

**OPTIMIZACIÓN EN EL MANEJO DE PROYECTOS DE LA CONSTRUCCIÓN
DE VISR POR MEDIO DE LAS HERRAMIENTAS DE LA INDUSTRIA 4.0.**



AUTOR

CRISTIAN JAVIER PACHECO SANCHEZ

Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de:
INGENIERO CIVIL

Director:

CAROL EUGENIA AREVALO DAZA

**UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA
FACULTAD DE ESTUDIOS A DISTANCIA
PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL
BOGOTÁ, 15 SEPTIEMBRE 2021**

“OPTIMIZACIÓN EN EL MANEJO DE PROYECTOS DE LA CONSTRUCCIÓN DE VISR POR MEDIO DE LAS HERRAMIENTAS DE LA INDUSTRIA 4.0.”

INTRODUCCIÓN

En el campo de la ingeniería civil es de gran importancia la adaptabilidad frente a las nuevas tecnologías que permiten optimizar los tiempos de ejecución designados para la construcción de diferentes proyectos, por lo cual la industria 4.0 implica una revolución que integra técnicas avanzadas de producción en operaciones con tecnologías inteligentes entre estas se encuentran la industrialización en procesos, robótica, inteligencia artificial y automatización de los procesos, los cuales son de gran ayuda en el campo de la construcción, permitiendo mejorar los tiempos de fabricación de materiales necesarios utilizados en las diferentes ramas de esta como lo son la hidráulica, estructuras, vías, geotecnia entre otras.

Con lo descrito anteriormente, la importancia de la industria 4.0 beneficia el manejo de proyectos pues ofrece la disminución de costos y tiempos requeridos en la fabricación de elementos estructurales y no estructurales, utilizados en el sector de la construcción, según (Aragon, 2017) “*construcción 4.0 por ITAINNOVA*”, existen tres pilares fundamentales en esta revolución industrial donde la productividad permite optimizar procesos constructivos, materiales, maquinaria y personal, generando ambientes sostenibles con la reducción del consumo de materias primas, energía y combustibles; finalmente el tercer pilar hace referencia a la seguridad y salud pues busca disminuir los riesgos a los cuales se ven expuestos los trabajadores durante el cumplimiento de sus actividades a través de la automatización industrial.

Las herramientas como la automatización industrial en el sector de la construcción buscan crear una innovación de sistemas constructivos sostenibles y la reducción en tiempos de fabricación y ejecución de proyectos, puesto que la industria 4.0 hace que los componentes del sistema sean capaces de diagnosticar fallas, es decir tener auto-conciencia lo que proporciona una gestión con más información sobre los procesos que se llevan a cabo permitiendo “predecir fallas y activar procesos de mantenimiento o reaccionar ante imprevistos o cambios inusuales en la operación” (Velazques, 2019) generalmente el sistema constructivo para los proyectos de vivienda de interés social rural (VISR) desarrollados en Colombia por BANCO AGRARIO y con ayuda de las cajas de compensación como FEDEPANELA y FEDECAJAS, utilizan la mampostería confinada cumpliendo con el capítulo E.3 de el (Reglamento Colombiano de construcción sismo resistente, 2010) sin embargo con la automatización industrial ofrecida por la industria 4.0 se concibe buscar alternativas sostenibles, económicas y prácticas para la construcción de estas soluciones de vivienda por medio de la creación de elementos prefabricados que permitan ser llevados al sitio para ensamblar reduciendo los tiempos, costos y mano de obra destinados para tal fin.

CONTEXTO HISTORICO

A través del tiempo la revolución industrial marcó un antes y después de la historia de la humanidad, generando un impacto significativo en la sociedad, en la segunda mitad del siglo XVIII y el inicio del siglo XIX se generó un nuevo proceso de manufactura encaminado al uso de maquinaria en los procesos de producción, la implementación de energía hidráulica, el uso de vapor como fuente de energía, el trabajo de métodos químicos y el desarrollo de

herramientas, de igual forma la sustitución de materias primas como la madera y otros biocombustibles por el carbón.

En este orden de ideas, se establece la visibilidad en el avance de la tecnología en cada una de las revoluciones de la historia, lo cual sirve como base para la implementación de proyectos de la construcción de VISR en Colombia a través de las herramientas de la industria 4.0, por lo tanto, se debe abordar cada uno de los aspectos más relevantes en cada etapa:

PRIMERA REVOLUCIÓN INDUSTRIAL:

Durante esta época se dio lugar a una revolución industrial acompañada de una agrícola, la cual para los años cincuenta generó un crecimiento de tierras lo que favoreció al aumento de superficies cultivables por medio de drenaje de zonas pantanosas, acondicionamiento de paramos y deforestación, la implementación de estas nuevas tecnologías agrícolas fomentaron en la época una sostenibilidad alimentaria por medio de herramientas nuevas como lo fue el sistema de rotación de cultivos Norfolk, el uso de estiércol como fertilizante y la utilización de la maquinaria sembradora Jethro Tull. (València., 2013)

SEGUNDA REVOLUCIÓN INDUSTRIAL:

Tiempo después se dio la segunda revolución industrial en los años 1870-1914 siendo un periodo que generó diferentes cambios socioeconómicos, originado por procesos técnicos llevados a cabo en las industrias químicas, metalúrgicas, petroleras y eléctricas, permitiendo la creación de inventos como el telégrafo y el teléfono, a diferencia de la revolución industrial pasada esta tuvo un avance significativo en periodos de tiempo no tan extensos, condescendiendo una mejora a lo ya creado, la sociedad de la época tuvo una transformación

apareciendo nuevos métodos de trabajo creándose un tipo de mercantilismo y un capitalismo, donde las organizaciones obreras buscaban mejorar las condiciones del proletariado, se generaron diferentes transformaciones como la sustitución del hierro por el acero, a comienzos de la segunda revolución industrial el hierro se catalogaba como el metal más utilizado, se implementó en estructuras de construcción, una de estas fue la torre Eiffel, el acero fue considerado una aleación del propio hierro con una cantidad de carbono, su valor limitó el uso, la revolución del transporte experimentó un gran descenso en esta época, permitiendo que el comercio ampliara el campo de acción ya que había una conexión de manera óptima entre las distintas partes del mundo, favoreciendo las migraciones, el transporte más utilizado continuó siendo el ferrocarril, mientras que el marítimo tuvo un cambio de barcos de vela a vapor los cuales eran construidos con cascos de hierro, apareció la energía eléctrica y se aumentó la explotación petrolera.

TERCERA REVOLUCIÓN INDUSTRIAL:

La tercera revolución industrial también fue conocida como revolución científica y tecnológica, sus inicios se dieron durante el fin de la II guerra mundial, esta tuvo como pioneros a países miembros de la unión europea, Estados Unidos y Japón; esta nueva era se caracterizó por la investigación y desarrollo de la energía nuclear, espacio universitario y telecomunicaciones como las ciencias de la informática, la biotecnología y la robótica.

Lastra en su artículo denominado “Rifkin, Jeremy, La Tercera Revolución Industrial” reconoce como Jeremy Rifkin pensador social norteamericano, enfatizaba que la tercera revolución industrial se basaba en nuevas tecnologías de la información y comunicación,

resaltando la importancia de las energías renovables, manifestando que la unión de estas dos generaba cambios significativos en el entorno.

CUARTA REVOLUCIÓN INDUSTRIAL

El concepto de “Industry 4.0” fue introducido en Alemania por primera vez, en el documento de “Recommendations for implementing the strategic initiative INDUSTRIE 4.0”, publicado por ACATECH en Abril del 2013 (Gabito, 2021) y que consiste en la introducción de tecnologías digitales en la industria, lo que permite la cooperatividad entre humanos, dispositivos y sistemas en la modificación de productos automatizados y los modelos de negocio; entre las características de estos encontramos la flexibilidad y la capacidad que presta en producir productos de forma personalizada para VIS (productos tipo), la digitalización de los procesos que ayuda conectando las distintas fases de los procesos productivos , la re-configurabilidad que se presenta como la capacidad de adaptación de una forma económica y rápida al cambio de los productos, finalmente la inteligencia de los procesos que ofrece aprender de las experiencias previas para si responder de forma autónoma a los imprevistos que se presentan (Gabito, 2021).

El avance de la tecnología es cada vez más evidente, según el estudio de la universidad Palermo “la cuarta revolución industrial y algunas implicaciones en las escuelas de negocios” (Zárate, 2018) se establece que en la actualidad existen aspectos relevantes que responden a una cuarta revolución industrial, tales como el diseño y la implementación de nuevas tecnologías que facilitan las actividades cotidianas de los seres humanos (Robótica, energía hidráulica, mecánica, informática, automatización, sistema ciberfisico, entre otros).

Citando algunos cambios importantes en la construcción y la adaptación cronológica se ve reflejada la importancia de la adaptabilidad de nuevas tecnologías que son descubiertas día tras día, es trascendental describir cómo eran los sistemas constructivos y las materias primas utilizando en estas obras ya que inicialmente no se contaba con materiales prácticos para la construcción de distintos tipos de tareas , uno de los cambios más importantes se ve en la fabricación de cemento para dar la resistencia necesaria a las estructuras, la introducción del acero para formar hormigón armado de igual forma la fabricación de ladrillo tolete y bloque que reemplazaría los sistemas artesanales anteriormente usados como el adobe y tapia pisada, en cuanto a las redes de distribución de agua potable y sanitaria no existían tuberías de PVC para estas actividades en cambio canales, tubería de Gress, cajas de inspección que permitían distribuir la red; sin embargo con la creación de nuevos materiales se puede ver el cambio en los tiempos, costos, calidad entre otros.

CONTEXTO NORMATIVO

Siguiendo los lineamientos normativos establecidos para la construcción de estructuras en Colombia es importante que los proyectos que se realicen en el territorio cumplan con los requisitos de construcción sismorresistente establecidos en la NSR10, esto con el fin de brindar seguridad a la sociedad que hace uso de estas estructuras, por lo tanto cuando se piensa en nuevos sistemas constructivos previamente se debe hacer un análisis estático y dinámico, permitiendo contrarrestar los imprevistos generados por las acciones de sismos, vientos y cargas gravitatorias cumpliendo con el capítulo A-B-C del (Reglamento Colombiano de construcción sismo resistente, 2010), en cuanto a la normativa de seguridad y salud en el trabajo se reconoce la importancia del bienestar de los trabajadores al momento de intervenir una construcción ya que estos se encuentran en constante contacto con

diferentes herramientas mecanizadas y movimientos repetitivos que a futuro pueden llegar a ocasionar lesiones, de igual forma el no tener los elementos de protección personal durante la ejecución de las labores puede ocasionar muertes o enfermedades graves en caso de accidentalidad, en Colombia el (Ministerio de Trabajo, 2015) crea el decreto 1072 de 2015 que busca garantizar el cumplimiento de los derechos de la clase obrera, por otra parte se actualiza en el año 2019 la resolución 0312 sobre los estándares que se deben tener en cuenta al momento de implementar un sistema de gestión, esto con el fin de evitar muertes o lesiones por parte de los trabajadores y visitantes de un proyecto constructivo.

PROCESOS CONSTRUCTIVOS INNOVADORES

En la actualidad se hace referencia a la apuesta por la innovación en los sistemas constructivos, la llegada de nuevos materiales y formas de construir que atienden las necesidades del mercado y que afrontan retos técnicos, normativos y de calidad, hacen que la investigación, desarrollo e innovación permita avances en la productividad, competitividad y sostenibilidad.

De acuerdo a CAMACOL en los últimos años el sector de la construcción ha venido implementando sistemas que ofrezcan mayor eficiencia en las obras con la incorporación de materiales sostenibles y amigables con el medio ambiente, la tecnología aplicada en diferentes procesos productivos, así como la integración de simulación virtual y cambios organizacionales.

“Uno de los sistemas que más ha venido aumentando en Colombia es la construcción en seco de 1 millón de metros cuadrados en el año 97 a 10 millones de metros cuadrados en año 2014 y se estima que aumente a 20 millones en 2021” (valle, 2021) según el arquitecto Carlos

Vélez especialista en construcción liviana desde los años 90 a la actualidad se evidencia un progreso en los costos y duración de los proyectos en los que se hace uso de este sistema ya que permite optimizar las actividades constructivas de cielos rasos, muros divisorios, fachadas, formas entre otras; en los inicios de utilización del DRYWALL como comúnmente se conoce en los Estados Unidos y con la fabricación nacional de placas y otros productos permitió reducir los costos ocasionados por la importación y fluctuación del dólar, los bajos costos de fabricación e instalación hicieron que los constructores comenzaran a aventurarse y reemplazar los sistemas tradicionales por los CLS, por las grandes ventajas que este ofrece, en cuanto a su rapidez, liviandad, y por las ventajas que presta frente al análisis sísmico resistente.

Por otra parte, la Arquitecta Ana María Buss hace referencia a la rapidez que presta este sistema en la construcción de muros, techos, placas, mobiliario y demás, también destaca que el proceso de industrialización y estandarización de los elementos, facilita el desmonte y posterior armado en otras construcciones, lo que genera la disminución de residuos ocasionados por la demolición (valle, 2021).

Otra forma de demostrar el auge que ofrece la industria 4.0 está referenciada a las constructoras que hacen uso de las herramientas de automatización de esta revolución como es el caso de la CONSTRUCTORA BOLIVAR, quienes se están enfocando desde el año 2018 *“En mantener a la compañía a la vanguardia en tecnologías de construcción, materiales innovadores y procesos altamente productivos y sostenibles”* (Bolívar, 2019), generando el laboratorio de INNOBRACIÓN que es un espacio donde se promueve la investigación y el descubrimiento de nuevos materiales, aplicaciones, tecnologías y procesos constructivos, estos encaminados al uso eficiente de los recursos naturales y la productividad;

Un ejemplo de estos avances obtenidos desde 2018 a 2019 es el **SCOUTING TECNOLÓGICO** para este caso el robot de calidad “Es un escáner láser de alto rendimiento para la captura, en tiempo real, de entornos completos por medio del levantamiento de nubes de puntos, generando modelos 3D de alta precisión” El robot permite levantar un modelo, el cual se compara con los modelos BIM del proyecto, y de esta forma se calculan las diferencias entre lo construido y lo diseñado (Bolívar, 2019), para el caso de los sistemas constructivos innovadores la CONSTRUCTORA BOLIVAR cuenta con SISTEMA CONSTRUCTIVO - STEEL FRAMING “ (estructura de perfiles de acero galvanizado), está tomando fuerza en el sector, pues logra disminuir, hasta en un 30%, el tiempo de ejecución de los proyectos frente al sistema tradicional, aumentando la eficiencia”, la principal ventaja de este sistema son la velocidad de construcción, el bajo peso y la eliminación de desperdicios, lo que se traduce en ahorro de costos de cimentación, transporte y equipos para su construcción; según la constructora se estima que el uso de este sistema pase de un “15% al 22% para el 2022, siendo sus principales aplicaciones: estructuras, cubiertas y fachadas” (Bolívar, 2019); actualmente este sistema ha sido usado específicamente en la construcción de casas, apartamentos, modelos y muros no estructurales y en coworking de la compañía ubicado en el laboratorio de INNOBRACIÓN.

También, la CONSTRUCTORA BOLIVAR cuenta con herramientas de eficacia de procesos como es el caso de TIME LAB - DIAGNÓSTICO Y MEJORA DE PROCESOS, la cual es una solución integral que garantiza el aumento de productividad en los procesos constructivos. Esta creo e implemento una aplicación única en el sector, la cual tiene como ventaja registrar las actividades que se realizan en el día laboral e identificando las más y menos productivas, los datos de esta aplicación “ha generado aumentos en la productividad

de los procesos constructivos de hasta un 38% y administrativos de hasta un 60%. Adicionalmente ha permitido que los contratistas de obra mejoren sus ingresos hasta en un 10% al año debido a la disminución de los tiempos de ejecución y optimización de recursos” (Bolívar, 2019); finalmente UPCYCLING por medio de la reincorporación de materiales como la madera fabrican tableros de aglomerados en plantas externas, a través de gestores de residuos aprovechables creando así nuevos productos con mayor valor económico y ecológico.

Otro caso de innovación es la empresa CONCEPTOS PLASTICOS fundada por OSCAR MENDEZ en 2011 en Colombia quien diseño y patento una idea de ladrillos plásticos que se enfoca en construcciones de un nivel caso específico de las VISR , buscando dar solución al trasiego de materiales a zonas con difícil acceso, la misión de esta empresa se basa en *“Educamos y promovemos el cambio de comportamiento en la eliminación de residuos, involucramos a las comunidades de recicladores en la logística y mejoramos sus ingresos generando valor en plásticos que hoy no comercializamos, luego cerramos el ciclo del plástico transformando estos plásticos reciclados en sistemas de construcción alternativos para generar impactos positivos y reducir el déficit habitacional de los países en desarrollo.”* (PLÁSTICOS, 2011); Su idea revolucionaria se basa en cambiar la mentalidad de las personas que están acostumbradas a las estructuras rígidas y fuertes, por elementos de igual o mayor resistencia a la compresión, así como de vida útil ya que el material de fabricación es plástico, este tiende a durar más tiempo que otros materiales permitiendo automatizar la productividad de las partes que la componen desde la mampostería ,columnas, vigas, cubiertas, carpintería entre otras pero de forma sostenible con materiales reciclados.

Para el caso de la construcción en el exterior y a partir de la innovación en las técnicas de construcción, las empresas nacionales incursionan en los mercados internacionales como es el caso de México quien busca solucionar el problema de vivienda en zonas desfavorecidas; mismo caso de las VIS en la región Colombiana, por medio de esta necesidad habitacional el señor Juan Manuel Reyes de Armados Omega y el arquitecto Jorge Capistrán desarrollan un novedoso sistema constructivo de bajo costo y con reducción en los tiempos de construcción (Archdaily) consiste en sencillos bloques que no requieren de mezclas aglutinantes llamado BLOCK ARMO y el objetivo es brindar nuevos sistemas constructivos para ayudar a la comunidad; este consiste en 6 tipos distintos de piezas con auto ensamble las cuales son capaces de sostenerse entre ellas y luego son amarradas con una varilla cada 80cm, mejorando los costos de fabricación y productividad de los proyectos; como iniciativa en la ciudad de México se construyeron 300 viviendas en Sierra Negra, Puebla.

INDUSTRIA 4.0 COMO ALTERNATIVA DE OPTIMIZACIÓN EN PROCESOS CONSTRUCTIVOS

Es importante contar con las herramientas que ofrece la industria 4.0 pues ayuda a optimizar los procesos constructivos generando una mayor productividad en la materialización de los proyectos de VISR desarrollados en Colombia, involucrando sistemas innovadores, sostenibles y económicos que garanticen las soluciones de vivienda.

Siguiendo la idea principal frente a la optimización de procesos por medio de nuevas tecnologías constructivas es importante resaltar las diferencias frente a los sistemas convencionales usados normalmente para el diseño y construcción de VISR, en comparación con los nuevos sistemas constructivos desarrollados en la actualidad, para ello se debe de

contar con los conocimientos frente a la construcción de mampostería confinada descritos en el capítulo E.1,2,3,4 del (Reglamento Colombiano de construcción sismo resistente, 2010) donde en el capítulo E-2 se realizan las recomendaciones iniciales sobre estudios geotécnicos y su caracterización de acuerdo a el nivel de capacidad portante del terreno como de estabilidad del mismo, también se encuentra que el sistema estructural de la cimentación deberá cumplir con los requisitos exigidos en el titulo E-2-1-4, “la cimentación estará compuesta por un sistema reticular de vigas que configuren anillos aproximadamente rectangulares en planta, y que aseguren las trasmisión de la cargas de la super estructura al suelo de forma integral y equilibrada” por otra parte cada muro debe contar con una viga de cimentación y no se aceptan discontinuidades, en el caso de muros se contara con mampostería en arcilla que cumplan con la ASTM C34-C56-C212-C216, para el sistema de juntas se utilizara morteros de pega con un espesor máximo de 15 mm, por otra parte las redes sanitarias e hidráulicas no pueden interrumpir elementos de la estructura como vigas de cimentación, por lo tanto deberán ser conducidos por la placa de contrapiso, en el caso de aceros y concretos se debe contar con el capítulo E.4.2 donde se indica la resistencia a la compresión del concreto mínima del mismo modo que la fluencia del acero.

Este sistema, aunque fácil de diseñar y construir es importante conocer la estructura que lo compone desde su viga de cimentación, columnas, columnetas, dinteles, viga corona, viga cinta entre otros, para poder identificar los materiales usados para este fin; como se puede observar estos sistemas mantienen la idea de elementos pesados por lo tanto la estructura deberá ser rígida con el requisito de cumplir los cálculos estructurales necesarios para su buen funcionamiento; de ello que se utilice materiales de explotación minera como arenas, gravas, recebos y materiales procesados con materias primas como es el caso del acero,

cemento, madera, bloque en arcilla entre otros, otro factor importante se verá frente a los temas de desplazamiento de materiales, estadía del personal, gastos administrativos, y procesos constructivos; revisando la gerencia integral GI 35 con FEDECAJAS para soluciones de vivienda, un ejemplo de lo anteriormente planteado se da en el departamento de Boyacá, desarrollada entre 2015 a 2017 se puede observar que los tiempos de construcción por unidad de vivienda dispersa tipo, es de 25 días y la mayoría de imprevistos se ve relacionada a los tiempos atmosféricos y el mal estado de las vías de acceso a zonas rurales en el departamento,” lo que genero retrasos en la entrega de estos proyectos del mismo modo que incremento de costos administrativos y dirección de obra”; lo que hace que este sistema preste un bajo rendimiento frente a los procesos constructivos industrializados se da por el tiempo que toma llevar el material necesario para la construcción de cada solución de vivienda y los procesos constructivos como son excavaciones, encofrados de elementos estructurales, el armado del acero, colocado de mampostería, cubiertas, carpintería metálica entre otros los cuales toman tiempo pues es necesario dejar que cada uno de los elementos tengan un tiempo de secado para llegar a su resistencia estructural necesaria.

La idea de esta optimización por medio de las herramientas de cuarta revolución industrial es mejorar la productividad frente a los procesos constructivos que se desarrollan en estas soluciones y reducir los costos de fabricación permitiendo generar más soluciones de vivienda en el departamento, cumpliendo con las normativas y reglamentos necesarios para este sector.

Al involucrar los sistemas sostenibles reducen los costos de fabricación del mismo modo que tiempos de ejecución; por medio de la automatización industrial se permitiría que más personas puedan obtener una casa digna, que cuente con los servicios necesarios para su

habitabilidad y del mismo modo que sea amigable con el medio ambiente, generando así conciencia ambiental. Como ejemplo práctico encontramos las soluciones prefabricadas de VIMOB (empresa colectivos y creativos), que se basa en casas modulares y su proyección se da en cubrir la necesidad de crear refugios, en lugares de difícil acceso donde no es viable construir por el sistema tradicional y es necesario integrar nuevas tecnologías de construcción que mejoren la productividad, costos y otros factores importantes en estas construcciones, este sistema industrializado que se diseña y fabrica en planta es enviado desarmado al terreno donde se va a situar, con piezas de estructura modular que permite una fácil instalación, reduciendo desperdicios de materias primas, costes ambientales, transporte, imprevistos y reducción de tiempos de construcción, generalmente se utiliza entre 8 a 10 días en la edificación de estas, por ello la implementación de los sistemas anteriormente nombrados, permitirían la optimización de los procesos constructivos en VISR ya que actualmente presentan falencias por las difíciles zonas de acceso, un ejemplo claro son los municipios Chitaraque parte alta, Berbeo, Rondón, Beteitiva, Buenavista entre otros; con la utilización de estos sistemas constructivos industrializados se espera tener alternativas que ayuden a una rápida edificación, durabilidad, flexibilidad, versatilidad y cumplimiento de normas de construcción, generando un ahorro en costos de mantenimiento a futuro, con una adecuada estética en comparación con los sistemas tradicionales, dichos proyectos contarán con la adaptabilidad a cualquier terreno, amplitud en espacios interiores, disminución de contaminación ambiental y finalmente reducción en los tiempos de ejecución.

Con esta nueva era de digitalización han venido apareciendo herramientas que permiten mejorar las capacidades del ser humano para estructurar grandes edificaciones, al punto de contar con drones que permiten un levantamiento de captación de datos como videos,

fotografías u otros tipos de sensores que facilitan el almacenamiento de información para un posterior procesamiento a través del software adecuado. (Notario, 2019), los planos son parte esencial al momento de ejecutar un proyecto, ya que puede considerarse la representación gráfica de lo que se espera realizar, por ende los modelos 3D son prototipos tridimensionales renderizados que le permite al profesional trabajar con un programa vectorial que accede a originar curvas perfectas en un modelo no poligonal, promoviendo de esta manera un acercamiento entre el comprador y el producto constructivo que se ofrece antes de edificarlo, (Ikea, s.f.) Hoy en día se cuentan con aplicaciones como Ikea la cual muestra modelos en 3D de elementos gigantes a través de un Smartphone, lo que permite una ubicación en tiempo real del objeto que se espera adquirir.

En la industria 4.0 Bim Digital Twin en la infraestructura, diseño, construcción y operación ha implementado metodologías de réplicas digitales de activos físicos, sistema y procesos que permiten la optimización y mejora continua de la infraestructura, facilitando la operación en el entorno, generando un manejo adecuado de los recursos naturales en su ciclo de vida, los modelos BIM y la realidad replicada pueden proporcionar por medio de RFID elementos móviles vulnerables como bicicletas o peatones, los cuales pueden ser observados por vehículos, otras de las ventajas de la metodología BIM es la asociación de múltiples ámbitos informativos desde los costos, materiales, tiempo de funcionamiento, fichas técnicas entre otros; permitiendo de esta manera contar con una realidad virtual que cuenta con características extras que permiten interactuar a través de unos lentes y sentidos; los cuales hacen que se aprecie el entorno generando una demanda en la construcción. (Martija, 2019)

CONCLUSIONES

La construcción ha venido evolucionando de forma trascendental, teniendo un crecimiento moderado a nivel mundial en comparación con otras industrias como la manufactura, ocasionando grandes cambios que satisfacen las necesidades humanas; la industria 4.0 es conocida como la cuarta revolución industrial la cual enmarca en el área de la ingeniería civil un desarrollo económico y social, al punto de permitirle a la comunidad un acercamiento al futuro, ya que a través de las herramientas digitales de una u otra manera se logra tener una visualización de lo que se construirá, otro aspecto que enmarca la importancia de esta temática es la automatización, la cual facilita los procesos constructivos en zonas y regiones apartadas de nuestro país, aportando de manera significativa al mejoramiento de la calidad de vida en lugares de difícil acceso, esto a través de la automatización, generando viviendas que no requieren de mano de obra especializada y mejorando los tiempos, acabados y transporte de los materiales que serán utilizados en este tipo de obras.

Los avances que ofrece la industria 4.0 permiten la obtención de una calidad en el sistema constructivo, ya que desde la planificación de un proyecto se hace un estudio previo con herramientas digitales, generando un diagnóstico inicial de las posibles problemáticas que se puedan forjar durante su ejecución, haciendo una evaluación que permita corregirlas o según la gravedad cambiar la zona, la parte ambiental en esta nueva revolución ha tomado un papel importante, la implementación de proyectos constructivos ecológicos son cada vez más notables al punto de contar con materiales como ladrillos de polietileno (PET) que conforman estructuras de un piso, proporcionando una mejor calidad de vida para las futuras generaciones, disminuyendo un poco la contaminación generada por las revoluciones industriales pasadas.

La ingeniería civil enmarca el cambio en una comunidad, por ende, es de gran importancia reconocer la historia y el avance que ha tenido con el fin de forjar y mejorar las edificaciones a nivel mundial, proporcionando a los seres humanos espacios cómodos que les permitan cumplir sus actividades diarias e incluso contar con un sitio adecuado para descansar, pero siempre realizando los estudios previos que garanticen la seguridad de las personas que ocupan un inmueble, finalizando quiero destacar que las herramientas de la industria 4.0 permiten optimizar los tiempos de ejecución requeridos para la materialización de proyectos, facilitando el cumplimiento de los mismos, generando un surgimiento y apropiación de nuevas tecnologías que permiten producciones automatizadas en bienestar del ser humano.

Bibliografía

- Aragon, I. t. (25 de 03 de 2017). *ITA INNOVA*. Obtenido de <https://www.itainnova.es/blog/industria-4-0/que-es-la-construccion-4-0-el-sector-en-la-industria-4-0/>
- Archdaily. (s.f.). *Archdaily* . Obtenido de Archdaily : <https://www.archdaily.co/co/791023/este-sistema-constructivo-de-autoensamble-reduce-50-percent-su-tiempo-de-construccion>
- Bolivar, C. (2019). *Constructora Bolivar* . Obtenido de Constructora Bolivar : <https://www.constructorabolivar.com/sites/all/themes/constructora/assets/archivos/final-constructora-bolivar-interactivo.pdf>
- Boyacá, G. d. (13 de 01 de 2021). *Gobernacion de Boyacá* . Obtenido de Gobernacion de Boyacá : 200 viviendas rurales presentado por municipios de la provincia de Ricaurte, sector Bajo, como parte del programa de Vivienda de Interés Social para el Campo, que acaba de asignar el Ministerio de Vivienda.
- comunicaciones, M. d. (14 de 03 de 2019). *Aspectos basicos de la industria 4.0* . Obtenido de MIntic-Gobierno de Colombia : https://colombiatic.mintic.gov.co/679/articles-124767_recurso_1.pdf
- Evolucionar, R. I. (2021). Obtenido de <https://predictiva21.com/revolucion-industrial-mexico/#:~:text=La%20revoluci%C3%B3n%20industrial%20se%20conoce,hasta%20inicios%20del%20siglo%20XIX.&text=Las%20condicione%20de%20trabajo%20tambi%C3%A9n,del%20product%20de%20esta%20revoluci%C3%B3n>.
- Gabito, D. M. (29 de JULIO de 2021). *Industria 4.0. Industria 4.0 UPAEP*. Mexico, Puebla , Mexico: UPAEP.
- Lastra, J. M. (diciembre de 2017). *scielo*. Obtenido de Rifkin, Jeremy, La Tercera Revolución Industrial: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0041-86332017000301457
- MinAgricultura. (2021). *MinAgricultura beneficia con vivienda rural a 70 familias de Boyacá y Nariño*. Obtenido de <https://www.bancoagrario.gov.co/Noticias/Paginas/MinAgriculturaBoyacaNarino.aspx>
- Ministerio de Trabajo. (2015). *1072 de2015*. Obtenido de <https://www.mintrabajo.gov.co/documents/20147/0/DUR+Sector+Trabajo+Actualizado+a+15+de+a+bril++de+2016.pdf/a32b1dcf-7a4e-8a37-ac16-c121928719c8>
- NSR10. (23 de 06 de 2010). *NSR10*. Obtenido de <https://www.idrd.gov.co/sitio/idrd/sites/default/files/imagenes/5titulo-e-nsr-100.pdf>
- plasticos, C. (11 de 02 de 2011). *comceptos plasticos* . Obtenido de <http://conceptosplasticos.com/conceptos-plasticos.html>
- Reglamento Colombiano de construcción sismo resistente, Creada por la ley 400 de 1997 (Titulo E 2010). Obtenido de Reglamento Colombiano de Construccion Sismo Resistente : <https://www.idrd.gov.co/sitio/idrd/sites/default/files/imagenes/5titulo-e-nsr-100.pdf>
- USTA. (2021). *universidad Snato Tomas*. Obtenido de <https://repository.usta.edu.co/handle/11634/17902>
- València., R. d. (2013). *EL PADRE DE LA PRIMERA SEMBRADORA MECÁNICA*. Obtenido de Espores: <https://espores.org/es/es-agricultura/el-padre-de-la-primer-sembradora-mecanica/>
- valle, C. (03 de 05 de 2021). *Camacol valle*. Obtenido de Camacol valle: <http://camacolvalle.org.co/noticiasdeconstruccion/ndced14/#p=24>
- Velazques, L. D. (2019). *ASPECTOS BASICOS D ELA INDUTRIA 4.0* . Obtenido de MINISTERIOS DE TECNOLOGIA DE LA INFORMACION Y LA COMUNICACION : https://colombiatic.mintic.gov.co/679/articles-124767_recurso_1.pdf
- Zárate, P. R. (2018). *LA CUARTA REVOLUCIÓN INDUSTRIAL Y ALGUNAS IMPLICACIONES*. Obtenido de Universidad de Palermo : https://www.palermo.edu/economicas/cbrs/pdf/pbr18/PBR_18_10.pdf