análisis de datos y automatización, elementos centrales de la transición hacia la Industria 4.0. La domótica no funciona como un lujo tecnológico, sino como una herramienta de innovación productiva que incrementa la rentabilidad del sector, fortalece cadenas de valor emergentes y abre nuevas oportunidades de empleo técnico y profesional.

Asimismo, la vivienda conectada tiene impacto urbano, ya que las mediciones continuas permiten caracterizar el comportamiento ambiental real de los entornos habitados, lo cual facilita políticas públicas más precisas, gestión de la demanda eléctrica, integración de energías renovables y reducción de presión en infraestructura existente. A nivel social, permite nueva alfabetización energética y cultural, donde el usuario deja de operar el edificio de forma manual para convertirse en supervisor informado de su desempeño.

No obstante, la transición enfrenta desafíos económicos, culturales, normativos y formativos que deben abordarse mediante políticas públicas, programas educativos, financiamiento progresivo y adopción gradual de estándares digitales. Es indispensable que la

automatización sea accesible para vivienda media, ya que es en ese sector donde el impacto social, económico y energético es mayor.

En síntesis, la domótica asistida por IA constituye un nuevo paradigma para la arquitectura: una disciplina que ya no se limita a diseñar espacios, sino que diseña procesos inteligentes capaces de aprender, ajustarse y mejorar su propio funcionamiento, contribuyendo directamente a la sostenibilidad, competitividad industrial y resiliencia urbana que plantea la Agenda 2030.

## Referencias bibliográficas

- Bosch, D., Volk, R., & Schultmann, F. (2021). *Predictive maintenance in building operation: A data-based approach to improve energy efficiency and reduce lifecycle costs*. Energy and Buildings, 248, 1-12. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2021.111219>
- Braidotti, R. (2019). *Posthuman knowledge*. Polity Press.
- Fox, M., & Kemp, M. (2009). *Interactive architecture*. Princeton Architectural Press.
- International Energy Agency. (2022). *Energy efficiency 2022: Analysis and outlooks to 2030*. IEA Publications. <https://www.iea.org>
- Laosanto, F., & Brunelli, S. (2021). *Adaptive domestic environments: User interaction and algorithmic learning in smart homes*. Journal of Architectural Computing, 19(3), 412-430.
- Mao, J., Zhu, S., Dai, X., Lin, Q., & Liu, J. (2020). Watchdog: Detecting ultrasonic-based inaudible voice attacks to smart home systems. *IEEE Internet of Things Journal*, 7(9), 8025-8035. <https://doi.org/10.1109/JIOT.2020.2997779>
- McKinsey Global Institute. (2017). *Reinventing construction: A route to higher productivity*. McKinsey & Company. <https://www.mckinsey.com>
- OCDE. (2021). *Going digital in Latin America: Digital transformation and public policy*. Organisation for Economic Co-operation and Development. <https://www.oecd.org>
- ONU. (2015). *Transformar nuestro mundo: La Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible*. Naciones Unidas. <https://www.un.org>
- ONU-Hábitat. (2023). *World Cities Report 2023: Sustainable urban futures*. United Nations Human Settlements Programme. <https://unhabitat.org>
- Oxman, N. (2017). *Age of entanglement*. Journal of Design and Science, MIT Media Lab. <https://doi.org/10.21428/7e0583ad>
- Sacks, R., Eastman, C., Lee, G., & Teicholz, P. (2020). *BIM handbook: A guide to building information modeling for owners, designers, engineers, contractors, and facility managers* (4th ed.). John Wiley & Sons.
- Succar, B., & Kassem, M. (2015). Macro-BIM adoption: *Conceptual structures*. Automation in Construction, 57, 64-79. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2015.04.018>
- Torres, S., & Ruiz, M. (2020). *Evaluación de impacto energético y económico de viviendas domóticas en clima cálido seco*. Revista Hábitat Sustentable, 10(2), 45-60.
- Vallejo, P., & Peña, G. (2022). *Economía y competitividad en desarrollos inmobiliarios con infraestructura inteligente*. Revista Latinoamericana de Construcción Digital, 8(1), 21-37.

Zhang, Y., Tan, M., & He, J. (2021). *Deep learning-based predictive control for residential thermal environments*. Applied Energy, 283, 116–132. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2021.116262>

---

**Abstract:** This paper examines the importance and advantages of integrating home automation systems into the architectural design of middle-income housing, overcoming the conventional practice of incorporating them belatedly and in a fragmented manner. The study identifies a gap between traditional design methods and current technological realities, in which intelligent automation, environmental management, and user comfort must be considered from the earliest design stages. This perspective aims to strengthen the relationship between user, building, and environment, generating more efficient, sustainable, and contextually relevant living solutions aligned with contemporary demands.

This proposal articulates architectural design concepts directly with SDG 9 (Industry, Innovation, and Infrastructure), which promotes technological innovation as a driving force for sustainable development. Building on the implementation of AI-assisted home automation systems in middle-income housing, it reveals an opportunity to democratize innovation—traditionally restricted to high-end housing—and to foster smarter, more inclusive, and sustainable infrastructures. Furthermore, it is connected to the transition toward adaptive construction models, where architectural design incorporates digital tools, automation, and environmental control as integral components of the built environment. The methodological approach includes theoretical research, case study analysis, virtual modeling, and an experimental phase based on a prototype developed through AI-assisted simulation. The prototype articulates passive criteria such as orientation, materiality, and geometric composition, with active systems such as sensors, protocols of action, and automated management. The underlying hypothesis suggests that the early integration of these technologies will optimize resources and improve habitability, reducing costs while increasing the efficiency and sustainability of housing.

**Keywords:** Home automation - Digital innovation - SDG 9 - Middle-income housing - AI-assisted automation

**Resumo:** O presente trabalho discute a importância e as vantagens de integrar sistemas de automação residencial no projeto arquitetônico de habitações de padrão médio, superando a prática convencional de incorporá-los tardiamente e de forma fragmentada. A pesquisa identifica um descompasso entre os métodos tradicionais de projeto e a realidade tecnológica contemporânea, na qual a automação inteligente, a gestão ambiental e o conforto do usuário devem ser considerados desde as etapas iniciais de concepção. Essa perspectiva busca fortalecer a relação usuário–edificação–meio, gerando soluções habitáveis mais eficientes, sustentáveis e alinhadas às necessidades contemporâneas.

A proposta articula diretamente os fatores conceituais do projeto arquitetônico com o ODS 9 (Indústria, Inovação e Infraestrutura), que promove a inovação tecnológica como

motor de desenvolvimento sustentável. A partir da incorporação de sistemas domóticos assistidos por inteligência artificial em habitações de padrão médio, evidencia-se um campo de oportunidade para democratizar a inovação – historicamente restrita às habitações de alto padrão – e fomentar infraestruturas mais inteligentes, inclusivas e sustentáveis. Ademais, relaciona-se à transição para modelos construtivos adaptativos, nos quais o projeto arquitetônico incorpora ferramentas digitais, automação e controle ambiental como componentes integrais do espaço construído.

A abordagem metodológica inclui pesquisa teórica, análise de referências, modelagem virtual e a fase experimental de um protótipo desenvolvido por meio de simulação assistida por IA, que articula critérios passivos, como orientação, materiais e composição geométrica, e critérios ativos, como sensores, protocolos de ação e gestão automatizada. Parte-se da hipótese de que a incorporação precoce dessas tecnologias permitirá otimizar recursos e melhorar a habitabilidade, reduzindo custos e aumentando a eficiência e a sustentabilidade das habitações.

**Palavras-chave:** Domótica - Inovação digital - ODS 9 - Habitação de padrão médio - Automação assistida por IA

---