

REVISIÓN DE LITERATURA: INMÓTICA Y DOMÓTICA.

**DIEGO FERNANDO GUTIÉRREZ MARTÍNEZ
JOSÉ FERNANDO MARTÍNEZ BAQUERO
FRANZ WILHELM STRAUCH GÓMEZ**

**UNIVERSIDAD PILOTO DE COLOMBIA
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE INGENIERÍA MECATRÓNICA
BOGOTÁ, D.C.
2017**

REVISIÓN DE LITERATURA: INMÓTICA Y DOMÓTICA.

**DIEGO FERNANDO GUTIÉRREZ MARTÍNEZ
JOSÉ FERNANDO MARTÍNEZ BAQUERO
FRANZ WILHELM STRAUCH GÓMEZ**

**PROYECTO DE GRADO PARA OPTAR POR EL TÍTULO DE INGENIERO
MECATRÓNICO DE LA UNIVERSIDAD PILOTO DE COLOMBIA**

**DIRECTOR:
M.Sc. BALDOMERO MÉNDEZ
M.Sc. RUBÉN DARÍO HERNÁNDEZ**

**UNIVERSIDAD PILOTO DE COLOMBIA
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE INGENIERÍA MECATRÓNICA
BOGOTÁ, D.C.
2017**

NOTA DE ACEPTACIÓN

Una vez realizada la revisión metodológica y técnica del documento final de proyecto de grado, doy constancia de que el (los) estudiante (s) ha cumplido a cabalidad con los objetivos propuestos y se encuentra preparado para la defensa del mismo ante un jurado evaluador que considere idóneo el Comité de Investigaciones del Programa de Ingeniería Mecatrónica de la Universidad Piloto de Colombia.



Baldomero Méndez Pallares
Director del Proyecto



Rubén Darío Hernández
Director del Proyecto

TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
1. INTRODUCCIÓN	1
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	9
2.1 PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN.....	14
2.2 ESTADO DE LA PREGUNTA.....	14
2.3 JUSTIFICACIÓN	25
2.4 OBJETIVO GENERAL.....	26
2.5 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	26
3. METODOLOGÍA	27
4. RESULTADOS.....	31
5. CONCLUSIONES	41
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	45

1. INTRODUCCIÓN

Después de más de cien años desde la celebración de las primeras olimpiadas en la ciudad de Atenas (1896), los juegos olímpicos se han convertido en un megaevento que tiene profundos y decisivos efectos en las ciudades donde se celebran. Los juegos olímpicos representan para la ciudad anfitriona la puesta en marcha de un conjunto de innovaciones y propuestas arquitectónicas y de diseño que buscan dar respuesta a las solicitudes emitidas desde el Comité Olímpico Internacional (COI). Además, el proceso por el cual una ciudad presenta su propuesta frente al Comité Olímpico Nacional para salir o no favorecida por el COI, puede tardar varios años pues la verificación que esta organización realiza sobre las condiciones de las ciudades para ser sede de los Juegos Olímpicos es realmente minuciosa (COI, 2017).

En términos generales, el COI hace para cada una de las ciudades candidatas, una media ponderada valorando aspectos como la calidad de su infraestructura en general, capacidad de alojamiento, transporte, seguridad y el potencial de los diseños presentados en la propuesta. Sin embargo, lo que resulta fundamental para el COI, es que la ciudad asuma el compromiso de ajustarse a los parámetros de la Carta Olímpica, para lo que delega comisiones que realizan visitas a las ciudades finalistas con el fin de determinar y verificar las estrategias con las que cuenta cada ciudad y que la harían idónea para la celebración deportiva (COI, 2015).

Hay que mencionar que el COI ha asumido durante las últimas décadas una serie de responsabilidades con la comunidad internacional, con las que las ciudades anfitrionas también deben comprometerse. La Unión Europea y Estados Unidos, por ejemplo, han decretado que toda edificación nueva debe ser construida en la búsqueda de generar un consumo energético casi nulo y llevando la emisión de desechos al mínimo. Por esto, el establecimiento de la sostenibilidad como parte esencial de los proyectos olímpicos desde el año 2000 por parte del COI (Comité Olímpico Internacional), hace de esta celebración un escenario excelente para impulsar una mayor conciencia medioambiental no solo por ubicarse como foco de la atención internacional durante su transcurso, sino por el impacto permanente que tendrá en la ciudad anfitriona (Muñoz et al., 2011). De esta manera, las ciudades anfitrionas se ubican frente al reto de la creación de propuestas urbanísticas que le apuesten a la optimización de los recursos y al impulso de un mayor compromiso con el medio ambiente.

Desde la celebración de los primeros juegos olímpicos en Atenas (1896), hasta poco después de la primera guerra mundial, las villas olímpicas cumplían estrictamente con la función de dar respuesta al problema del alojamiento de los deportistas olímpicos. En cadenas de trabajo, se construían masiva y rápidamente

puertas, paredes y demás aditamentos para las construcciones provisionales. En la década de los treinta se construyeron en Los Ángeles (1932) y Berlín (1936) las denominadas 'villas olímpicas inaugurales', pues establecieron el modelo básico de villa olímpica que prevaleció por muchos años. Aquí, las villas olímpicas nacieron como arquitecturas multifuncionales que además de proveer alojamiento a los deportistas, contenían una serie de espacios comunes para el entrenamiento, reposo y cuidado del cuerpo (Muñoz et al., 2011). Además, estas construcciones olímpicas se caracterizaron por representar los modelos de producción industrial vigentes en la época, de modo que, en la ciudad de Los Ángeles la producción de techos, puertas y fachadas se realizó en cadenas de montaje para luego ser transportadas, montadas y desmontadas con rapidez.

Aunque las villas olímpicas de Londres (1948), Helsinki (1952) y Melbourne (1956) se preocuparon por mantener las construcciones efímeras, salieron de la utilización de campamentos militares y comenzaron a implementar planes urbanísticos para vivienda social. Fue solo hasta después de la segunda guerra mundial, durante los juegos en Roma (1960) y México (1968) que los diseños olímpicos incluyeron nuevos elementos que los dotaron de nuevas funcionalidades y morfologías. En Roma, por ejemplo, la edificación hizo parte de un amplio plan de zonificación residencial que trascendió la noción de simple alojamiento provisional para los atletas. Esto planteó nuevas preocupaciones en las construcciones olímpicas, sobre todo en lo concerniente a su funcionalidad después de transcurrido el evento.

De esta manera, durante la segunda mitad del siglo XX, los diseños proyectaban la imagen que la ciudad deseaba mostrar y se comenzó la construcción de distritos deportivos de cada vez mayor diversidad. Con la creciente comercialización de los contenidos olímpicos dado el desarrollo de los medios masivos, los diseños arquitectónicos para los juegos se tornaron ambiciosos al encontrarse frente a la posibilidad de comunicar una imagen urbana específica. Ejemplos de esto se encuentran en las villas olímpicas construidas en Múnich (1972) y Montreal (1975) donde se buscaba renovar y subir la calificación a la ciudad; en ambos casos se diseñaron amplios espacios olímpicos cuyo destino final eran actividades de tiempo libre, ocio y comercio.

Aunque propuestas como las de Los Ángeles (1984) y Atlanta (1996), buscaron rescatar la provisionalidad mediante la construcción de 'villas universitarias', los diseños planteados en Moscú (1980), Seúl (1988) y Barcelona (1992) le apostaron a la posibilidad de planeación urbanística que ofrecen estas celebraciones. En el caso de Moscú, la villa olímpica se contempló dentro del plan urbanístico de la ciudad iniciado por la puesta en marcha de programas para la reconstrucción urbana en la posguerra dentro del periodo de 1971 a 1990. Los procesos de planificación de esta ciudad se vieron acelerados por la concesión de los juegos olímpicos, que posibilitaron la introducción de una arquitectura moderna en el país de manera masiva.

Se hace evidente cómo las villas olímpicas se han diseñado para dar respuesta a las necesidades de las sociedades urbanas occidentales: desde las emergencias industriales del fordismo hasta la cultura del consumo y el ocio. Así, este nuevo siglo está frente a villas olímpicas que se inclinan cada vez más hacia las preocupaciones fundamentales del urbanismo actual: la seguridad urbana, la sostenibilidad ambiental, la compactibilidad y la sugerencia de nuevas formas urbanas mediante la implementación de estrategias paisajísticas innovadoras (Muñoz et al., 2011). En este sentido, la construcción de villas olímpicas apunta a «la ambición de crear áreas urbanas ambientalmente sostenibles, socialmente seguras, inspiradas en el ideal de ciudad compacta, e integradas en áreas para el disfrute del paisaje, entendido meramente en términos de consumo visual» (Muñoz et al., 2011. p 213).

De este modo, durante la primera década del siglo XXI, las villas olímpicas han implementado nuevas formas de hacer ciudad. En Sydney (2000), con la construcción de la villa olímpica, se dió inicio al rescate de una zona pantanal ubicada cerca de un puerto, de manera que al finalizar las celebraciones se llevó a cabo la inserción de especies animales e instalaciones paisajísticas que hoy configuran un parque natural metropolitano (Muñoz et al., 2011). En nuestra sociedad actual, dentro de esta corriente de una imagen idealizada de las villas olímpicas que convive con la modernidad y el cuidado por el medio ambiente, está la villa olímpica de Atenas (2004), donde una idea simple de ciudad sostenible se plasma en una villa olímpica atravesada por ecorutas dentro de un parque ecológico metropolitano. Lo interesante de este diseño es que el cuidado por el medio ambiente no se incluye solamente como instrumento para una intervención paisajística moderna, sino que al plantear una arquitectura abierta se dispuso de una buena ventilación natural, lo que permitió lidiar de manera más efectiva con los problemas de enfriamiento de las instalaciones durante el verano (Muñoz et al., 2011).

La mirada detenida a la evolución de las villas olímpicas refleja la manera en que estas construcciones se adaptan y dan respuesta a las necesidades siempre cambiantes de nuestra sociedad actual (Muñoz et al., 2011). Lo particular de las propuestas arquitectónicas olímpicas es que abren la posibilidad de proponer modelos urbanos ideales recreados en espacios reducidos que dentro de la realidad arquitectónica de la ciudad toparían con varias dificultades para ser puestos en práctica. De esta manera, las nuevas propuestas en los diseños urbanísticos olímpicos plantean la necesidad de trabajar por el compromiso con el medio ambiente no solo mediante la implementación de naturaleza en el entramado paisajístico de las villas olímpicas, sino con el equipamiento de nuevas herramientas y tecnologías que le permitan a estas construcciones arquitectónicas ser realmente eficientes y sostenibles.

A comienzos del siglo XXI, las transformaciones urbanísticas se ven atravesadas por la creciente preocupación global por el cuidado del medio

ambiente, y los modelos de urbanización olímpicos no son la excepción. Con ocasión del centenario de los Juegos Olímpicos en 1994 se celebró en la ciudad de París un congreso donde fundamentalmente se solicitaba la creación de una comisión especial del “Deporte y Medio Ambiente”. Esto se dió, con el fin de que el COI velase por mantener una actitud responsable ante los problemas medioambientales del planeta en todo el desarrollo y planeación de la ocasión (COI, 2009).

Dado que las construcciones olímpicas han marcado hitos en las transformaciones urbanas de las ciudades anfitrionas por los cambios importantes y profundos que suscitan, el COI asumió el compromiso con las necesidades que hoy plantea lo urbano. Hoy, el tópico central es la sostenibilidad entendida en el marco de lo arquitectónico y urbanístico como la capacidad de una edificación de mantenerse activa de manera permanente y autónoma a nivel económico, social y con un impacto medioambiental mínimo.

El término *Desarrollo Sostenible* se describe por vez primera en el informe de la Comisión de Brundtland celebrado por las Naciones Unidas en el año 1987, y desde entonces se ha configurado como un paradigma fundamental ante lo apremiante de la situación medioambiental de nuestro planeta. La sostenibilidad se plantea como un “desarrollo que satisface las necesidades de la generación actual sin comprometer las posibilidades de las generaciones futuras a satisfacer las suyas” (COI, 2009. p 3) esto implica la búsqueda constante del equilibrio entre las consideraciones ambientales y económicas de todo plan de desarrollo.

La sostenibilidad se plantea como un fin, mientras que el Desarrollo Sostenible incluye todo el conjunto de procesos necesarios para llegar a él como por ejemplo reformas en la agricultura, modelos de producción, consumo energético, educación, entre otros. De este modo, se plantea la necesidad de formular nuevamente la manera en que pensamos las ciudades y la urbanización, pues estas juegan un papel fundamental en los impactos medioambientales de nuestra sociedad, dado que en las grandes edificaciones en las ciudades es donde se consume aproximadamente el 40% de la energía a nivel mundial (Nguyen & Aiello, 2013).

En el año 1992 se celebró en la ciudad de Río de Janeiro la segunda “Cumbre de la Tierra” organizada por las Naciones Unidas donde todos los gobiernos se comprometieron a ejecutar planes de desarrollo que salvaguarden el medio ambiente mediante el uso sostenible de los recursos naturales. Lo más importante de esta cumbre fue la realización de la Agenda 21, una propuesta concreta de sostenibilidad con un programa detallado de acciones para que los gobiernos promuevan el desarrollo sostenible. En la cumbre se estableció que cada gobierno debía adoptar este documento y crear su propia Agenda 21 donde establecieran políticas de sostenibilidad por la conservación de su herencia ecológica.

La comisión olímpica del Deporte y Medio Ambiente en el año 1999 asume las pautas dispuestas en la segunda “Cumbre de la Tierra” y adelanta la creación de la Agenda 21 del movimiento olímpico mediante la cual se motiva a cada uno de sus miembros a tener una participación activa en el desarrollo sostenible de nuestro planeta. La comisión especializada del COI para el Medio Ambiente guía sus actuaciones considerando el carácter universal del deporte y lo dispuesto en la Agenda 21 Olímpica donde se promulga que los Juegos Olímpicos deben fomentar el desarrollo de capacidades y acciones que representen avances en el sostenimiento ambiental renovando constantemente sus estrategias para la gestión de recursos.

En este orden de ideas, la villa olímpica de Pekín (2008) se inscribe en el discurso de sostenibilidad donde se plasma una respuesta a la preocupación medioambiental en los medios de comunicación digitales. La planeación del “distrito verde” contó con la instalación de iluminación nocturna y duchas que se alimentan de energía solar, pero a diferencia de otras villas olímpicas esta propuesta urbanística presentó una compleja red de comunicaciones que sirvió para construir una plaza digital destinada a todo tipo de actividades de esta índole. De esta manera, el sofisticado sistema de comunicaciones no sólo favoreció el establecimiento de esta plaza digital, también incluía un circuito de seguridad y una amplia gama de dispositivos de entretenimiento de vanguardia para los deportistas.

Estos complejos sistemas de dispositivos tecnológicos hoy surgen en la búsqueda de una respuesta a la disyuntiva de la sostenibilidad donde es tan importante la optimización de los recursos y la minimización del impacto medioambiental, como el desarrollo y bienestar de la población. Con el paso de los años, la implementación de estas tecnologías en los hogares ha dejado de ser cuestión de lujo para comenzar a plantearse como una necesidad básica, dadas las herramientas de confort y seguridad que proveen. De este modo, desde las empresas prestadoras de estos servicios encontramos las necesidades más prominentes entre sus usuarios, lo que refleja la manera en que estas necesidades se van transformando generando más retos para los desarrollos tecnológicos en este campo de la ingeniería.

Icontrol Networks es una empresa prestadora de servicios domóticos que actualmente presta este tipo de servicios a más de 1600 clientes en Norteamérica. Recogiendo las demandas más comunes planteadas por sus clientes, ponen de manifiesto que en la actualidad, lo que motiva a las personas a adquirir estos servicios tecnológicos para implementarlos en sus hogares es la posibilidad que proveen estos sistemas dar respuesta a problemas cotidianos, resolviéndolos en tiempo real de manera simple y fácil (Smart Home Report, 2015). De hecho, se menciona que para el año 2022, cada familia promedio contará con aproximadamente 500 dispositivos inteligentes en su hogar (Gartner, 2015).

De este modo, estas tecnologías ya dejaron de ser vistas como elementos de lujo de alto costo, y entran a los hogares como dispositivos de vital importancia para la comodidad y seguridad. De hecho, en el mismo reporte de la empresa Icontrol Networks se menciona que el principal motivo por el que los clientes buscan la implementación de estas tecnologías, es la seguridad. Así, los dispositivos que mayor acogida tienen dentro de clientes que buscan la implementación de estas tecnologías por vez primera, son los sistemas de cámaras de seguridad y componentes de bloqueo tanto en puertas como ventanas (Smart Home Report, 2015). En segundo lugar, los servicios más vendidos son aquellos que permiten el control de la calefacción y enfriamiento, seguidos por el control de la ventilación e iluminación.

No obstante, también se encuentran diferencias importantes entre los consumidores iniciales y aquellos que ya han hecho uso prolongado de estas tecnologías. Las necesidades de estos usuarios, van más allá de temas de seguridad y solicitan sobre todo, un control integrado de todos los dispositivos de entretenimiento en sus hogares. De este modo, vemos que los motivos por los que las personas incluyen estos servicios en sus hogares, se pueden agrupar en una serie de necesidades que surgen de la búsqueda de hacer sus hogares más seguros, cómodos y que de manera automática se adapten a sus necesidades particulares.

Actualmente, la vivienda es definida como uno de los derechos sociales y económicos fundamentales dentro de los preceptos establecidos por parte de las Naciones Unidas, debe proveer seguridad, condiciones sanitarias satisfactorias, servicios públicos y una infraestructura de calidad (Vega, 2015). De modo que, con la aparición de las tecnologías domóticas las concepciones de vivienda se han ido transformado, por las formas en que pueden optimizar las operaciones que satisfacen cada una de estas necesidades básicas. Operaciones que velan por la seguridad de sus ocupantes, para dar un mejor manejo del suministro de agua y luz, e incluso disponer de mayor control sobre los dispositivos de entretenimiento.

En este escenario, la inmótica y la domótica aparecen como tecnologías que permiten la automatización y control de las funciones y operaciones dentro de un inmueble con el fin de optimizar el ahorro energético sin descuidar el confort y la seguridad de sus ocupantes (Querol, 2016). Dado que la sostenibilidad se ha convertido en un tema reiterado dentro de las agendas internacionales, cada día estas tecnologías llaman más la atención y son valoradas como una alternativa vanguardista en la búsqueda de lo que se ha denominado la *inteligencia ambiental*, término que ha suscitado un creciente interés investigativo para un mayor desarrollo de estas tecnologías.

Frente a la creciente tendencia de crear herramientas y aplicativos que sirvan de estrategia para hacer frente a la crisis energética del planeta, las

tecnologías de vanguardia como la inmótica y la domótica se desarrollan cada vez más y representan una alternativa eficaz para cuidar el medio ambiente sin descuidar las necesidades de sus usuarios mejorando muchas veces su calidad de vida. Hoy, se encontraron empresas que han logrado reducir hasta en un 26% el consumo energético en sus instalaciones solicitándole a sus empleados apagar todos los equipos de sus puestos de trabajo mientras no estén laborando, y aunque esto representa un gran logro, al depender de las acciones concientes de los usuarios no es probable que estas conductas se mantengan a lo largo del tiempo (Nguyen & Aiello, 2013).

Es por esto que la automatización de las diferentes funciones y operaciones de un inmueble aparece como respuesta a la sostenibilidad, pues hoy sistemas de inteligencia artificial implementados en edificios de oficinas toman decisiones en tiempo real, basándose en cambios medioambientales y conductas de sus usuarios para controlar funciones como la iluminación, calefacción, enfriamiento, ventilación e incluso los suministros de agua (Nguyen & Aiello, 2013). No obstante, no se trata solo de reemplazar las conductas concientes humanas, pues parte importante de estos sistemas es creación de plataformas de uso fácil mediante las cuales los usuarios puedan controlar las diferentes funciones del sistema.

De esta manera, estas tecnologías abren la posibilidad de que cada uno de sus usuarios pueda hacer seguimiento más detallado a su consumo y ahorro energético, lo que puede hacerlos sentir motivados a ahorrar aún más. Aquí es importante resaltar que, aparte del énfasis que estas tecnologías hacen sobre el consumo energético, representan una herramienta muy útil para mejorar la productividad de los trabajadores pues se ha visto que ésta se encuentra íntimamente relacionada con la sensación de confort y seguridad que los usuarios encuentran en su lugar de trabajo o en sus viviendas. Cuando la domótica y la inmótica generan mayor calidad de trabajo es claro que el confort hace parte de uno de sus dos objetivos primordiales, junto a la minimización del impacto ambiental (Borggaard et al., 2009).

Por otra parte, el control de los recursos para desarrollar las diferentes operaciones de un edificio no es la única vía por la que las tecnologías domóticas e inmóticas pueden ayudar al desarrollo de la sostenibilidad. Las cifras indican que de las emisiones de gases tóxicos a la atmósfera son responsables de una tercera parte las edificaciones y que éstas a su vez, desde 1970 hasta hoy, han aumentado en un 70%. En este sentido, la automatización de los sistemas inteligentes en las edificaciones permite controlar de forma óptima e integrada sus funciones, lo que incluye la posibilidad de manejar los desechos y emisiones resultantes del funcionamiento del edificio, manteniéndolos en el mínimo (Borggaard et al., 2009).

Aunque hay consenso en que no se ha logrado un completo entendimiento del panorama real sobre el impacto medioambiental de la sociedad, expertos han

indicado que en las próximas décadas, el planeta puede alcanzar niveles potencialmente peligrosos de calentamiento global lo que impactará de manera significativa el ambiente y por ende, nuestra sociedad (UNEP, 2009). Muchos investigadores dedicados a temas medioambientales y de sostenibilidad, indican que durante los próximos cuarenta años debemos reducir en un 50% como mínimo nuestras emisiones para al menos evitar el peor de los escenarios para la humanidad (UNEP, 2009). Con la situación medioambiental de esta manera, la sostenibilidad se ha abierto paso hasta el establecimiento de preceptos jurídicos desde las diferentes comunidades internacionales.

Muchas naciones alrededor del mundo ya han establecido políticas que exigen que toda edificación debe ser energéticamente eficiente, por ejemplo en el año 2010 la Unión Europea decreta directivas referentes a la Eficiencia Energética en Edificios (EEE) donde se establece que cualquier edificación debe tener un consumo energético casi nulo. En estas mismas directrices se anima a que los países miembros apoyaran el establecimiento de tecnologías que provean alternativas concretas para que el ahorro energético se haga de maneras más eficientes, ya bien sea para la construcción de cero o para la realización de reformas a edificaciones ya existentes. La Directiva EEE en España fue asumida y resultó en el año 2013 en el decreto de que toda edificación debe contar con un certificado de eficiencia energética que debe siempre estar a disposición en cualquier transacción comercial que se realice sobre el inmueble (Querol, 2016).

El presente trabajo busca proveer un panorama respecto a las posibilidades que ofrecen las tecnologías domóticas e inmóticas para la construcción de la villa olímpica que se construirá en la ciudad de Buenos Aires con ocasión de los Juegos Olímpicos de la Juventud (2018). Esta, servirá de hospedaje provisional para los deportistas olímpicos, y como vivienda de interés social para población de bajo poder adquisitivo. Inicialmente se planteará con más detalle la situación problemática que ha suscitado esta investigación y se desarrollará una revisión literaria basada en los trabajos teóricos y prácticos que se han realizado en todo el mundo sobre estas tecnologías. Con una visión más amplia sobre cómo la optimización de recursos y el confort de los usuarios puede ser alcanzados mediante el uso de los dispositivos que estos complejos sistemas tecnológicos han permitido desarrollar, se tendrán elementos para articular una discusión que represente un aporte para la decisión sobre qué tecnologías incluir o no en el proyecto arquitectónico olímpico.

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En este contexto, los juegos olímpicos se ponen al servicio de su sede pues la catapultan hacia la transformación urbana mediante la ejecución de proyectos arquitectónicos de vanguardia que velen por la sostenibilidad. En esta coyuntura se encuentra la ciudad de Buenos Aires que ha ganado la candidatura para ser sede de los juegos Olímpicos de la Juventud en el año 2018. En esta ciudad, se ha proyectado un modelo de 'villa olímpica barrio' que pueda servir finalmente como vivienda de interés social para ciudadanos con un bajo poder adquisitivo (Palese, 2016). Así pues, el diseño de aquella ha de atender a las necesidades de los deportistas que participarán en los juegos y de las personas que se ubicarán en la Comuna 8 del barrio Villa Soldati, una vez haya culminado el evento.

La construcción de esta villa olímpica debe ser acorde con los compromisos asumidos por parte del Comité Olímpico Internacional desde la creación de la Agenda 21 olímpica, por esto debe ser diseñada pensando en la sostenibilidad ambiental y en el bienestar de sus ocupantes. Como ya se hizo mención, una respuesta idónea para la disyuntiva que plantea la sostenibilidad la encontramos en las tecnologías domótica e inmótica, pues son sistemas sofisticados de dispositivos tecnológicos que velan por optimizar y minimizar el uso de los recursos energéticos mientras brindan confort y seguridad a sus usuarios (Borggaard et al., 2009).

Actualmente, dada la preocupación de la comunidad internacional por el impacto medioambiental, se han puesto en marcha desde diferentes organizaciones y comunidades internacionales, disposiciones legales con el fin de poner en marcha planes de desarrollo sostenibles. Aunque inicialmente, solamente el fenómeno del calentamiento global ha encendido las alarmas respecto a las emisiones de gases tóxicos enviados a la atmósfera, hoy el conocimiento sobre el impacto ambiental de nuestra sociedad se ha ampliado y se consideran también fenómenos como la crisis energética y el agotamiento de los recursos no renovables del planeta.

Dentro de la creciente preocupación por la crisis energética que enfrenta nuestro planeta, se han rastreado los principales sectores donde se genera el mayor consumo de la energía producida a nivel mundial. Se ha encontrado que los edificios de uso industrial son responsables de agotar el 40% de la producción energética total, sobre todo aquellas edificaciones donde se establecen oficinas dado que tradicionalmente se han concebido como espacios micro-climatizados (Himanem, 2003). Por tanto, la búsqueda de la eficiencia energética en este tipo de inmuebles es de vital importancia para poder preservar las fuentes energéticas finitas (Nzamic et al., 2014). Actualmente, la Unión Europea ha establecido que una edificación puede considerarse energéticamente eficiente cuando consume menos de 30.3 KW de energía y emite menos de 6.8 kg de CO₂ a la atmósfera

durante un año (Querol, 2016). Así, la nueva normatividad Europea (UNE –EN 15232) provee nuevas metodologías para poder evaluar de manera más fiable la eficiencia energética de los edificios, tanto antiguos como nuevos, después de que se haya realizado la implementación de mejoras con sistemas integrados de gestión técnica. Esto significa que actualmente se pueden cuantificar los ahorros energéticos logrados con la implementación de sistemas inmóticos y domóticos (Querol, 2016).

Inicialmente, los primeros edificios inteligentes surgieron a la par que las primeras computadoras, por tanto era natural que estas tecnologías sufrieran un sobreprecio descomunal dado los altísimos costos que en aquel entonces representaba adquirir cualquiera de estos dispositivos (Sarasúa. 2011). Actualmente el mercado de estas tecnologías está en crecimiento no sólo por la preocupación internacional sobre el medioambiente, sino porque cada vez más crece la demanda por parte de usuarios para incluir este tipo de tecnologías a sus hogar o lugares de trabajo. Como se hizo mención anteriormente, la revista “Smart Home Report” hace un recuento de las principales motivaciones que encuentran los usuarios para adquirir este tipo de tecnologías e implementarlas en sus hogares, manifestando que son amplias las posibilidades de seguridad y confort que estas instalaciones aportan.

De modo que, los usuarios de hoy buscan dispositivos que resuelvan problemas que se presentan en la cotidianidad mediante innovaciones tecnológicas que sean de fácil uso. Añadido a esto, resalta el hecho de que la confiabilidad de estas tecnologías se da luego de un uso prolongado de las mismas, pues aquellos usuarios que inicialmente adquirieron estas instalaciones en sus hogares por seguridad, hoy solicitan la automatización de sus sistemas de calefacción, o un control más interactivo de sus dispositivos de entretenimiento. Teniendo en cuenta los significativos ahorros energéticos que se logran con estos sistemas domóticos e inmóticos, queda la pregunta sobre aquellas poblaciones que no conocen los beneficios que estas tecnologías pueden aportar o que simplemente no cuentan con el poder adquisitivo para acceder a ellas (Vega, 2015).

Cuando se hace una adopción masiva de estas tecnologías, se hace evidente el abismo entre las concepciones de los desarrolladores iniciales y las del consumidor promedio. Las estadísticas revelan que para los usuarios, más importante que la innovación técnica es la facilidad de uso y acceso de los dispositivos; es decir que buscan un factor novedoso en la experiencia del usuario. La popularidad de estas tecnologías se encuentra en aumento, y se presume que esto se debe a dos factores principales: la difusión del conocimiento de las posibilidades que estas tecnologías aportan en términos de confort, por un lado, y por otro los claros beneficios que el uso de estas tecnologías trae al medioambiente (Smart Home Report, 2015)

Sin embargo hay puntos en los que convergen los desarrolladores de estas tecnologías con los usuarios pues, cerca del 60% de los consumidores buscan tecnologías que realicen sus funciones por sí mismas. Actualmente, los esfuerzos de los investigadores en éstas áreas se han enfocado en implementar sistemas que funcionen de manera autónoma y que sean capaces de tomar decisiones con un mínimo de intervención humana (Smart Home Report, 2015). De este modo, las nuevas preocupaciones arquitectónicas no se limitan al diseño o al cuidado del medio ambiente, también han dado paso al desarrollo de nuevas áreas del conocimiento como lo son la Domótica y la Inmótica.

En Europa ya se pueden encontrar una serie de empresas que proporcionan una amplia gama de servicios para la gestión activa e inteligente de infraestructuras, ya bien sean viviendas o espacios públicos. Prodisai Technologies es una empresa española dedicada a la gestión e implementación de tecnologías inmóticas que permitan generar un control activo sobre las funciones de los inmuebles donde se instalan, de manera que se abran las posibilidades de administrar los recursos energéticos mediante una supervisión constante. Esta misma empresa también ha desarrollado sistemas que proveen servicios de operación tecnológica para mejorar la gestión de los espacios públicos en las ciudades (Gutiérrez, 2015).

Sin embargo, en América Latina sigue siendo un reto para los desarrolladores de estas tecnologías dar soluciones comerciales a sus usuarios dado que se mantiene la concepción tradicional de que estos dispositivos son costosos y que no cuentan con una función específica; en síntesis son concebidos como lujos innecesarios. Precisamente es este desconocimiento el que ha generado que éstas tecnologías no se conciban desde los múltiples beneficios que pueden ofrecer y que la inversión para la investigación en esta área sea casi nula (Fonseca et al., 2012). No obstante, la creciente popularidad de las tecnologías móviles, ha dado paso a una mayor acogida de estos sistemas de dispositivos de manera paralela, que la reducción en los costos de los dispositivos tecnológicos disminuye con el paso de los años (Fonseca et al., 2012).

De este modo se logra encontrar en la actualidad, iniciativas para instalar estos dispositivos en Viviendas de Interés Social (VIS), sobre todo en el ámbito Latinoamericano. En el estudio adelantado por Vega y colaboradores (2015) se encontró que dentro de las poblaciones que habitan estas viviendas, hay un desconocimiento de estas tecnologías del 50% dando lugar a la creencia generalizada de que estas tecnologías aparte de ser muy costosas, son de difícil manejo y representan un gasto energético mayor. Esto en síntesis plantea que, para estas personas no hay relación alguna entre calidad de vida y medio ambiente, y que estas tecnologías no pueden vincularse de manera efectiva con alguno de estos aspectos; de hecho es generalizada la creencia de que la sostenibilidad es un tema que solo le concierne a los gobiernos y no a los ciudadanos directamente (Vega, 2015).

Así las cosas, teniendo claros los beneficios que pueden aportar estos sistemas tecnológicos, el reto más importante descansa en ampliar el conocimiento sobre estas ventajas en todas sus dimensiones, tanto de sostenibilidad como de confort y seguridad. Un mayor conocimiento de los aportes que estas tecnologías ofrecen para mejorar la calidad de vida de sus usuarios, aumentaría el número de personas interesadas en adquirir este tipo de servicios. Esto incluye claro, personas con bajo poder adquisitivo pues los costos de estas tecnologías disminuyen cada día y tecnologías portátiles, como los dispositivos móviles, cuentan con mayor popularidad actualmente.

Sin embargo, un mayor conocimiento de los beneficios que aportan la domótica y la inmótica sería infructuoso, si no se llevan a cabo desarrollos que permitan a estas instalaciones optimizar el despliegue de sus operaciones de manera constante y segura. De este modo, la confiabilidad es de vital importancia tanto para los futuros usuarios como para quienes actualmente cuentan con este tipo de tecnologías. En el futuro, se espera que estas tecnologías sean adoptadas de manera generalizada dentro de la población, teniendo en cuenta la crisis medioambiental que enfrenta nuestro planeta y la necesidad de velar por éste sin poner en riesgo el desarrollo de la sociedad, en términos socio-económicos.

Así que, tan apremiante como el desarrollo tecnológico, es importante por parte de la domótica e inmótica dar respuesta a las necesidades de todos sus posibles usuarios tomando en cuenta que es creciente la demanda por el cuidado ambiental al igual que el confort en nuestras viviendas (Fonseca et al., 2012). En términos financieros, el panorama para estas tecnologías es cada vez más positivo pues, así mismo como sube cada día el costo de la energía, cada vez son más económicos los dispositivos tecnológicos que pueden hacer real un ahorro en este aspecto. Es importante resaltar también, que la gran mayoría de edificaciones que encontramos hoy son viejas o por lo menos construidas antes del año 2002, por esto es que tecnologías como la inmótica y la domótica proporcionan una herramienta ideal para hacer que estas edificaciones ya establecidas puedan adquirir funcionalidades que las hagan más eficientes en términos energéticos.

Hoy en Europa, estas instalaciones son una alternativa muy útil sobre todo por los bajos costos que representan hoy, de hecho hay páginas web donde los usuarios pueden solicitar presupuestos gratuitos para sus instalaciones (Querol, 2016). Al contar con mayor funcionalidad, las edificaciones optimizan sus operaciones mejorando el control de cada una de sus funciones poniéndolas a cargo de un sistema dinámico que incluye sensores (que toman información ambiental), actuadores (dispositivos que ejecutan las operaciones) y además un controlador central (centro de operaciones del sistema). Estos sistemas deben contar con la capacidad de tomar decisiones en tiempo real teniendo en cuenta factores ambientales como el clima o el horario de trabajo de los empleados, con el fin de decidir si pone en marcha o no servicios como la calefacción, el enfriamiento, ventilación, etc. (Borggaard et al., 2009).

Por otra parte estas tecnologías no dejan de lado el segundo componente de vital importancia para la sostenibilidad: el bienestar y calidad de vida de las personas. Al automatizar las operaciones de un edificio la responsabilidad de ejecutarlas ya no está en manos de los usuarios, por tanto su confort aumenta de manera paralela que lo hace su productividad o su calidad de vida si hablamos de la automatización en el hogar (Nguyen & Aiello, 2013). Otro beneficio de estos sistemas para los usuarios lo encontramos dentro de las funciones del controlador central, que debe contar con una interface al usuario que le permita acceder de manera fácil y rápida al sistema. Hoy se han desarrollado plataformas para el usuario que pueden operarse incluso desde aplicativos móviles con el fin de que los usuarios tengan a mano el control remoto de sus dispositivos electrónicos, de su lugar de trabajo por ejemplo, y que al mismo tiempo cuenten con un récord de su consumo y ahorro energético de manera que puedan ser más conscientes de cómo sus actividades y tareas impactan el medioambiente y abrir así la posibilidad de reducir aún más el consumo energético (Nizamic et al., 2014).

La inmótica y la domótica son disciplinas novedosas que han dado paso a un amplio campo investigativo acelerando cada vez más su desarrollo; a su vez este crecimiento constante ha generado que cada día se ofrezcan cada vez más herramientas para ejercer un uso inteligente de la energía (Vega & Matos, 2015). Si bien la domótica y la inmótica pueden presentar una serie de retos a la hora de ser implementadas, es claro que el abanico de posibilidades que ofrecen las posiciona como una alternativa idónea para la construcción de la villa olímpica en la ciudad de Buenos Aires (Fonseca et al., 2012). Dado que el objetivo deseado es incorporar estas tecnologías de manera exitosa en el proyecto olímpico, es necesario realizar un abordaje serio a las investigaciones adelantadas en el campo de la inmótica y la domótica para rastrear de manera más detenida las posibilidades que sus dispositivos y herramientas pueden ofrecer al día de hoy.

El presente trabajo tiene por objetivo realizar una investigación documental que permita tener una visión amplia sobre cómo la optimización de recursos y el confort de los usuarios pueden ser alcanzados mediante el uso de tecnologías domóticas e inmóticas en la construcción de la villa olímpica. Una comprensión general del conocimiento acumulado hasta la actualidad dentro éstas áreas representa un aporte para la toma de decisiones y responder la pregunta sobre ¿cuáles dispositivos o sistemas domóticos e inmóticos son más convenientes para la planeación y construcción de la villa olímpica? De lo anterior se obtiene elementos importantes para la discusión de los diferentes trabajos realizados hasta hoy en domótica e inmótica para finalmente aportar un panorama más claro sobre las alternativas disponibles a las necesidades y requerimientos que la construcción de esta villa olímpica suscita.

Se toman como base los trabajos teóricos y prácticos que otros investigadores han hecho sobre el tema hasta hoy por lo que, en primera medida se hace una búsqueda, selección y revisión de fuentes primarias sobre el tema de

la *inmótica* y *domótica* en general. Esto se hace con el objetivo de reconocer los beneficios que estas tecnologías pueden aportar y la viabilidad que ofrecen respecto a su instalación en la villa olímpica. Luego se exponen las ideas relacionadas con el objetivo general con el fin de argumentar la pertinencia del uso de las tecnologías domóticas e inmóticas en el proyecto arquitectónico olímpico de la ciudad de Buenos Aires, mencionando las maneras en que pueden representar un mayor ahorro energético y proveer confort tanto a los deportistas como a sus futuros residentes.

2.1 PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

¿Qué elementos pueden aportar los sistemas domóticos e inmóticos en la actualidad que pueden responder a las necesidades tanto de los deportistas olímpicos como de los futuros habitantes de la villa olímpica construida en la Comuna 8 del barrio Villa Soldati en la ciudad de Buenos Aires?

2.2 ESTADO DE LA PREGUNTA

Comenzando en el ámbito internacional se encuentra el trabajo realizado por Moser y colaboradores, cuyo objetivo principal es comprender lo que constituye una “ciudad inteligente” desde la perspectiva científica y la práctica. Para contrarrestar las comprensiones que se tienen de “ciudad inteligente”, se tomaron por un lado las definiciones científicas más prominentes y por otro, los proyectos vigentes más ejemplares hallados en tres países Europeos (Suiza, Alemania y Austria).

En la revisión teórica se encontró que no hay unanimidad en la conceptualización de “ciudad inteligente”, por lo que partieron de la revisión literaria realizada por Nam y Pardo (2011) donde se plantean cuatro características elementales por las cuales una ciudad puede considerarse inteligente (Moser et al., 2014):

- Se adaptan rápidamente a los cambios en las necesidades de los usuarios.
- Utilizan tecnologías que monitorean e integran las infraestructuras.
- Vinculan de manera inteligente la economía, el capital social y humano, el gobierno, la movilidad, el ambiente y la calidad de vida.
- Empoderan a los habitantes para la participación en la toma de decisiones y la formación de ciudades inteligentes.

Suiza, Alemania y Austria son países colaboradores en el proyecto internacional D-A-CH Project que busca promover un intercambio constante de experiencias adquiridas durante la implementación de proyectos para promover ciudades cada vez más inteligentes, por lo que han generado una rica base de datos de proyectos ya implementados, en curso o que se encuentran en planeación. Cada una de estas ciudades cuenta con experiencias propias resultantes de la planeación e implementación de estos proyectos que derivan en

una conceptualización particular de “ciudad inteligente”, de modo que los autores toman éstas concepciones y las contrarrestan con la científica.

La investigación se sirvió de bases de datos en Internet para encontrar artículos científicos y otros textos académicos con las palabras clave “Smart city” y se seleccionaron aquellos trabajos que proveían una conceptualización definida. Respecto a la investigación realizada para evaluar proyectos implementados actualmente, se utilizaron las bases de datos que estos países aportan para el proyecto D-A-CH, de modo que el resultado fue la evaluación de 50 proyectos. Posteriormente, Moser y colaboradores ubicaron los estudios científicos y los proyectos prácticos en una tabla cuyas dimensiones se dedujeron después de su revisión. La caracterización del material recogido se realizó en dos niveles: nivel de *integración* (qué tanto el estudio o proyecto integra diferentes tecnologías o tópicos) y nivel de *incorporación socio-técnica* (que tantos procesos de participación ciudadana proveen) (Moser et al., 2014).

Los resultados mostraron que las dos perspectivas arrojan tanto diferencias como similitudes. Aunque la necesidad de integrar la participación de los usuarios era parte central en algunas definiciones de “ciudad inteligente”, resultó claro que la gran mayoría tanto de estudios como de proyectos desatendieron estas perspectivas y asumieron posiciones más técnicas. Dentro de las diferencias llama la atención que el enfoque integrativo se encuentra presente en todos los trabajos revisados dentro de la perspectiva científica, mientras que en los proyectos se encuentra el desarrollo de aspectos singulares de tecnologías.

Los autores concluyen que los proyectos contaban con un enfoque más estrecho que las investigaciones científicas. También resulta evidente que, dadas las características del material revisado, es importante adelantar investigaciones que amplíen el acervo de literatura revisada y que por ejemplo, tomen en cuenta proyectos adelantados en otras ciudades del mundo. Finalmente plantean que después de la revisión, las tecnologías de la comunicación resultan clave para lograr la articulación entre el desarrollo integrado de tecnologías y la perspectiva participativa (Moser et al., 2014).

Se encuentra por otra parte, un estudio piloto adelantado por Nigel Jollands (2008) que busca realizar una revisión rigurosa y transparente de las mejores propuestas por la eficiencia energética en diferentes ciudades del mundo. El objetivo principal de esta investigación preliminar es proponer una perspectiva para evaluar diferentes proyectos de eficiencia energética vigentes, con el fin de identificar aquellos cuyo desarrollo resulta viable dentro de otras ciudades. La revisión preliminar de los proyectos se realiza para generar un set de criterios útiles que permitan posteriormente, evaluar los beneficios en múltiples áreas en estudios de caso (Jollands, 2008).

El proyecto adoptó la estimación cuantitativa para poder comparar diferentes programas usando métricas definidas, estableciendo a través de la revisión literaria como criterios de evaluación tiempo de implementación, ahorro energético, reducción en emisiones de gases, retorno de la inversión y transferibilidad. Para determinar si un programa representa una buena práctica o no, inicialmente se establecieron puntos de referencia arbitrarios dentro de cada criterio de manera que, todo proyecto que cumpla con *retorno de la inversión* y otros dos criterios puede considerarse como viable para ser implementado en otras ciudades.

El autor aclara que, aunque inicialmente los puntos de referencia son arbitrarios, el propósito de su trabajo preliminar es que posteriormente sea refinado y puedan desarrollarse criterios de selección más apropiados para la evaluación de proyectos por la eficiencia energética. Durante la selección del material se consideraron solo programas de eficiencia energética, descartando temáticas como energías renovables o de movilidad alternativa, lo que finalmente dejó bajo evaluación 11 proyectos (Jollands, 2008). Esta iniciativa concluye que es clara la falta de rigor a la hora de evaluar el impacto que tienen los mejores programas de eficiencia y sostenibilidad en diferentes ciudades.

De hecho, resalta que inicialmente la recolección de información no es fácil debido a que no siempre se encuentra almacenada en formatos accesibles, por lo que plantea que es necesario desarrollar criterios comunes para la generación y almacenamiento de nueva información. Dado que, con el paso de los años crece el número de propuestas y programas implementados, Jollands (2008) plantea que es importante desarrollar criterios más precisos de evaluación para poder desarrollar su gran potencial. Futuros trabajos deben enfocarse en refinar los criterios de evaluación, ampliar el acervo de proyectos que se evalúan y generando mecanismos de retroalimentación (Jollands, 2008).

En su disertación doctoral, Himanem (2003) propone una revisión bibliográfica sobre la inteligencia de las edificaciones desde 1988 con el propósito de establecer un primer marco teórico para la implementación de sistemas inteligentes en los inmuebles. El autor parte del reconocimiento de que, para la época, no hay un concepto establecido de EI, sumado a la poca evidencia empírica que demuestra la confiabilidad de estos sistemas en su implementación. De modo que se propone encontrar el consenso existente alrededor del término para evaluar su confiabilidad tomando como base los Sistemas Inteligentes implementados en veinte edificios de oficinas ubicados en el área metropolitana de Helsinki.

En esta revisión, se realizaron comparaciones entre la calidad de las oficinas dentro de estos Edificios Inteligentes a la encontrada en otras edificaciones. La hipótesis establecida, proponía que las diferencias serían significativas y que en consecuencia se podría probar la existencia del concepto

de EI, pues la ausencia de diferencias pondría de manifiesto que no hay impacto alguno en la implementación de conceptos inteligentes en las edificaciones (Himanem, 2003). Este estudio tomó como base en toda la información disponible sobre Edificios Inteligentes, encontrando que hasta aquel momento, todas las conceptualizaciones realizadas definían a los edificios inteligentes y no a la inteligencia en dichas construcciones en sí. De este modo, esta tesis sugirió una nueva definición de EI basándose en la premisa de que el humano puede imprimir inteligencia en objetos inorgánicos, como un edificio.

Durante la revisión, se hizo evidente las diferencias entre la evaluación de calidad entre los EI y los edificios regulares, realizada por parte de los usuarios. Estos resultados soportaron la confiabilidad del concepto EI, lo que abrió un amplísimo horizonte investigativo para que estos sistemas inteligentes se desarrollen más en la búsqueda por mejorar los ambientes de trabajo. No es suficiente con añadir componentes aislados de alta tecnología, el autor planteó que es importante trabajar en el desarrollo de medios de comunicación que permitan la integración de las operaciones del sistema para dar solución a las diferentes necesidades de los usuarios (Himanem, 2003).

Siguiendo la línea de las conceptualizaciones se encuentra el trabajo realizado por Ghaffarianhoseini y colaboradores (2015) realizado más de una década después, donde buscan explorar las concepciones actuales de *edificio inteligente*. Los autores presentan un análisis del término y sus principales constituyentes, con el fin de extraer características generales que permitan evolucionar a una definición más precisa, para que el término pueda ser una referencia útil para posteriores desarrollos en esta área. La revisión tuvo en consideración cualquier definición de EI a nivel internacional, proponiendo una investigación exploratoria que esboza una reconceptualización de *Edificio Inteligente* (EI), con el fin de desarrollar un marco analítico que pueda ser útil para consultas sistemáticas.

El estudio concluye que son evidentes las razones por las que los EI deben considerarse como un componente significativo en la construcción de las ciudades y entornos del futuro. El potencial más relevante se encuentra en la posibilidad de automatizar y digitalizar las viviendas con tecnologías integradas que faciliten y mejoren la seguridad, la salud y en general, el bienestar de los usuarios (Ghaffarianhoseini et al., 2015). Por otra parte, estas tecnologías resultan prometedoras también, por la reducción en el impacto medioambiental al igual que la considerable disminución en los costos que puede percibirse a largo plazo. En síntesis, los Edificios Inteligentes representan un nuevo paradigma en el diseño arquitectónico con tecnologías sofisticadas.

Aunque los resultados arrojaron que no hay hoy una definición estándar de EI, las diversas interpretaciones cuentan con características comunes que hablan de una serie de características básicas que hacen parte de la gran mayoría de

conceptualizaciones realizadas hasta el momento. Dentro de las agendas gubernamentales y empresas privadas que proveen servicios para EIs, se encuentra en común la implementación de TICs dentro de las construcciones arquitectónicas para que puedan ser consideradas inteligentes. Ara que una construcción arquitectónica pueda considerarse inteligentes.

Oliver Amft y colaboradores (2012) realizan una revisión bibliográfica con la que se proponen refinar el entendimiento sobre los edificios inteligentes mediante una comprensión más amplia de las tecnologías que pueden hacer de estas edificaciones más eficientes. El estado del arte propuesto por estos autores recoge todas las iniciativas que hacen uso de TICs dentro de las construcciones inteligentes, para un desempeño más eficiente de cualquiera de sus funciones. El objetivo general es identificar el potencial interactivo que proveen estas tecnologías para reelaborar la manera en que se conciben los edificios eficientes.

Para identificar y seleccionar los trabajos más relevantes se buscaron en primera medida, trabajos relacionados con Domótica y servicios operativos en edificios; es decir, todas aquellas iniciativas que ofrecieran funciones de control sobre las instalaciones del inmueble (Amft et al., 2012). También se recogieron aquellos trabajos que ofrecieran sistemas de sensores y redes inalámbricas, y que por otra parte, contaran con reconocimiento de las actividades de los usuarios y cambios ambientales.

Durante la revisión se establecieron una serie de criterios básicos para evaluar cada uno de los proyectos recogidos: que velaran por la eficiencia energética, la escalabilidad, que ofrecieran privacidad y seguridad a sus usuarios al igual que confort, que estuvieran disponibles en el mercado, y que su funcionamiento fuera confiable y dinámico (Amft et al., 2012). De este modo los resultados mostraron que el número de esfuerzos en curso sobre el desarrollo de estas tecnologías, hacen un aporte substancial hacia la eficiencia energética acercándola cada vez más al sector público. Principalmente, se ha hecho énfasis en desarrollar tecnologías que permitan mayor reconocimiento de las actividades de los usuarios y su consumo energético (Amft et al., 2012).

Gunge y Yalagi (2016) dedicaron sus esfuerzos a realizar una revisión con el objetivo de poner en discusión los diferentes sistemas de automatización del hogar desde diversos puntos de vista. Se enfocaron en el concepto de *automatización del hogar* donde el monitoreo y control de las operaciones de un inmueble se ve facilitado por la implantación de dispositivos inteligentes, poniendo en consideración aquellos trabajos cuyos sistemas desarrollados contaran con controladores centrales y que usaran como medio de transmisión Internet, ZigBee, Email, Bluetooth u otros medios de transmisión inalámbricos.

Los diferentes sistemas sometidos a evaluación se compararon tomando tres características principales: los microcontroladores, la interface al usuario y la

interface de comunicación del sistema. Se concluye que actualmente hay una amplia gama de posibilidades para poder implementar sistema domóticos en los hogares. Con las amplias opciones que se encuentran en el mercado es posible la realización DIY (Do It Yourself) de sistemas domóticos de bajo costo y de funcionamiento confiable en las viviendas (Gunge & Yalagi, 2016).

En España se encuentra la investigación adelantada por Bouzas (2005) que busca aportar una panorámica general de los sistemas domóticos e inmóticos. Dentro de sus objetivos principales está proveer una panorámica general del estado del sector domótico e inmótico, dar a conocer las aplicaciones y mejoras con las que se cuentan actualmente para dotar de inteligencia a los edificios. Se recogieron todos aquellos adelantos tanto en los componentes tecnológicos como en los protocolos de comunicación que actualmente más se emplean para lograr una comunicación eficiente entre los distintos componentes de estos sistemas (Bouzas, 2005).

La autora inicia su búsqueda utilizando como palabras clave domótica e inmótica, de manera que plantea tanto las concepciones que se abrigan en aquel momento sobre estas tecnologías, y las principales herramientas y alternativas que proveen para la construcción de Edificios Inteligentes. Toma como referencias las políticas y marcos teóricos establecidos desde la AIDA (Asociación de Inmótica y Domótica Avanzada), ANAVIF (Asociación Nacional para la Vivienda del Futuro), CEDOM (Comité Español para la gestión Técnica de Edificación y Viviendas) y la G2V (Grupo de empresas de construcción e instalaciones domóticas e inmóticas).

En la revisión adelantada, resulta evidente que, aunque estas tecnologías comenzaron a surgir en la década de los 70, aún hoy representan un área tecnológica con poca extensión dentro de la sociedad considerando estos artefactos como elementos de lujo y no de eficiencia. No obstante, estas tecnologías ganan cada vez más popularidad de manera paralela que crecen las investigaciones para lograr que sean más eficientes y confiables (Bouzas, 2005). De este modo, en esta investigación se concluye que futuros avances deben enfocarse en dar solución a los retos que enfrenta hoy la domótica y la inmótica: cualquiera de las instalaciones debe contemplar la implementación de cada componente estudiando las posibilidades arquitectónicas que ofrece el inmueble. Son muchas las posibilidades en este aspecto, no obstante es importante que futuras investigaciones desarrollen protocolos de comunicación más eficientes para aumentar la confiabilidad de los sistemas domóticos e inmóticos.

Siguiendo en el ámbito internacional, dentro de una perspectiva más técnica se encuentra la investigación adelantada por Nguyen y Aiello (2013), donde someten a estudio los proyectos más prominentes a nivel internacional que utilicen como elemento clave las actividades de los usuarios. El objetivo de su investigación es evaluar el impacto que tienen, la presencia y conductas de los usuarios dentro de las instalaciones inmóticas en el consumo energético, pues

establecen que, el pasar por alto estas variables puede añadir un consumo energético de aproximadamente el 30%.

La búsqueda de proyectos se realizó por Internet utilizando motores de búsqueda como ACM, Digital Library o Google, y se tuvieron en cuenta trabajos indexados publicados entre 1996 y 2012. Se seleccionaron aquellos sistemas que contaran con las siguientes características: posibilidad de implantarse fácilmente (vgr. dispositivos estacionarios como muebles), que contengan componentes de reconocimiento de actividades de los usuarios para soportar las decisiones tomadas por el sistema, y que desempeñen sus acciones para ahorrar energía mientras satisfacen las necesidades y brindan confort a los usuarios (Nguyen & Aiello, 2013). A través de una revisión inicial de la literatura recopilada, categorizan la información en sectores (hogar, industrial, etc.) y subsistemas (iluminación, calefacción, etc.), con el fin de evaluar en qué direcciones se ha concentrado el desarrollo de nuevas tecnologías que permitan a los sistemas inteligentes tener retroalimentación constante de las actividades de sus usuarios.

En resumen, se encontró que ha sido prestada mayor atención al sector residencial e industrial y que la gran mayoría de estrategias de estos sistemas inteligentes para evaluar las actividades de los usuarios, consisten en la implementación de sensores de ocupación que se han introducido por lo general, en el control de la iluminación. De este modo los autores concluyen que actualmente, el control de estos sistemas es principalmente manual aunque resulta evidente el alto impacto que tiene la información sobre las conductas de los usuarios en la optimización de los recursos que estos sistemas pueden proporcionar (Nguyen & Aiello, 2013). El trabajo hace un llamado para hacer que las edificaciones inteligentes sean concientes de las conductas de sus usuarios para ser cada vez más capaces de adaptarse a ellas con miras a maximizar la eficiencia energética (Nguyen & Aiello, 2013). Proponen que las redes inalámbricas de sensores pueden jugar un papel de vital importancia en la generación continua de información ambiental que provea retroalimentación constante al sistema para la toma de decisiones.

Por su parte Carvalho y colaboradores (2013) realizaron una investigación para conocer los aspectos socio-técnicos de la gestión interactiva, que la automatización de los ambientes residenciales provee. Crece el número de investigaciones en el área de la Interacción Humano-Computadora (HCI) pues el principal desafío descansa en la posibilidad de crear una gestión cada vez más interactiva con los componentes de los sistemas domóticos, por ello el trabajo de estos investigadores se ocupa de realizar una revisión literaria recogiendo los pocos trabajos en domótica que se dedican a estudiar la HCI, y los aspectos humanos de esta forma de interacción (Carvalho et al., 2013).

Específicamente se tomaron aquellos trabajos que se propusieron desarrollar plataformas de usuario y demás interfaces para la operación por parte

de los usuarios. Los resultados mostraron que, dada la diversidad de la población para la que pueden ser diseñados estos sistemas, resulta poco apropiado diseñar interfaces específicamente para los ambientes residenciales (Carvalho et al., 2013). Las plataformas para el usuario, deben proveer la posibilidad de ser utilizadas de manera multimodal (gestos, voz, etc.), para proveer mayor accesibilidad a los usuarios y que los sistemas, por su parte, cuentan con mayor capacidad para reconocer los comandos de sus usuarios.

No obstante, los investigadores también encontraron durante la revisión que el desarrollo actual de estos sistemas de automatización de hogar se enfoca en los componentes tecnológicos y no en las necesidades y deseos reales de los usuarios (Carvalho et al., 2013). Muchos de los estudios revisados ignoran la importancia de los aspectos sociales de sus usuarios, como diferencias de género, diferentes profesiones, costumbres, hábitos, etc. Se concluye que es necesario un enfoque en la perspectiva de los usuarios pues la complejidad de los sistemas de automatización del hogar, hace evidente que no se pueden limitar los análisis en este dominio a simplemente el desarrollo de componentes tecnológicos. Finalmente los Carvalho y colaboradores proponen que los desarrollos futuros dentro de la domótica deben considerar aspectos como accesibilidad, utilidad, personalización, privacidad, ambigüedad, etc.

En tono con la importancia de los aspectos sociales de los usuarios de estos sistemas tecnológicos, encontramos la revisión literaria realizada por Brandt y colaboradores (2010). El objetivo principal de esta revisión es examinar las actividades, participación, calidad de vida y satisfacción de los usuarios con discapacidad que habitan en viviendas con sistemas automatizados mediante componentes tecnológicos, para evaluar si estas personas se benefician o no, del uso de éstas tecnologías en sus vidas diarias (Brandt et al., 2010).

La metodología utilizada consistió en una revisión literaria sistemática, que tomó trabajos desde diecisiete bases de datos, tres conferencias y dos revistas; se consideraron aquellos trabajos que trabajaran con población discapacitada, que realizaran alguna intervención (y que contaran con grupos de control) y que desarrollaran aplicaciones para las viviendas (entretenimiento, electrodomésticos, comunicación, etc.) (Brandt et al., 2010). La selección del material arrojó 13 investigaciones, las cuales durante su revisión evidenciaron que no era posible determinar si las intervenciones tecnológicas en las viviendas de personas discapacitadas proveían una mejor calidad de vida o no. Los autores concluyeron que la principal razón de ello es que los diferentes estudios tomaron poblaciones (con diferentes tipos de discapacidad), metodologías, instrumentos e intervenciones diferentes, de modo que resulta imposible sintetizar y compararlos.

No obstante resaltan que en general, las intervenciones domóticas en viviendas de personas con discapacidad, les proveen un grado mayor de independencia, actividades cotidianas, mayor socialización y mejor calidad de

vida, en comparación con la lograda por personas discapacitadas que viven en hogares regulares (Brandt et al., 2010). La satisfacción percibida por los usuarios fue evaluada únicamente por dos investigaciones de las revisadas y se encontró que era alta, pues se sentían más independientes al poder ejercer control sobre las funciones del hogar como la iluminación, calefacción, dispositivos de entretenimiento o poder comunicarse de manera autónoma. En síntesis, resulta prometedora la implementación de estas tecnologías para incrementar las posibilidades de estas personas y habilitarlas para que sean más activas dentro de su comunidad (Brandt et al., 2010).

En esta misma línea se encuentra la revisión realizada por Demiris y Hensel (2010), donde se ocuparon de evaluar el impacto que estos sistemas domóticos tienen en las vidas de las personas de la tercera edad. El objetivo principal de su trabajo es proveer una revisión comprensiva de los proyectos a nivel mundial de automatización del hogar que buscan mejorarla calidad de vida y aumentar la independencia de sus usuarios, en este caso, adultos mayores. Se recogieron todos aquellos trabajos que consideraran la salud en el desarrollo de sistemas automatizados para viviendas inteligentes, por ello se tomaron investigaciones adelantados en campos diversos, desde la medicina hasta la domótica (Demiris & Hensel, 2008).

Durante la investigación literaria se tomaron las palabras claves “Smart home”, “home monitoring”, “domotics” y “gerontechnology” que se buscaron en amplias bases de datos biográficas con el objetivo de no limitarse al campo tecnológico y poder incluir, investigaciones adelantadas en los campos de las ciencias sociales y de la salud (Demiris & Hensel, 2008). Se recogieron aquellos trabajos que incluían el desarrollo de tecnologías integradas a la infraestructura del hogar, de modo que se tomaron entre otras referencias, tres libros especializados gerontecnología, excluyendo todos aquellos trabajaron que se enfocaron en desarrollar componentes tecnológicos aislados para el hogar.

Dentro de la revisión literaria, los autores encontraron que los proyectos concentraban sus esfuerzos en los desarrollos tecnológicos en aplicaciones específicas para el hogar de personas mayores: monitoreo físico (signos vitales, frecuencia respiratoria, etc.), sistema de respuesta a emergencias, monitoreo en actividades diarias (caminar, etc.), monitoreo de seguridad (fugas de gas, incendios, etc.), aplicaciones que habiliten a los usuarios para una mayor interacción social (implementación efectiva de Tecnologías de la Información y Comunicación) y tecnología sensitivas para personas con discapacidades sensoriales y/o cognitivas. Dentro de las 114 publicaciones que se tuvieron en consideración, en ninguna se hizo evidente los efectos de la implementación de estas tecnologías en los hogares de esta población, como tampoco hay evidencia el impacto de éstas durante las emergencias médicas (Demiris & Hensel, 2008).

Teniendo en cuenta que la proliferación de éstas tecnologías puede darse sólo si se logra mayor confiabilidad y aceptación por parte del público, los autores concluyen los desarrollos en éstas áreas deben poner en mayor consideración las necesidades y deseos de los usuarios finales (Demiris & Hensel, 2008). Si el objetivo de las investigaciones evaluadas es proveer de mayor independencia y confort a los adultos mayores, es importante poner en consideración algo más que los desarrollos tecnológicos.

A nivel nacional, se encuentra una investigación literaria realizada por F. Torres con el fin de establecer los alcances que la inmótica propone actualmente, mediante la aplicación de componentes tecnológicos, para potencializar las funciones de la infraestructura de la Universidad Nacional de Colombia (Torres, 2012). El objetivo principal del trabajo era optimizar la inclusión de estas tecnologías en el campus educativo utilizando como metodología el estudio de caso de la Universidad Nacional de Colombia, sede Bogotá en particular, de la mano de una revisión literaria sobre el estado de pensamiento en el campo de la inmótica.

El autor parte de reflexiones alrededor del impacto que estas tecnologías tienen en la sociedad para determinar los beneficios que podrían aportar a la comunidad universitaria, y sus diferentes usuarios, lo que incluye, personas con discapacidad. De esto modo, toma por una parte el “Documento Diagnostico del Estado Actual y Recomendaciones de Accesibilidad en la Universidad Nacional de Colombia” (DDRASUN) donde, con un enfoque de inclusión, se evalúa el campus universitario buscando la satisfacción de las necesidades de los diferentes grupos sociales, sobre todo aquellas personas con discapacidad cuyas necesidades por lo general son ignoradas.

Aunque el trabajo actualmente se encuentra inconcluso, durante la revisión literaria realizada por el autor, se encontraron ciertas características fundamentales que deben rastrearse en toda instalación inmótica a la hora de buscar alternativas de automatización para espacios diseñados desde una perspectiva de Inclusión. Deben tenerse en cuenta tres grandes componentes: retos sociales del ambiente (fiabilidad, escalabilidad, previsibilidad, tolerancia a fallos), compatibilidad social (transparencia, equidad y acceso universal) y aceptación social (credibilidad, autonomía, impacto en la salud y medioambiente, reforzar relación del hombre con su entorno).

De este modo son claras las alternativas que las tecnologías inmóticas proveen para que espacios urbanos, en este caso un campus universitario, adquieran la capacidad de responder a las necesidades de todos sus usuarios, incluso personas en condiciones de discapacidad. Así, aunque la gran mayoría de proveedores en la ciudad de Bogotá, ofrecen sobre todo servicios de confort y seguridad, solo se tuvieron en cuenta dispositivos y sistemas técnicos destinados

al apoyo de la comunidad universitaria en el desarrollo de sus actividades académicas y sociales (Torres, 2012).

Siguiendo con las investigaciones realizadas respecto a la inclusión social que pueden aportar estas tecnologías, se encuentra en la ciudad de Medellín, una investigación realizada por estudiantes de la Universidad de Antioquia. Fonseca y colaboradores se propusieron (Fonseca et al., 2012) realizar el diseño de un sistema domótico de bajo costo y que permitiera ser instalado de manera fácil en una vivienda regular en la ciudad de Medellín. Para ello realizan una evaluación y selección minuciosa de componentes que permitan el diseño de dicho sistema de bajo costo, enmarcados en un estado del arte mediante el cual buscaron determinar las mejores alternativas para los componentes del sistema domótico (Fonseca et al., 2012).

Fonseca y colaboradores (2012) presentan un proyecto que hacer uso de tecnologías de fácil consecución en la ciudad de Medellín y que, al ser de bajo costo, sean asequibles para población con un poder adquisitivo bajo-medio. De este modo contrastaron lo hallado durante la revisión literaria, con la evaluación realizada a las ofertas comerciales vigentes en la ciudad de Medellín, con el objetivo de identificar sus debilidades y potencialidades. Durante la revisión literaria encuentran que en la actualidad, el mayor reto que enfrentan los nuevos desarrollos en esta área de investigación es la incompatibilidad pues, si bien actualmente en el mercado se pueden encontrar una gran variedad de aplicativos para sistemas domóticos, no siempre utilizan los mismos protocolos de comunicación. De este modo, los altos costos que pueden llegar a adquirir estas tecnologías, se dan por buscar resolver el problema de la incompatibilidad mediante la implementación de componentes que les permitan comunicarse con una gama más amplia de dispositivos (Fonseca et al., 2012).

De esta manera, encontraron que los proyectos más innovadores eran aquellos en los que se busca introducir sistemas de comunicación de alto nivel mediante la implementación de un protocolo (lenguaje que hablan los dispositivos) que permita acceder a cualquier dispositivo dentro del conjunto de sistemas que componen la red inteligente de una edificación (Fonseca et al., 2012). Actualmente se están desarrollando Software que permiten la operación de diferentes aplicativos independientemente de su fabricante, sistema operativo o lenguaje de programación. Finalmente, para su proyecto, Barrera y colaboradores optan por utilizar el protocolo de comunicación ZigBee, estandarizado para una arquitectura de distribución abierta, inalámbrico y cuyos componentes no requieren gran ancho de banda con un mínimo consumo energético. Al finalizar el proyecto, concluyen que es posible generar sistemas domóticos, con un mínimo de costos y optimizando la utilización de recursos (Fonseca et al., 2012).

Acercando la revisión literaria hacia las investigaciones que buscan rescatar la importancia de hacer estas tecnologías más asequibles para la población

promedio, encontramos investigación realizada por Vega y colaboradores, donde pretenden establecer la posibilidad de incluir un proyecto domótico en viviendas de interés social. Para ello, realizan una revisión de los proyectos domóticos más prominentes a nivel internacional, y recogen las propuestas tecnológicas más representativas en la actualidad de nuestro país, de modo que se seleccionaron trabajos investigativos a partir de varios núcleos temáticos: vivienda de interés social, domótico y producción energética alternativa (Vega et al, 2015).

La revisión literaria dio como resultado que en Colombia actualmente, existen empresas de tecnologías domóticas que ofrecen principalmente servicios de seguridad o control de los componentes de entretenimiento en el hogar. Se concluye que la inclusión de tecnologías en las viviendas de interés social impactaría de manera positiva a estas poblaciones, no solo al proveer mayor confort, sino al proporcionar una mayor economía al hacer un uso más racional de los recursos (Vega et al., 2015). Los sistemas de automatización que se sirven de energía residual humana son amplios, y resaltan como una solución idónea para proveer a los habitantes de estas viviendas un suministro constante y económico de energía eléctrica para necesidades puntuales como la carga de dispositivos electrónicos personales.

2.3 JUSTIFICACIÓN

Actualmente, aunque es importante el desarrollo de nuevas tecnologías que hagan frente a los problemas medioambientales ya mencionados, es aún más importante que dichos desarrollos se encuentren enfocados por un panorama más preciso sobre el estado del conocimiento tanto en domótica como inmótica (Jollands, 2008). Esto implica, la realización de aportes más concretos a partir de revisiones literarias que permitan tener un panorama más general de los últimos avances alcanzados en dichas disciplinas. De este modo, se busca generar una mayor conciencia tanto de los beneficios que aportan estas tecnologías, como de los retos más importantes a lo que se enfrentan actualmente.

Para la construcción de la villa olímpica en la ciudad de Buenos Aires con ocasión de los Juegos Olímpicos de la Juventud en el año 2018, se ha planteado la implementación de tecnologías domóticas e inmóticas que otorguen a la edificación la capacidad de velar por las necesidades y confort de sus usuarios mientras se mantiene un uso optimizado de los recursos energéticos. Teniendo en cuenta que las dos poblaciones a las que será destinada dicha construcción, cuentan con características disímiles, es importante asegurarse de que los sistemas de tecnologías se adapten a estos dos grupos.

Siguiendo lo establecido por los compromisos asumidos por parte del COI con diferentes organizaciones a nivel mundial, es importante que el diseño de la villa olímpica responda a un compromiso con el medio ambiente más allá de una

intervención paisajística con naturaleza para el panorama urbano. De este modo la revisión literaria que se realiza en el presente trabajo provee de elementos importantes para una comprensión más global de los elementos que proporcionan en la actualidad dichas tecnologías según los avances que en este campo se han dado. Así, con una visión más transparente sobre los beneficios y retos que enfrentan aún hoy estas tecnologías, se pueden realizar decisiones más conscientes sobre qué características específicas debe tener el sistema inteligente implementado en la villa olímpica, atendiendo tanto a las necesidades de los jugadores olímpicos y los futuros habitantes de las viviendas de interés social.

2.4 OBJETIVO GENERAL

El presente trabajo tiene por objetivo realizar una revisión literaria del estado actual de las investigaciones y avances alcanzados en el campo de la domótica e inmótica, que permita tener una visión amplia sobre cómo la optimización de recursos y el confort de los usuarios pueden ser alcanzados mediante el uso de estas tecnologías en la construcción de la villa olímpica que se construirá con ocasión de los Juegos Olímpicos de la Juventud en la Ciudad de Buenos Aires (2018).

2.5 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar una investigación de fuentes bibliográficas que permita recoger los avances más representativos y significativos dentro del campo de la inmótica y la domótica.
- Plantear de manera clara y sucinta los avances y retos que hoy motivan las investigaciones en estas ramas de la ingeniería.
- Mencionar qué aspectos de estos sistemas automatizados pueden aportar elementos para dar respuesta a las necesidades de los diferentes usuarios que ocuparán la villa olímpica.

3. METODOLOGÍA

Si bien, este proyecto busca aportar elementos para la construcción de la villa olímpica en la ciudad de Buenos Aires con ocasión de los Juegos Olímpicos de la Juventud (2018), puede resultar útil para otros investigadores que quieran realizar nuevos avances en este campo. Esto es posible gracias a que los esfuerzos pueden filtrarse por un conocimiento de los logros ya establecidos y los retos que aún se encuentran por superar, no sólo en respuesta al perfeccionamiento técnico de éstas tecnologías, sino a nuevas necesidades que surgen al poner estas tecnologías al alcance de diferentes poblaciones. La presente es una revisión literaria cualitativa que pretende resaltar los aportes que estas tecnologías pueden proveer a la construcción de la villa olímpica en términos de desarrollo sostenible.

Como primera medida, para registrar los trabajos que iban a incluirse dentro de la revisión se utilizó, primero el motor de búsqueda GoogleAcademics y se utilizó como palabras clave inicialmente “domótica revisión” e “inmótica revisión” dado que, la característica principal que se buscaba en los trabajos era que recogieran un amplio acervo de trabajo realizados por otros investigadores en el áreas. Posteriormente, se realizaron las mismas búsquedas con las palabras claves en inglés: “domotics review” e “inmotics review”.

De este modo, se pudo tener acceso a los cuerpos de conocimiento actual en domótica e inmótica, dado que el motor de búsqueda de Google recoge todos los trabajos indexados actualmente. Para las tecnologías domóticas en español se hallaron 1900 resultados y en inglés 2700, mientras que para la inmótica en español se encontraron 230 resultados y en inglés sólo 11. Lo anterior surge, no debido a que en el ámbito internacional se haya realizado menor investigación en el área, sino porque las investigaciones en este campo quedan cobijadas bajo los términos “Intelligent Building”, “Smart Building/cities” o “Green Building”. De modo que, para realizar un acercamiento a los alcances del conocimiento en este campo, se utilizó como palabra clave “Intelligent Building Review” con el cual se obtuvieron 2’130.000 trabajos realizados actualmente.

El mismo procedimiento anterior, se llevó a cabo principalmente en los motores de búsqueda que proveen los repositorios de universidades a nivel nacional, como la Universidad Distrital Francisco José de Caldas, la Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito, la Universidad Nacional de Colombia y la Pontificia Universidad Javeriana, entre otras. Los resultados de las búsquedas arrojaron un total de 2’134.841 trabajos académicos, de los cuales se recogieron aquellos que en sus títulos hacían mención de que se trataba de una revisión literaria o un estado del arte, o que se dedicaran a realizar conceptualizaciones de este tipo de tecnologías.

Durante esta fase, se descartaron aquellos trabajos que en su título hablaban de diseño y/o implementación de tecnologías, que evaluaban la eficacia y utilidad de prototipos de sistemas, que realizaran revisiones literarias o estados del arte únicamente de un componente o dispositivo aislado (como el protocolo ZigBee, dispositivos de sensores, implementación inteligencia artificial, etc.). De este modo se buscaba recoger, todos aquellos trabajos que aportaran una panorámica del estado del conocimiento dentro del área de domótica e inmótica, descartando aquellos trabajos que se limitaban a describir, desarrollar o implementar tecnologías de este tipo.

De los trabajos seleccionados, se tuvieron en consideración sólo aquellos que permitían acceso gratuito al documento completo en pdf, obteniendo un total de 45 resultados. La siguiente fase de selección tomó en consideración los resúmenes de los trabajos, con el fin de evaluar sus objetivos y metodologías, recogiendo aquellos que realizaban revisiones literarias en domótica o inmótica. Por otra parte, se rescataron aquellos trabajos que evaluaran los aspectos técnicos de éstas tecnologías en el marco de su utilidad y beneficios para sus usuarios, tanto en términos de confort como de optimización de recursos. De esta manera se descartaron en esta fase, trabajos que tomaban en consideración pocas referencias bibliográficas (menos de cinco), también se descartaron investigaciones en las que se evaluaron instalaciones que no se encuentran empotradas dentro de los inmuebles (como dispositivos médicos) o que enfocan sus esfuerzos en describir las características arquitectónicas idóneas de los inmuebles donde se van a implementar estas tecnologías.

De este modo, descartando también aquellos trabajos que se realizaron antes del año 2000, la búsqueda y selección dejó 14 trabajos investigativos que aportaron una panorámica general de estos campos tanto a nivel internacional como nacional. Básicamente, se buscaban trabajos cuyos objetivos fueran similares a los planteados en la presente investigación, de modo que tomando fuentes de información secundarias, se pueda generar un panorama del conocimiento actual en estas áreas de la ingeniería.

Seguido, se realizó un breve resumen de cada uno de los trabajos seleccionados considerando esencialmente sus objetivos generales, sus metodologías y resultados obtenidos. Como ya se hizo mención, se buscaba que los objetivos de estos trabajos entraran con consonancia con lo planteado en la presente investigación: realizar una revisión de fuentes bibliográficas que permita recoger los avances más representativos y significativos dentro del campo de la inmótica y la domótica. Dado que, se buscan resaltar estos avances tecnológicos en el marco de la sostenibilidad (desarrollo sostenible y cuidado por el medio ambiente) se consideraron con detenimiento, la justificación que los autores plantearon para cada una de sus investigaciones.

Por otra parte, los objetivos de cada uno de estos trabajos se consideraron para poder plantear de manera clara y sucinta, los avances y retos que hoy motivan las investigaciones en estas ramas de la ingeniería. De modo que, las preguntas de investigación, objetivos y justificación de estas investigaciones se evaluaron para comprender más ampliamente el porqué de la necesidad de adelantarlas. En segundo lugar se consideraron las metodologías, buscando en general que abarcaran un acervo considerable de trabajos adelantados por otros investigadores para poder finalmente contar con un mayor alcance en la comprensión del estado del conocimiento en estas áreas.

Dentro de las metodologías, también resultó importante evaluar los criterios de análisis de la información planteados por los autores. De modo que, en consonancia con lo planteado en el presente trabajo, se evaluaron las categorizaciones realizadas sobre las características más sobresalientes de estas tecnologías, en términos de los beneficios que aportan para la implementación de estos sistemas en distintos tipos de inmuebles.

Finalmente, se consideraron los resultados y conclusiones de cada uno de los trabajos escogidos, recogiendo lo que cada uno de los autores plantea que se ha logrado en estos campos de la ingeniería y que falta por hacer. De esta manera, se destacaron aquellos avances más representativos, resaltando que los objetivos del presente trabajo se enmarcan en las necesidades que la construcción de la villa olímpica en la ciudad de Buenos Aires plantean, de modo que puede servir de guía para trabajos que cuenten con necesidades similares.

En el curso de la revisión, se integraron los trabajos obedeciendo en primera medida a las conceptualizaciones alcanzadas hasta ahora sobre las construcciones inteligentes. Esto debido a que en el establecimiento de las conceptualizaciones, se establecen las razones por las que son necesarios los avances en éstas áreas en el marco de las aportaciones que dan a las necesidades de sostenibilidad de nuestra sociedad. De este modo, resaltando las maneras en que se conciben estas tecnologías, se puede evaluar sobre qué aspectos de ellas se realizarán desarrollos futuros: esto es, si se enfocan en las posibilidades de ahorro que ofrecen, las opciones de confort que proveen a sus usuarios o ambas.

En segundo lugar, se consideraron los desarrollos tecnológicos más representativos alcanzados en éstas áreas considerando las dimensiones relevantes planteadas en la revisión de las conceptualizaciones. Esto implicó, la evaluación de estos desarrollos en los componentes principales que conforman estos sistemas tecnológicos: interfaces al usuario, medios de transmisión, controlador central y dispositivos de sensores y actuadores que realizan las operaciones de estas instalaciones. Cada uno de estos puntos, se analizó a la luz de los aportes tanto al ahorro de recursos como de confort que proveen a sus usuarios.

Posteriormente, se evaluaron estos desarrollos tecnológicos en términos de la relación provechosa que se busca que aporten entre costos y beneficios. Algunos de los trabajos revisados aportaron estudios de mercado donde se evaluaron la disponibilidad, costo y calidad de los componentes tecnológicos que pueden utilizarse para este tipo de instalaciones en el mercado, tanto en Europa, Estados Unidos y América Latina. Durante la revisión, resultó relevante resaltar este aspecto económico de estas tecnologías pues esto impacta el alcance poblacional que pueden tener.

De este modo, posteriormente se evaluaron los aspectos socio-económicos de estas tecnologías, pues algunos autores se detuvieron a revisar este aspecto frente a la posibilidad de sostenibilidad que estos dispositivos aportan. En estos términos, también resultó importante evaluar las maneras en que estos investigadores conciben las necesidades de las poblaciones a las cuales dirigen los desarrollos de sus tecnologías. Por ello, el análisis de los resultados se enfocó finalmente en las maneras que actualmente estos investigadores cuestionan a qué necesidades están respondiendo éstas tecnologías, y resaltar las justificaciones que plantean para ampliar el alcance de estas instalaciones.

En síntesis, inicialmente se evalúan los aspectos más técnicos del estado del conocimiento en estas áreas de la ingeniería para después evaluar los alcances y beneficios que pueden aportar al ahorro energético y confort. Posteriormente, articulado a estos beneficios, se resaltan los planteamientos generados por los autores sobre las diferentes poblaciones que pueden verse beneficiadas por estas tecnologías, y la importancia que esto tiene para el desarrollo sostenible de la sociedad. De manera que en los resultados, se realiza un barrido sobre las concepciones que los investigadores pueden aportar sobre las características fundamentales de las poblaciones a las que dirigen todos sus desarrollos tecnológicos, y como buscan impactar sobre ellas. En tono con lo anterior, finalmente se consideraron trabajos donde se realizaba una revisión literaria sobre las maneras en que estos componentes tecnológicos pueden aportar a la inclusión social de poblaciones como adultos mayores, o personas en condición de discapacidad.

Al finalizar los resultados, se propone un apartado para concretar el conjunto de posibilidades que pueden aportar estas tecnologías a la construcción de la villa olímpica en la ciudad de Buenos Aires, a la luz de las necesidades que las diferentes poblaciones de usuarios pueden suscitar. Luego de aportar elementos para las conclusiones, se realiza un análisis crítico de los avances planteados desde la revisión de literatura a la luz de los objetivos propuestos en la presente investigación, esto es, las necesidades que el diseño y construcción de la villa olímpica plantea.

4. RESULTADOS

Iniciando con las conceptualizaciones que se han realizado alrededor de estas tecnologías hasta ahora, durante la revisión literaria se encuentra que hay consenso respecto a los dos componentes principales a los que estas tecnologías deben dar respuesta. En primera medida, estas instalaciones deben contar con la capacidad de proveer un ambiente confortable para sus ocupantes mientras que administran de manera eficiente los recursos energéticos utilizados (Nguyen & Aiello, 2013). No obstante, llama la atención que estos sistemas automatizados muestran desarrollos dispares en estas dos dimensiones pues, aunque en términos técnicos son claros los avances logrados, en términos sociales no se tiene claridad del impacto que estas tecnologías pueden generar en las diferentes poblaciones que hoy día pueden acceder a ellas. Aunque son claros los beneficios que estas instalaciones aportan a grupos sociales específicos, es difuso el conocimiento sobre el futuro de estas tecnologías en este punto, pues no hay un conocimiento preciso sobre a qué necesidades específicas de los usuarios de diferentes poblaciones, deben responder estas tecnologías.

La revisión bibliográfica inicialmente abarcó trabajos que recogieran conceptualizaciones que hasta el momento se han elaborado de este tipo de tecnologías, encontrando que la domótica y la inmótica se definen como ramas de la ingeniería que se encargan de la automatización de las funciones requeridas dentro de un inmueble, ya bien sea vivienda o edificio de uso terciario (Sarasúa, 2011). Himanem (2003) propone la primera revisión literaria sobre el concepto de Edificio Inteligente y hace evidente que para la época, hay muy poca evidencia empírica que dote de confiabilidad a estos sistemas tecnológicos. Sin embargo ya allí resulta evidente, que la poca confiabilidad que suscitan dichos sistemas inteligentes radica en la poca eficiencia de sus medios de comunicación.

De este modo, se comienzan a evaluar las dimensiones técnicas de cada una de las investigaciones revisadas, encontrando que en la mayoría de trabajos realizados resulta evidente que el principal reto que enfrentan hoy estas tecnologías son sus sistemas de comunicación. Aunque, estas instalaciones cuenten con componentes de última tecnología que funcionen de manera óptima en cada una de sus operaciones, sin un medio de comunicación que permita al sistema funcionar de manera integrada, el sistema en general no puede garantizar un funcionamiento óptimo.

La preocupación por el desarrollo de protocolos y medios de comunicación que aseguren el funcionamiento óptimo de estas instalaciones, se deriva de una necesidad de integrar cada vez más las operaciones de estos sistemas. Esta preocupación se encontró en su mayoría, dentro de la literatura revisada concerniente a sistemas inmóticos o instalaciones adelantadas en edificios de uso terciario (grandes extensiones). Por un lado, se busca que estos sistemas cada

vez sean más independientes y requieran menos intervención humana para tomar sus decisiones, y por otro, que los usuarios puedan acceder de manera fácil y confiable a las operaciones de estas instalaciones. Algunos autores plantearon investigaciones, donde la preocupación principal son los fallos en la reducción del consumo energético por parte de estos sistemas, debido principalmente a la falta de dinamismo para comprender cambios en el ambiente dada la interacción de los usuarios con éste. De esta manera, mediante la revisión se hizo evidente que muchas de las iniciativas actualmente se centran en sensores y otros sistemas que pueden determinar la ocupación o no de los espacios por parte de los usuarios. Esta representa en la actualidad, una de las herramientas más representativas y confiables que estas instalaciones tecnológicas pueden proveer con el fin de que estos sistemas puedan decidir si es pertinente poner en marcha funciones como el control de la calefacción, iluminación, ventilación, etc.

De esta manera, con un rico acervo de inputs y un buen sistema de comunicación, los sistemas domóticos e inmóticos pueden proporcionar un funcionamiento confiable a sus usuarios. La idea central es salir de la retroalimentación local que controla espacios aislados, para ir a una solución integrada que provee una mejor experiencia y un menor consumo energético. Sin embargo, se ha propuesto también que los inputs de estos sistemas también tengan en consideración el consumo energético de cada uno de los componentes. Contar con información en tiempo real del consumo energético de cada uno de los componentes, habilita al controlador central a la toma de decisiones más informada en contraste si no contara con estos inputs (Jahn et al., 2015).

Dentro de los trabajos revisados, también sobresale la computarización de los recursos utilizados dentro de las edificaciones, pues este tipo de herramientas pueden proveer mayores posibilidades de comunicación entre los componentes del sistema y una mejor Interacción Humano-Computadora (HCI) (Carvalho et al., 2013). El desarrollo de métodos computacionales va a volverse una ciencia en un futuro próximo, gracias a las amplias posibilidades que ofrecen los métodos numéricos en los procesos de diseño y control de las operaciones dentro de los inmuebles. De manera paralela, los desarrollos alcanzados en el ámbito de la HCI, abren cada vez más la posibilidad de generar una gestión más interactiva con los componentes de los sistemas domóticos e inmóticos.

El creciente número de investigaciones en el campo de la Interacción Humano-Computadores (HCI), pone de manifiesto la preocupación de los investigadores por el desarrollo de plataformas que permitan a los usuarios un mejor acceso de control a las instalaciones. Varios de los autores rescataron propuestas tecnológicas donde se desarrollaron plataformas de fácil acceso y simple funcionamiento que, además de permitirles a los usuarios acceder al control de las aplicaciones del sistema, les provee información sintetizada sobre sus consumos energéticos. Mediante la generación de bases de datos, cada usuario puede ingresar a sus registros de consumo energéticos a través de la

plataforma que pone a su disposición, además de la cantidad de energía que está consumiendo, cifras sobre la energía que está ahorrando.

Actualmente, los autores mencionan que se pueden encontrar proyectos con plataformas de usuario que presentan un funcionamiento intuitivo y que de manera paralela, proveen información significativa y sintetizada sobre el consumo energético del sistema en general. Esto surge del reconocimiento de los retos que ha representado para este campo de investigación el sintetizar el amplio acervo de información del sistema para presentarlo a los usuarios finales de manera sencilla y concreta (Jahn et al., 2015). En síntesis, dentro del componente técnico de éstas instalaciones, no es suficiente enfocar los esfuerzos en el desarrollo de componentes aislados de alta tecnología, sino trabajar en la integración de sus diferentes aplicativos para poder dar respuesta en tiempo real a las necesidades de los usuarios (Himanem, 2003).

La optimización de los recursos energéticos por parte de estas tecnologías, busca también generar una reducción de costos durante el desarrollo de las operaciones dentro de los inmuebles donde han sido instaladas. Es en esta dimensión económica, que se articula de manera más representativa los aportes que estas tecnologías proveen tanto al medioambiente como a sus usuarios, reduciendo de manera considerable los costos de vida. Si bien, la mayoría de investigaciones planteadas se detuvieron en mayor medida a evaluar los aspectos técnicos de estas instalaciones, resultan claras las maneras en que éstos mejoran su funcionamiento haciendo más provechosa su instalación.

Varios de los trabajos recogidos plantearon como característica fundamental de estos sistemas, una relación provechosa entre costos y beneficios. Durante la revisión resulta evidente que después del surgimiento de estas tecnologías, los costos de instalación eran bastante elevados por su escaso desarrollo, por tanto eran consideradas exclusivamente como dispositivos de lujo y comodidad, más que de ahorro y optimización de operaciones. No obstante teniendo en cuenta que la energía eléctrica cada vez es más costosa y que los dispositivos electrónicos por el contrario bajan su costo año tras año, el precio de la instalación de estas tecnologías disminuye cada vez más, hasta encontrarnos en la actualidad con la posibilidad de desarrollar sistemas domóticos DIY (Do It Yourself) de bajo costo dadas las amplias posibilidades que se pueden encontrar en el mercado (Gunge & Yalaji, 2016).

De esta manera durante la revisión literaria resaltaron en Colombia, proyectos que proponen el desarrollo de sistemas domóticos de bajo costo y que ofrecen la posibilidad de ser implementados en viviendas de interés social. En la ciudad de Bogotá, Vega y colaboradores desarrollaron un dispositivo domótico sencillo cuya instalación se llevó a cabo en un conjunto de vivienda de interés social en la localidad de Engativá. Por otra parte, en la ciudad de Medellín se diseñó un sistema domótico que pudiera implementarse en una casa promedio de

clase media de la ciudad, cuya característica fundamental era que su consecución se lograra con el menor costo posible. Para ello, Fonseca y colaboradores (2012) presentan un sistema domótico de fácil implementación al entorno que utilizó tecnologías de fácil consecución en la ciudad, iniciando con la evaluación de las ofertas comerciales vigentes a fin de identificar sus debilidades y potencialidades para poder evaluar la posibilidad de proponer el sistema domótico de bajo costo y buena confiabilidad.

Incluso hoy en Latinoamérica, ya es posible contar con las herramientas necesarias para desarrollar este tipo de sistemas con bajos costos de instalación. Así, estas tecnologías con el paso de los años, se encuentran cada vez más al alcance de poblaciones más diversas y no exclusivamente para aquellas con un alto poder adquisitivo. Teniendo en cuenta que, en Europa y Estados Unidos es donde estas tecnologías están hoy a la vanguardia, allí la preocupación por el segundo componente fundamental de los sistemas domóticos e inmóticos referente al confort y seguridad de sus usuarios, se enfoca a promover facilitarles una mayor participación ciudadana, tanto en la toma de decisiones vitales para sus ciudad como en una mayor conciencia por el cuidado del medio ambiente. Aunque esto no difiere mucho en la escena latinoamericana, la preocupación esencial aquí va enfocada en mayor medida a la accesibilidad de los beneficios que estas tecnologías aportan a grupos sociales de bajo poder adquisitivo.

En el escenario internacional, se encuentran los planteamientos de las investigaciones de Himanem (2003) y Jollands (2008), donde realizan evaluaciones de estas tecnologías en sus aspectos técnicos y productivos. En específico, Jollands pone de manifiesto la necesidad de hacer evaluaciones de proyectos medioambientales más rigurosas con el fin de hacer posible la implementación de las mejores propuestas en otras ciudades. Sin embargo en Moser (2013), mediante la metodología propuesta que contrarresta las conceptualizaciones teóricas y pragmáticas que hasta el momento se tenía de ciudad inteligente, encontró que hasta entonces, la necesidad de integrar la participación de los usuarios de estas tecnologías hacía parte solamente de las conceptualizaciones teóricas de ciudad inteligente.

Aunque el componente participativo y social de estas tecnologías en lo pragmático no se ha tenido mucho en consideración, en Europa hace parte de las agendas de urbanización que estas instalaciones, implementadas en los entornos públicos, permitan que los ciudadanos tengan una participación más activa en las decisiones que se tomen sobre la ciudad. Esto contrasta con los trabajos revisados en Latinoamérica y en particular, en Colombia donde encontramos que la preocupación social por el desarrollo de estas tecnologías concibe el bienestar de los usuarios no solo en términos de participación ciudadana, sino de ahorro económico. Como se mencionó anteriormente, los proyectos adelantados buscan el diseño de sistemas domóticos de bajo costo, fácil consecución e instalación (Fonseca et al., 2012).

La pregunta alrededor de la accesibilidad a este tipo de tecnologías dado su alto beneficio para el ahorro energético y económico, se traza desde el contexto latinoamericano. La domótica ha sido implementada por muchos años exclusivamente en viviendas de poblaciones de alto poder adquisitivo lo que pone en cuestión la responsabilidad social, tanto de las empresas prestadoras de este tipo de servicios, como de los gobiernos y administradores urbanos en lo tocante al potencial de bienestar humano y medio ambiental que puede proporcionar la domótica, más allá de un servicio suntuoso y de confort (Vega, 2015). Tanto la aplicación de sencillos componente domóticos como la implementación de sistemas integrados que transmiten por medios de comunicación fiables, pone en evidencia que actualmente en el mercado nacional se pueden encontrar dispositivos económicos y de fácil instalación que pueden mejorar la calidad de vida de los usuarios sin representar una inversión inicial muy significativa. Añadido a esto, la implementación de estos sistemas a largo plazo, representa un ahorro económico considerable, dada la disminución del consumo de los servicios públicos lo que se traduce en una reducción considerable en los costos de vida (Vega, 2015).

Por otra parte, se resaltan las posibilidades de inclusión que aporta la implementación de estas tecnologías. Durante la revisión se tuvieron en consideración también, investigaciones donde se recogieron trabajos que rastrearon un conjunto de investigaciones acerca de las posibilidades que éstas proveen para poblaciones en situación de discapacidad. De hecho, en Brandt y colaboradores (2010) evaluaron la calidad de vida, en términos de independencia y confort, de personas en situación de discapacidad que hacen uso de estas tecnologías. Los resultados mostraron que estas tecnologías proveen además de mayor confort, independencia y seguridad, la posibilidad de que estas personas participen de manera más activa en sus vidas sociales gracias principalmente, a los medios de comunicación y accesibilidad instalados en sus viviendas. Resaltan que esto se traduce en una mayor satisfacción de estos usuarios con la implementación de estos sistemas domóticos, de modo que es clara la manera en que estos sistemas ayudan a una participación más activa por parte de estas personas.

A nivel nacional, las posibilidades de inclusión que pueden aportar estas tecnologías se rastrearon también en una investigación adelantada en la ciudad de Bogotá donde se revisaron los alcances de la inmótica con el fin de suplir las necesidades de todos los usuarios de un campus universitario, incluyendo aquellos en situación de discapacidad. Se realizó la evaluación de la infraestructura del campus de la Universidad Nacional de Colombia, para determinar su accesibilidad para personas en situación de discapacidad y cómo ésta podría mejorarse mediante la implementación de tecnologías inmóticas. Teniendo en cuenta que las infraestructuras inicialmente no se pensaron considerando la inclusión de poblaciones con diferentes tipos de discapacidad,

resulta evidente que estas tecnologías aportan un amplio rango de posibilidades para que esta inclusión pueda desarrollarse.

Aportes para la construcción de la villa Olímpica en la ciudad de Buenos Aires

Aterrizando los resultados obtenidos en la construcción de la villa olímpica en la ciudad de Buenos Aires con ocasión de los Juegos Olímpicos de la Juventud (2018), son claras las posibilidades tecnológicas que estos sistemas inteligentes aportan para el desarrollo de dicho proyecto. Estas posibilidades pueden evaluarse en las dos dimensiones ya mencionadas, de modo que puedan establecerse las estrategias tecnológicas que serán implementadas en esta construcción.

Por una parte, la implementación de tecnologías domóticas e inmóticas provee a la edificación la capacidad de velar por un uso optimizado de los recursos energéticos, en consonancia con los compromisos asumidos por el Comité Olímpico Internacional. Esto es posible gracias al amplio conjunto de componentes tecnológicos que se encuentran en el mercado actualmente y a la posibilidad de instalarse utilizando protocolos de comunicación flexibles. Siguiendo a Gunge y Yalagi (2015), todo sistema de automatización tecnológica instalado en un inmueble, cuenta con cuatro componentes fundamentales: una interface al usuario que permite el acceso al sistema (por ejemplo, aplicativos móviles), un medio de transmisión que permita la comunicación constante entre cada uno de los componentes de la instalación, un controlador central que conecta la interface del usuario con cada uno de los dispositivos, y finalmente, el conjunto de componentes tecnológicos que recogen información del entorno y llevan a cabo las operaciones del sistema (Gunge & Yalagi, 2015).

Ante todo, se recogieron los resultados encontrados en la literatura concernientes a los componentes de estas instalaciones que llevan a cabo las operaciones de estos sistemas. Los dispositivos “sensoriales” de estos sistemas abarcan una amplia gama de componentes que pueden incluir sensores o infrarrojos, y cuya tarea fundamental es proveer información relevante al controlador central para poder tomar decisiones más concientes, dependiendo de cambios medioambientales o de las conductas de los usuarios. Inicialmente, la preocupación por desarrollar dispositivos que pudieran dar información confiable a los sistemas, era central en los desarrollos domóticos e inmóticos, por ello, alrededor del inicio del nuevo siglo, la gran mayoría de investigaciones en esta área se enfocaron en el desarrollo de componentes tecnológicos aislados. Sin embargo, esta preocupación ha ido quedando atrás dado los grandes avances que se han logrado es ésta área hasta, hoy en día, encontrar un mercado muy amplio de productos tecnológicos que pueden proveer información confiable.

De hecho, durante la revisión literaria se encontraron algunos proyectos que han propuesto plataformas para que los usuarios puedan incluir información valiosa a los sistemas automatizados de sus hogares o lugares de trabajo. De este modo, un sistema domótico puede tener conocimiento de los horarios de sus usuarios, sus gustos y hasta contar con la posibilidad de almacenar en su memoria dichos patrones conductuales para responder a ellos con antelación, optimizando sus operaciones. Llamó particularmente la atención, el desarrollo de aplicativos instalados en habitaciones universitarias, donde la mueblería contiene *gadgets* que detectan y aprenden la conducta de sus ocupantes; estos agentes al recordar los hábitos de sus usuarios hacen cambios ambientales de acuerdo a éstos (Nguyen & Aiello, 2013).

Una historia similar se encuentra en el desarrollo de los dispositivos encargados de realizar las operaciones del sistema. Los componentes actuadores hoy proveen muchas alternativas para dar respuesta a cualquier operación que quede a cargo del sistema, para cerrar ventanas y puertas, encender o apagar las luces, poner en marcha los sistemas de calefacción, enfriamiento, ventilación, etc. Incluso en América Latina, el mercado ofrece gran variedad de dispositivos creados por diferentes desarrolladores y que pueden adaptarse a diferentes protocolos de comunicación. De este modo la construcción de la villa olímpica en la ciudad de Buenos Aires, contará con la posibilidad de instalar dispositivos que puedan encargarse de las funciones requeridas para satisfacer las necesidades de sus diferentes usuarios.

En lo referente a las interfaces de usuarios, la empresa Icontrol Networks resalta que uno de los principales elementos que los clientes buscan en estas instalaciones a la hora de incluirlos en sus hogares, es una experiencia de usuario innovadora. Para sus clientes, más importante que la innovación tecnológica es la experiencia del usuario, que se traduce en facilidad de uso y mayor control sobre los diferentes componentes del sistema (Smart Home Report, 2015). Esto puede traducirse en lo asequible que puede resultar la experiencia con estas tecnologías, una experiencia favorable generará mayor confiabilidad por parte de los usuarios y generará mayor acogida.

De este modo, han de considerarse las opciones e plataformas al usuario que van a implementarse en la construcción de la villa olímpica, pues si bien es posible que los deportistas se encuentren en mayor contacto con el uso de estas tecnologías, es probable que los usuarios de VIS no. Los usuarios de VIS incluyen un amplio rango de poblaciones dentro de las cuales se pueden encontrar personas que en sus vidas no han tenido mucho contacto incluso con ordenadores regulares, de modo que para que la instalación sea exitosa, las plataformas de usuario deben contar con operaciones intuitivas y fáciles de entender.

Durante la revisión literaria se encontró interfaces que proveen servicios de configuración amigable para la fácil adopción de estas tecnologías. Por ejemplo,

Fonseca y colaboradores (2012) diseñaron una interface al usuario de uso intuitivo, su acceso se realizaba mediante un ordenador común y contaba con gráficas de cada una de las habitaciones y sus componentes que podían encenderse o apagarse dando un click sobre el ícono. Por otra parte, también se encontraron proyectos que abren la posibilidad de desarrollar interfaces al usuario que se pueden controlar desde sencillos aplicativos móviles, lo que se favorece naturalmente, del amplio uso que hoy tienen este tipo de tecnologías móviles.

Finalmente se resaltan las posibilidades que hoy se encuentran en domótica e inmótica para dar respuesta a los retos que representan los medios de transmisión por los que estas instalaciones se comunican y operan. Durante la revisión literaria, se encuentra que la decisión sobre qué protocolo de comunicación utilizar para un sistema tecnológico de éstos, se debe tomar teniendo en cuenta características del inmueble donde se va a instalar. Constantino (2011) menciona, que la diferencia esencial entre un sistema domótico e inmótico descansa en el tipo de edificaciones en el que se instala, en términos esencialmente, de su extensión. Teniendo en cuenta que, la tarea principal de los medios de transmisión es garantizar el correcto funcionamiento de las diferentes operaciones de la instalación, debe considerarse en mayor detalle las características que tendrá la villa olímpica para definir que protocolo de comunicación funcionaria de manera óptima.

La centralización de las operaciones dentro de un sistema domótico en un hogar promedio, resulta más viable dada la cercanía entre todos los componentes del sistema, mientras que la centralización en un edificio de oficinas por ejemplo, debe realizarse de manera distribuida dada la distancia entre los componentes y el mayor número de información que éstos deben procesar. En este punto resulta importante resaltar que de las 100 hectáreas del predio donde se realizará esta construcción, 3,5 serán destinadas para la villa olímpica donde se erigirán 31 inmuebles de seis o siete pisos que sumarán 1200 unidades residenciales donde se albergarán 7000 atletas (Buenos Aires Ciudad, 2016). También es importante añadir que cada edificio en su planta baja contará con áreas comerciales, habrá parques y calles que pretenden mejorar la movilización en aquella zona de la ciudad.

De esta manera, los sistemas domóticos resultan ideales para cada una de las unidades residenciales, debido a que abren la posibilidad de implementar medios de transmisión inalámbricos que dotan de flexibilidad a la instalación. En espacios reducidos, como viviendas, los medios de transmisión inalámbricos resaltaron dentro de la literatura, como una opción ideal al permitir la fácil introducción de nuevos componentes al no requerir cableado para su inclusión. De este modo, los futuros habitantes de la Villa Olímpica contarán con la posibilidad, si lo desean, de incluir en el sistema domótico de sus hogares nuevos componentes o quitar otros que no les resulte útiles, sin dañar la infraestructura al retirar o poner cableado nuevo.

También esto abre la posibilidad de que el sistema admita de manera más sencilla a sus nuevos usuarios. Al contar con acceso inalámbrico, resulta mucho más fácil acceder a los componentes del sistema y se abre la posibilidad de admitir como dispositivos de control componentes inalámbricos como teléfonos móviles. Esto significa, que desde la instalación de estos componentes tecnológicos en las unidades residenciales, debe establecerse el control de las operaciones dentro de cada una de ellas. También es importante resaltar, que está la posibilidad que dentro de los futuros habitantes de la villa olímpica hayan personas en condición de discapacidad por lo que, los sistemas domóticos que se instalen allí deben contar con funciones y opciones de mando distintas. Dentro de la literatura, resaltó la existencia de interfaces al usuario que admiten operar mediante comandos de voz, esto permitiría mayor independencia por parte de estas personas y le daría a la villa olímpica un sentido de inclusión adicional.

El mayor reto descansa, como se mencionó anteriormente, en el establecimiento de un medio de transmisión de información confiable que pueda asegurar el funcionamiento constante de la instalación. En particular, se destaca el protocolo ZigBee como el mejor medio de comunicación con el que se cuenta actualmente para las instalaciones domóticas, pues se encuentra estandarizado para una arquitectura de distribución abierta, es inalámbrico y sus componentes no requieren gran ancho de banda generando un mínimo consumo energético. Por otra parte, al tratarse de un medio de transmisión inalámbrico aporta mayor flexibilidad y permite la operación del sistema de manera remota, por tanto al ausentarse los deportistas, los nuevos habitantes de la villa olímpica podrán de manera sencilla conectarse con el controlador central y ejercer control sobre sus operaciones.

La ubicación de la Villa Olímpica se pensó desde su inicio, para revitalizar e impulsar el desarrollo de la zona ubicada al sur de la ciudad (Buenos Aires Ciudad, 2016); al encontrarse en medio de tres avenidas principales de importante tránsito en la ciudad, se incluyó una calle de circunvalación que mejorará el flujo vehicular de la zona. La gran mayoría de los terrenos destinados para este proyecto arquitectónico, serán destinados al establecimiento de un importante parque metropolitano de aproximadamente 49 hectáreas destinado para el disfrute de los vecinos e incluso transformarlo, en un punto de atención turística y recreativa de la ciudad. Añadido a esto, 7 hectáreas serán destinadas para la construcción de instituciones educativas y sanitarias que se sumarán al ya existente Hospital Cecilia Grierson (Buenos Aires Ciudad, 2016).

Así las cosas, es importante plantear el tipo de instalaciones que se implementarán en las extensas áreas comunes que rodearán la villa olímpica en Villa Soldati. Dentro de la literatura, se encontraron empresas que actualmente prestan servicios inmóticos especializados para la administración de espacios público. Prodissei es una empresa española, que abre la posibilidad de controlar y

administrar mediante aplicativos móviles, funciones de espacios públicos como iluminación o sistemas de seguridad. Por ejemplo, un ciudadano reserva una pista deportiva en determinado horario desde su Smartphone, tras su llegada e identificación en un terminal, se encienden las luces de la pista que funcionan también regulando su intensidad dependiendo de la luz medioambiental. Cuando finaliza la reserva, el sistema de iluminación de la pista vuelve a apagarse.

De este modo, resulta de vital importancia también pensar en los sistemas que se implementarán en las áreas comunes, como la comercial o los parques, pues dentro de lo proyectado se planean incluir bulevares, iluminación y demás equipamientos urbanos de calidad. En la literatura revisada resaltaron algunas propuestas que plantean el establecimiento de medios de transmisión cableado para asegurar el correcto funcionamiento de instalaciones en grandes extensiones. Hoy la inmótica provee la posibilidad de utilizar como medio de transmisión las líneas de distribución de energía lo que resulta una alternativa idónea para disminuir los costes de cableado extra. Estos se denominan sistemas de corrientes portadores (Constantino, 2011), y si bien representan una alternativa económica, pueden presentar problemas pues la corriente eléctrica puede distorsionar la señal de datos.

En síntesis, no es recomendable para los espacios comunes de la villa olímpica, el uso de medios de comunicación inalámbricos y tampoco mediante las líneas de distribución de energía. Sin embargo, las alternativas cableadas deben considerarse como la mejor opción para asegurar el funcionamiento constante y óptimo de las instalaciones tecnológicas en éstas áreas. El diseño de estos espacios, ha planteado hasta el momento sistemas de iluminación y seguridad por lo que, es importante contar con un centro de control para todas estas operaciones. De modo que, dadas la gran extensión del nuevo parque metropolitano, se propone la instalación de nódulos o controladores secundarios que puedan coordinar las operaciones de sectores de la zona, pero que al mismo tiempo tengan contacto directo con un controlador central. Este controlador central coordinará todas las operaciones del parque (iluminación, sistemas de seguridad, etc.) e idealmente contará con una interface cómoda y fácil de usar, que tenga la capacidad de sintetizar y permitir al usuario la visualización del consumo energético de la zona cubierta por la instalación.

Por otra parte, el componente de la compatibilidad entre los diferentes dispositivos tecnológicos de cualquier instalación domótica e inmótica debe también tomarse en consideración. En la revisión realizada, se encuentra que actualmente existen Software que permiten la operación de diferentes aplicativos independientemente de su fabricante, sistema operativo o lenguaje de programación. De esta manera, las instalaciones realizadas en la villa olímpica pueden contar con la flexibilidad necesaria para poder modificarse (de ser necesario) tras la finalización del evento, y adaptarse a las necesidades de sus nuevos usuarios.

Por su parte, los deportistas requieren además de zonas de entrenamiento, áreas de dispersión y cuidado del cuerpo donde puedan descansar de las competencias y entrenamientos. Sumado a esto, es probable que los tiempos que no estén en las actividades ya mencionadas, puedan dedicarse a actividades turísticas en la ciudad, por lo que pasarán la mayor parte de sus jornadas fuera de la villa olímpica. De este modo, las posibilidades tecnológicas para esta población no deben enfatizar mucho en funciones como climatización o iluminación de los espacios.

Así mismo, teniendo en cuenta que estos deportistas olímpicos tienen entre 14 y 18 años, y que se encuentra a kilómetros de distancia de sus familias, las Tecnologías de Información y Comunicación que se implementen en la villa olímpica son un servicio de vital importancia. Para esta población, será importante durante todo el evento, contar con la posibilidad de comunicarse de manera fácil con sus familiares en cualquier parte del mundo. Añadido a esto, al ser una población joven, estas tecnologías aportan también una herramienta ideal de entretenimiento dado que, esta generación cuenta con mayor acceso y conocimiento a este tipo de tecnologías interactivas.

Por otra parte, los usuarios de viviendas de interés social, por lo general conforman familias numerosas en las que por lo menos un miembro se encuentra en el hogar la mayor parte de la jornada. De este modo, las necesidades de esta población se concentran en las diferentes operaciones del hogar que implican los dispositivos electrodomésticos, ventilación, iluminación, control de los suministros de agua y los sistemas de calefacción y enfriamiento teniendo en cuenta que Buenos Aires es una ciudad con estaciones. En estas circunstancias, es importante que el sistema domótico instalado pueda asegurar la optimización de todos los recursos que se utilicen en cada una de las unidades residenciales.

Aunque en este escenario, las TICs queden en un segundo plano, siguen siendo muy importantes dado que, en la actualidad el entretenimiento es uno de los servicios más solicitados por la población en general (televisión por cable, internet, etc). Sin embargo, el asegurar estas funciones no solo responde a la satisfacción del entretenimiento familiar, los futuros habitantes de estas viviendas pueden incluir estudiantes o profesionales de diferentes áreas que trabajen desde sus hogares vía internet.

5. CONCLUSIONES

La articulación de los aportes que estas tecnologías brindan en sus dos dimensiones fundamentales, pone de manifiesto que actualmente, el campo de la

domótica y la inmótica deben enfocar sus esfuerzos no sólo en desarrollar mejores sistemas que puedan dar respuesta de manera más eficiente a las necesidades de sus usuarios, sino en entender de manera más cabal, a que necesidades específicamente se está buscando dar respuesta. Para los propósitos de la villa olímpica, si bien los deportistas van a hacer uso de ella como residencia al igual que sus futuros habitantes, las dos poblaciones cuentan con necesidades disímiles.

Esto armoniza con lo sugerido por varios investigadores, que plantearon después de sus revisiones literarias que los adelantos tecnológicos en domótica e inmótica se han enfocado en los desarrollos técnicos y no en las necesidades y deseos reales de sus usuarios finales. El objetivo de todo desarrollo tecnológico es responder a las necesidades de determinados usuarios, de modo que si dichos usuarios desconocen o no dan valía a estos componentes por el desconocimiento total de los beneficios que pueden aportar, estos adelantos pueden resultar inocuos. En este sentido, los avances futuros de estas tecnologías deben contar con constante retroalimentación de sus usuarios, las maneras que éstas los benefician y los retos que aún quedan por cumplir.

Aunque en parte, resulta clara la amplia gama de posibilidades que estas tecnologías aportan, deben considerarse aquellas que cuentan con la capacidad de responder de manera óptima a necesidades particulares de los usuarios. De modo que, la construcción de esta villa olímpica no puede ignorar la importancia de los aspectos sociales de sus usuarios, como diferencias en sus costumbres, hábitos o tradiciones, y tener en consideración aspectos como la accesibilidad, utilidad, personalización y privacidad que estas instalaciones puedan aportar.

Como se mencionó en la introducción, las construcciones adelantadas con ocasión de la celebración de los Juegos Olímpicos alrededor del mundo, representan actualmente, un estilo particular de urbanización. Esto es en parte, porque las construcciones olímpicas son pequeños “laboratorios de urbanización”, donde las ciudades anfitrionas despliegan sus mejores propuestas en la búsqueda, no solo de innovar a nivel internacional, sino de proyectar el modelo de ciudad que quieren plantear. Así, las propuestas urbanísticas en la ciudad de Buenos Aires, armonizan con los lineamientos establecidos desde el COI y además, proponen una nueva manera de comprometerse con la sostenibilidad en sus dos dimensiones fundamentales.

Respecto a la optimización de los recursos implicados en el desarrollo de las operaciones que tendrán lugar dentro de la villa olímpica, son claras las ventajas que estos sistemas domóticos e inmóticos aportan. Así mismo, su implementación en esta construcción emblemática puede generar mayor inversión para nuevas investigaciones en ésta área de la ingeniería en el país. De modo que, las posibilidades que pueden aportar generan un amplio horizonte investigativo para acercarnos a un futuro donde los desarrollos tecnológicos

puedan, generen ambientes sostenibles y propendan por una mayor seguridad y comodidad a sus usuarios.

Popularmente, el término sostenibilidad es más reconocido por su preocupación por la conservación del medio ambiente, relegando a un segundo plano la importancia de impulsar el desarrollo social y económico de toda sociedad. Por una parte, la construcción de esta villa olímpica cumple con todos los requerimientos para reducir el impacto medioambiental, pero añadido a esto, se ubicó estratégicamente en una zona de la ciudad que ha sido relegada, tanto en términos económicos como sociales (Buenos Aires Ciudad, 2016).

Durante el desarrollo de este proyecto, se tuvo en cuenta el potencial que abriga la zona a nivel metropolitano teniendo en consideración principalmente, sus vías de acceso. Este predio, al encontrarse ubicado entre cuatro de las vías principales del sur de la ciudad, busca impulsar en desarrollo de ésta zona tanto en términos económicos como sociales, mediante la construcción del parque metropolitano y una vía de circunvalación que mejorará la circulación. El hecho de que se construya un parque metropolitano abierto en una zona relegada de la ciudad, plantea que la ciudad de Buenos Aires le apuesta al impulso y desarrollo de aquellas zonas y sectores de población que no han vivido estos adelantos de manera directa. En otras palabras, propone que cualquier forma de desarrollo sostenible debe ser inclusiva.

La construcción de villas olímpicas, ha de dar respuesta a las necesidades urbanas de las ciudades anfitrionas y Buenos Aires no se queda atrás. Revisando el uso que se le dará a cada una de las 100 hectáreas con las que cuenta el predio, se ve que la villa olímpica ocupará sólo 3,5 de ellas, el resto del espacio será de uso público, desarrollo de más unidades para vivienda y la construcción de un centro educativo y sanitario. De este modo, las necesidades urbanas que plantea este proyecto, son impulsar el desarrollo y crecimiento tanto económico y social de todos los sectores de la ciudad.

Así las cosas, el subrayar la importancia de la inclusión de todo desarrollo sostenible también aporta nuevas posibilidades para las tecnologías domóticas e inmóticas. En primer lugar, porque resalta la capacidad de éstas tecnologías para mejorar la calidad de vida de sus usuarios, tanto en términos económicos como de confort, inclusión y participación social. El que se incluyan estas tecnologías en una construcción que finalmente se pondrá a disposición de poblaciones con bajo poder adquisitivo, es algo que no se ha llevado a cabo a esta escala. Esto abre la posibilidad, en segundo lugar, de que la población en general conozca más los beneficios que estas tecnologías aportan, y la importancia que tienen en el futuro como una herramienta fundamental para el cuidado del medioambiente y el desarrollo sostenible.

Es en este escenario donde la villa olímpica planificada en la ciudad de Buenos Aires, cuenta con los recursos necesarios para proponer un giro en las consideraciones actuales que se han generado alrededor de estas edificaciones y abre paso a la posibilidad, no sólo de velar por el cuidado del medio ambiente, sino de incluir de manera concreta y participativa a personas con menor poder adquisitivo mediante la implementación de viviendas de interés social.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- A. Brandt; K. Samuelsson; O. Toytari and A.L. Salminen, "Activity and participation, quality of life and user satisfaction outcomes of environmental control systems and smart home technology: a systematic review", *Disability and Rehabilitation: Assistive Technology*, early online, pp. 1-18, 2010.
- A. Gutiérrez, "La inmótica como garantía de una infraestructura eficiente", *Dínamo técnica: revista gallega de energía*, N^o. 16, pp. 22-23, 2015.
- A. Fonseca; M. Barrera; J. Carvajal y N. Londoño, "Análisis y diseño de un prototipo de sistema domótico de bajo costo", *Revista Facultad de Ingeniería Universidad de Antioquia*, pp. 117-128, 2012.
- A. Matos, *Diseño de sistemas activos para viviendas de carácter social en el trópico caribeño* (Trabajo de fin de máster), Universitat Politècnica de Catalunya: Escola Politècnica Superior d'Edificació de Barcelona, Abr. 2016.
- Amirhosein Ghaffarianhoseini; U. Berardi; H. Al Waer; S. Chang; E. Halawa; Ghaffarianhoseini, Alí and D. Clements-Croome, "What is an intelligent building? Analysis of recent interpretations from an international perspective", *Architectural Science Review*, vol. 59, No. 5, pp. 338-357, 2016. <http://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/00038628.2015.1079164>
- A. Vega, "Modeling for home electric energy management: A review", *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, vol. 52, pp. 984-959, Dic. 2015.
- C. Arias y E. Toral (s.f.). *Domótica e inmótica, "edificios inteligentes"* [Online]. Disponible: <http://es.slideshare.net/ChichiArias/inmtica-arias-toral>
- C. Bonilla y A. Hidalgo, *Diseño e implementación de un sistema de video vigilancia, control de iluminación y comunicación de mensajes para la Biblioteca de Ingeniería Eléctrica y Electrónica* (BIEE). Quito: EPN, Mar. 2013.
- C. Romero, *Domótica e inmótica: viviendas y edificios inteligentes*. México: Alfaomega, 2011.
- C. Vega; V. Pereira y B. Quintana, "Automatización en el hogar: un proceso de diseño para viviendas de interés social", *Revista Escuela de Administración de Negocios*, p.p. 108-121, Ene.-Jun. 2015.

- E. Fernández; B. Cerezuela; M. Gómez; C. Kennet and M. De Moragas, *Mosaico olímpico*. Ayuntamiento de Barcelona y Centro de estudios olímpicos de la universidad autónoma de Barcelona, 2011.
- E. Sosa; D. Godoy; E. Belloni; J. Benítez y M. Sosa, “Eficiencia energética y ambientes inteligentes. Investigación y desarrollo experimental en la UNaM”, en *XVII Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación 2015*, Universidad Nacional de Salta, Argentina, 2015.
- E. Batov, “The distinctive features of “smart” buildings”, *Procedia Engineering*, vol. 111, pp. 103-107, 2015.
- F. Falcone. *Domótica e inmótica: instalaciones de telecomunicaciones para edificaciones*. Bogotá: Algaomega Marcombo, 2016.
- F. Leal y M. Hernández, “Implementación de protocolos inteligentes de comunicación y control generando nuevas soluciones en automatización y sistemas de domótica e inmótica”, en *5TO Congreso Iberoamericano de estudiantes de ingeniería eléctrica (V CIBELEC 2012)*, Neiva, Colombia, 2012. Disponible:
<http://docplayer.es/9170839-Implementacion-de-protocolos-inteligentes-de-comunicacion-y-control-generando-nuevas-soluciones-en-automatizacion-y-sistemas-de-domotica-e-inmotica.html>
- F. Nizamic; T.A. Nguyen; A. Lazovik and M. Aiello, “GreenMind - An architecture and realization for energy smart building” in *Conference: Proceedings of the 2nd International Conference on ICT for Sustainability*, Stockholm, Sweden, 2014.
- G. De Castro Souza; F. Telez; C. Ribeiro; G. de Deus Junior; M. de Castro; S. De Araujo y v. Lara, “Developing smart grids based on GPRS and Zigbee technologies using queueing modeling-based optimization algorithm”, *ETRI Journal*, Vol. 38, Issue 1, pp. 41-51, Feb. 2016.
- G. Mussi; L. Barreto and C. Cugnasca, “Home automation networks: a survey”, *Computer Standards & Interfaces*, vol. 47, Sept. 2016.
- G. Palese. (2016, Abr. 14). *Larreta busca guiños internacionales para culminar la villa olímpica* [Online]. Disponible:
<http://www.letrap.com.ar/nota/2016-4-15-larreta-busca-guinos-internacionales-para-construir-la-villa-olimpica>
- H. Domínguez y F. Sáez, *Domótica: Un enfoque sociotécnico*. Universidad Politécnica de Madrid, 2006.

- H. Paz; G. Castellanos; R. Alarcón; V. Weiss; A. Laverde; J.C. Rodríguez y L. Rincón, "Automatización del laboratorio de ingeniería electrónica G-204 de la ECI a través de una red inalámbrica", *Revista Ingeniería e investigación*, vol. 26, núm. 3, pp. 100-112, Dic. 2006.
- I. Constantino. *Domótica e inalámbrica: viviendas y edificios inteligentes*. (Monografía ingeniero mecánico electricista). Universidad Veracruzana: Facultad de Ingeniería Mecánica Eléctrica, Jul. 2011.
- J. Borggaard; J. Burns; A. Surana and L. Zietsman. "Control, estimation and optimization of energy efficient buildings", in *Proceedings of the American Control Conference (ACC '09), St. Louis, Missouri, USA, Jun. 10-12, 2009*, pp. 837-841.
- J. Huidobro y R. Millán, *Domótica edificios inteligentes*. España: Creaciones COPYRIGHT, 2004.
- J C. Sarasúa, "Domótica, un factor importante para la arquitectura sostenible", *Revista Módulo*, vol. 1, núm. 10, pp. 267-277. Colombia: Barranquilla, Jul. 2011.
- J. Torres, *La inalámbrica en un planteamiento para la aplicación de la tecnología en un entorno físico arquitectónico y urbanístico para potencializar la inclusión en campus educativos. Estudio de caso: documento diagnóstico estado actual y recomendaciones de accesibilidad en la Universidad Nacional de Colombia (DDRASUN)*, (No publicado). Bogotá: Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Artes, Escuela de Arquitectura y Urbanismo, 2012. Disponible:
<http://www.bdigital.unal.edu.co/10162/>
- L. Anido; C. Rivas; M. Gómez; S. Valladares and M. Fernández, "Improving the quality of life of dependent and disabled people through home automation and tele-assistance", in *8th International Conference on Computer Science & Education*, Sri Lanka, 2013.
- M. Barrera, "Domótica e inalámbrica: visión general y actualidad". *Revista AIE UdeA*, pp. 13-19, 2011.
- M. J. Bounzas, *Panorámica de los sistemas domóticos e inalámbricos*. (Trabajo de grado ingeniero en telecomunicaciones). Bogotá: Escuela Superior de Ingenieros, Departamento de Ingeniería de Sistemas y Automática, Área de Ingeniería Telemática, 2005.
- M. Errecalde; M. Lasso; A. Villagra; D. Pandolfi, y M.E. De San Pedro. "Edificios inteligentes: el enfoque multi-agente", en *VIII Workshop de Investigadores*

en Ciencias de la Computación: Red de Universidades con Carreras en Informática (RedUNCI), Buenos Aires, Argentina, 1 y 2 de Jun. 2006.

- M. Jahn; M. Jentsch; C. Prause; F. Pramudianto; A. Al-Akkad and R. Reiners, “The energy aware smart home”, in *5th International Conference on Future Information Technology*, Busan, South Korea, Jun. 2010.
- M. Joly, “Universal accessibility: domotics”, *Annals of Physical and Rehabilitation medicine*, vol. 54, Supplement 1, pp. e58-26e, Oct. 2011.
- Asociación Española de Domótica - CEDOM. E Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía – IDEA. (2008). *Cómo ahorrar energía instalando domótica en su vivienda, gane en confort y seguridad* [Online]. Disponible: http://www.cedom.es/fixers/documents/publicacions_home/Guia%20de%20Ahorro%20Energetico%20CEDOM.pdf /
- M. Sisti; J. A. Rapallini; W. J. Aróztegui y A. Quijano, “Red de sensores inalámbrica”, en *Terceras Jornadas de Investigación, Transferencia y Extensión*, Universidad Nacional de La Plata, Buenos Aires, Argentina, Abr. 2015, pp. 313-316..
- M. Zamora-Izquierdo; J. Santa y A. Gómez-Skarmeta, “An Integral and Networked Home Automation Solution for Indoor Ambient Intelligence”, *IEEE Pervasive Computing*, vol. 9, Issue: 4, pp. 66 – 77, 2010.
- N. Jollands; S. Kenihan and W. Wescott, *Promoting energy efficiency best practice in cities - A pilot study-*. Paris: International energy agency, 2008.
- N. Olivia; M. Castro; G. Díaz; F. Mur; R. Sebastián; E. San Cristóbal; *et al.* *Redes de comunicaciones industriales*. Madrid: Universidad Nacional de Educación a Distancia, Feb. 2013.
- O. Buitrago; O. Palacio; R. Britto y W. Adarme, “Propuesta metodológica para la selección de la configuración de centros de distribución inmóticos utilizando análisis envolvente de datos *Ingeniare*”, *Revista chilena de ingeniería*, pp. 480-492, Jul. 2016.
- O. Querol, “Ahorro y eficiencia energética con domótica e inmótica”, *Inmueble: Revista del sector inmobiliario*, N°. 159, pp. 38-43, Mar. 2016.
- United Nations Environment Programme, *Buildings and Climate Change: Summary for Decision-Makers*. Paris: UNEP DTIE Sustainable Consumption & Production Branch, 2009.

- V. Moya, *Diseño de una aplicación inmótica en el edificio Carlos Crespi de la Universidad Politécnica Salesiana en la ciudad de Cuenca – Ecuador*. Universidad Politécnica de Madrid, 2012.
- V. Gunge and P. Yalagi, “Smart home automation: a Literature Review”, *Smart Computing Review*, vol. 5, no. 4, pp. 6-10, Agt. 2015.
- V. Pérez, *Plataforma de comunicación LAN/WAN con uso de microprocesadores para la aplicación en áreas de domótica e inmótica*. Medellín: s.n. 2010.
- T.A. Nguyen and M. Aiello, “Energy intelligent buildings based on user activity: a survey”, *Energy and buildings*. Vol. 56, pp. 244-257, Jun. 2013.
- The International Olympic Comitee. (sf.) *Sustainability* [Online]. Disponible: <https://www.olympic.org/sustainability>.