

Impresión 3D y el Nuevo Paradigma de Construcción de Vivienda

Universidad EAN



Estudiante

Nelson Mantilla León

Director de Programa

Jose Edward Divitt Velosa

Facultad de Ingeniería de la Universidad EAN

Ingeniería de Producción

América del Sur, Colombia, Bogotá DC, 2023

Tabla de Contenido

Resumen Ejecutivo	4
Introducción	5
Objetivos	6
Objetivo General	6
Objetivos Específicos.....	6
Definición del Problema	7
Justificación	8
Análisis de Requerimientos	9
Marco de Referencia	10
Consideraciones Históricas.....	10
Vinculación Investigación con Ingeniería de Producción	10
Análisis de Restricciones	11
Técnico.....	11
Normativo	13
Económico	13
Social.....	13
Ambiental.....	14
Cartográfico	14
Recursos	14
Calidad	15
Riesgos.....	15
Tiempo	16
Metodología para la Selección y Desarrollo de la Solución	17
Marco Teórico.....	18
Marco Teórico continuación	19
Entregables.....	20
Seguimiento Diagrama Gantt.....	20
Observaciones	20
Resultados de la Investigación.....	21
Prototipo Diseño de Procesos mediante la construcción 3D con Cmaps Tools.	22
Cuadro Comparativo Construcción Tradicional vs Construcción con Impresión 3D	23

Proyecto: Cualquier proyecto genérico de construcción de vivienda de interés social.	23
Evidencias de la Maqueta y Sesiones en el Laboratorio de Impresión 3D de la Universidad EAN.	24
Sesión de Inducción	24
Prueba de la impresora 3D	24
Resultado ejemplo.....	25
Primer día de Impresión.....	26
Resultados	27
Segundo día de Impresión.....	27
Tercer día de Impresión	27
Resultado final impresión piezas	28
Análisis de Costos.....	30
Costos Maqueta.....	30
Conclusiones	31
Bibliografía	32

Resumen Ejecutivo

El presente proyecto de grado con nombre “**Impresión 3D y el Nuevo Paradigma de Construcción de Vivienda**” busca recopilar y analizar de bases de datos de la Universidad EAN (Scopus Elsevir, Web of Science) documentar de noticias de revistas científicas, de construcción, documentales e informes para poner en cuestionamiento el futuro de la construcción.

Se abordarán 2 proyectos de construcción uno en Colombia y otro en Kenya en una nueva era de la construcción y cómo será la nueva norma en la industria de la construcción sin importar la ubicación en el planeta. Algo que para la construcción tradicional sólo lo podría dimensionar mediante gastos extremadamente altos y poco ineficientes para los tiempos necesarios del siglo XXI y la nueva realidad.

También se presentará un Diseño Prototipo de Procesos de Manufactura para la construcción de vivienda 3D y una Maqueta con ayuda del laboratorio de impresión 3D de la Universidad EAN sobre una unidad del Proyecto de Concreto en Colombia.

Introducción

Este proyecto surge gracias a mi estilo de vida y amor por el conocimiento y la ciencia. Tuve la fortuna de coincidir hace aproximadamente dos años con una publicación de la NASA donde se escogía un proyecto de construcción ganador de 700,000.00 USD que da las directrices para terraformar el Planeta Marte con Impresión 3D.

La construcción de vivienda es más antigua que el tramo compilado, expuesto y enseñado de los últimos 5 mil años por la historia difundida en la mayoría de los colegios. Hay datos de más de 35.000 años sobre la Atlántida, pero hay algo en común en cualquier libro o diario de historia incluso remontando nuestro conteo al neolítico, siempre la construcción se hizo a una escala macro según notación científica actual, con las manos, máquinas simples o compuestas.

La impresión 3D de mano de la sinergia de la construcción permitirá que el desarrollo de vivienda se pueda personalizar a un nivel nunca visto y el uso de materiales y mezclas como el hormigón y el concreto permitiendo a una nueva era de la construcción anteponerse al tiempo como nunca se había visto y a cualquier necesidad y cataclismo conocido en el planeta y por qué no en el Sistema Solar.

Objetivos

Objetivo General

- Exponer de manera ingenieril y científica el potencial de la Impresión 3D, su alcance, tiempos, y demás características relevantes para una nueva era de la construcción.

Objetivos Específicos

- Investigación y compilación documental sobre vivienda con la tecnología de impresión 3D.
- Investigación y compilación de revistas científicas y de construcción sobre Impresión 3D para vivienda.
- Elaborar Marco Teórico de las Investigación.
- Hacer Diseño Prototipo de Procesos de Manufactura detrás de la construcción a través de la impresión 3D.
- Maqueta pequeña de una unidad de vivienda con ayuda del laboratorio de impresión 3D de la Universidad EAN para el caso de la República de Colombia con el proyecto de la constructora Conconcreto.

Definición del Problema

¿Es posible construir un proyecto de vivienda de interés social de 8 meses en 2 días gracias a la Impresión 3D y la Nanotecnología?

La intención con este planteamiento del problema es presentar de manera ingenieril y científica el nuevo paradigma de la construcción con la impresión 3D con el proyecto más grande de Impresión 3D de Vivienda Asequible hasta la fecha (Houser, 2023) y a nivel nacional para la República de Colombia con el proyecto de la constructora Concreto con viviendas de interés social en 3D (Revista Semana, 2022).

Justificación

La construcción de vivienda es una necesidad que siempre ha existido en cualquier civilización. En este proyecto de grado investigamos, documentamos, desarrollamos, prototipamos y hacemos una maqueta que presenta la alternativa que cambiará todo el contexto histórico y paradigma de la Construcción, Ingeniería Civil y Arquitectura. Posiblemente se hable como se hace con el conteo de la historia con el nacimiento de Cristo se registre como un antes y después de la Impresión 3D para Vivienda.

La impresión 3D no sólo convierte la construcción en una actividad de prácticamente cero residuos en obra sino lo hace en tiempos que hace más de una década se consideraría imposible, al igual que dimensiona toda la estructura de costos desde insumos, propiedad planta y equipo y mano de obra en una escala de mínimos únicos, se hablará inmediatamente de un nuevo nivel de eficiencia a nivel ingenieril y de punto de equilibrio nuevo desde la óptica de la administración y creación de empresa.

Debido a que los tiempos de construcción y entrega del proyecto cambian de 8 meses o más a 1 o 2 días en conjunto, sin importar el proyecto o la ubicación. Se decidió presentar la respuesta al problema en los proyectos a continuación. Un proyecto en la República de Colombia, otro en el Continente Africano en Kenia, el más grande a la fecha de desarrollar esta tesis de grado.

Análisis de Requerimientos

1. Desarrollo de un cronograma y plan de trabajo mediante esquema Gantt.
2. Seguimiento y cumplimiento del itinerario propuesto en el esquema Gantt.
3. Investigación con rigor científico con el uso de las bases de datos: Scopus Elsevier y Web of Science.
4. Compilación documental de páginas como Curiosity Stream, canales de construcción e internos de YouTube y de sitios oficiales de objetivos de esta investigación: Concreto, y 14Tree.
5. Diseño con Shapr3D y elaboración de una maqueta con escala real y proveniente de una impresora 3D del laboratorio de impresión 3D.

Marco de Referencia

Consideraciones Históricas

La impresión 3D se remonta a 1976 con la invención de impresora de inyección de tinta, en 1984 esta invención se adecuó con la impresión de materiales. La primera solicitud de patente para un dispositivo de impresión en 3 dimensiones tiene lugar en japon en 1981. Presentada por el Dr. Hideo Kodama del Instituto Municipal de Investigación Industrial, en Nagoya.

En 1984 Charles Hull, más tarde, el co-fundador de 3D Systems, inventa la estereolitografía, un proceso de impresión que permite que un Objeto en 3D se cree a partir de datos digitales. Se utiliza la tecnología para crear un modelo 3D a partir de una imagen y permite que los usuarios prueben un diseño antes de que se invierta en la fabricación del modelo definitivo (Impresoras3D, 2018).

En cuanto a la Impresión 3D como método alternativo de la construcción fue hasta finales de la década del 90 del siglo pasado que se inició este tipo de construcción mediante la **extrusión de hormigón** (Mingorance, 2021).

Vinculación Investigación con Ingeniería de Producción

Al ser una nueva forma de construcción encuentro una oportunidad única para aplicar todo el conocimiento de procesos y materiales a la Impresión 3D en la Construcción de Vivienda. Es supremamente apasionante descubrir que lo que antes se pensaba sólo podía hacerse en un mínimo de 8 meses ahora se puede hacer en 1 día y en cualquier región pueda dar una base sólida a la impresora 3D y a la infraestructura para proceder a la extrusión de hormigón o del material que se desee imprimir.

Análisis de Restricciones

Técnico

- Todas las restricciones técnicas según normas y reglamentación nacional de procesos de manufactura asociados a la construcción que debemos tener en cuenta para presentar nuestro diseño.

A continuación, recomendaciones de Findeter, Banca de desarrollo territorial; institución gubernamental:

POT – Plan de Ordenamiento Territorial de los Municipios o norma de ordenamiento que aplique.

- Ley 388 de 1997 Ordenamiento Territorial.
- Norma vigente con relación al “Plan de ordenamiento Territorial”
- Legislación ambiental municipal y/o, distrital y Nacional vigente
- Legislación de seguridad industrial y de salud ocupacional vigente
- Normas NFPA – NEC y Código Nacional de Incendios vigentes
- Legislación de tránsito vehicular y peatonal vigente
- Normatividad vigente a nivel nacional para la movilización de maquinaria y equipo pesado impuesto según el tipo de obra, por la entidad competente.
- Normas Colombianas de Diseño y Construcción Sismo Resistentes que aplique de acuerdo con los diseños aprobados vigente, NSR-10 y sus decretos reglamentarios, complementarios y cualquier otra norma vigente que regule el diseño y construcción sismo resistente en Colombia.
- Ley 400 de 1997 ó la que aplique de acuerdo con los diseños aprobados.
- El Código Eléctrico Nacional vigente, norma ICONTEC 2050
- El Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas RETIE vigente - Resolución No. 90708 de 30 de agosto de 2013 expedida por el Ministerio de Minas y Energía (RETIE).
- Reglamento técnico de instalaciones eléctricas, RETIE y NTC 2050, Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público RETILAP
- Las normas vigentes de la empresa de energía encargada del suministro y control de la energía en la localidad.

- Reglamento técnico del sector de agua potable y saneamiento básico vigente, RAS – 2000, Resolución 1096 del 17 de noviembre de 2000, emanada del Ministerio de Desarrollo Económico de la República de Colombia.
- Norma Técnica Colombiana NTC 1500 Código Colombiano de Fontanería
- Reglamentación de manejo ambiental y recursos hídricos vigentes.
- Legislación de tránsito vehicular y peatonal vigentes
- Norma Técnica Colombiana NTC 4595 Planeamiento y Diseño de Instalaciones y Ambientes Escolares para Colegios (NTC 4595 de 1999, NTC 4596 de 1999, NTC 4683-4641-4732-4733/99).
- Norma Técnica Colombiana NTC 4596 Señalización para Instalaciones y Ambientes Escolares
- RESOLUCION 14881 DE 1.983: Reglamentación para accesibilidad a discapacitados
- NTC 4201 "Accesibilidad de las personas al medio físico. Edificios. Equipamientos. Bordillos, pasamanos y agarraderas".
- NTC 4145 “Accesibilidad de las personas al medio físico. Edificios y espacios urbanos y rurales. Escaleras”.
- Ley 361 07/02/1997 congreso de Colombia integración social de las personas con limitación. Accesibilidad al medio físico y transporte. NTC. 4144, NTC. 4201, NTC. 4142, NTC. 4139, NTC. 4140, NTC. 4141, NTC. 4143, NTC. 4145, NTC. 4349, NTC. 4904, NTC. 4960.
- Ley 1618/13 – Disposiciones para Garantizar el Pleno Ejercicio de los Derechos de las Personas con Discapacidad.
- Legislación de Seguridad Industrial Salud Ocupacional. Análisis y aplicación de las normas de Construcción y Adecuación en Salud Ocupacional, según Resolución 2400 de 1979.
- Normas INVIAS para rellenos granulares y especificaciones de pavimentos.
- Tránsito (disposiciones vigentes para el impacto de tráfico, vehículos y maquinaria de obra).
- Normas de Salubridad (ley 09 de 1979, NTC 920-1 de 1997, NTC 1500 de 1979, NTC 1674 de 1981, NTC 1700 de 1982).
- Normas Ambientales Ley 373 de 1997 Uso eficiente y racional del agua, Decreto 1753 de 1994, GTC 24 de 1989
- DECRETO 3075 DE 1997. Disposiciones generales manejo de alimentos – Ministerio de Protección
- RESOLUCION 3388 DE 2.008. Reglamento técnico sobre los requisitos sanitarios de los juguetes, sus componentes y accesorios.
- Demás normas aplicables para los diferentes aspectos del Proyecto de acuerdo a las particularidades del diseño

y construcción del mismo, determinadas por factores del entorno (localización del Proyecto) y su regulación específica.

Las demás normas técnicas que correspondan para la debida ejecución y cumplimiento del objeto del contrato.

Restricciones y compilación de normas obtenidas de Findeter (Findeter, s.f.).

- Aprender el uso apropiado del laboratorio de 3D de la universidad EAN para culminar con nuestro objetivo de poder imprimir una maqueta de una unidad del proyecto de Concreto en Colombia.
 - Reglamento Estudiantil.
 - Reglamento Interno del Laboratorio de 3D.

Normativo

- Documentarse de todas las normas vigentes de la construcción tradicional y cómo han evolucionado para todos los procesos detrás de la impresión 3D.
- Normas internas institucionales para el uso del laboratorio de 3D de la Universidad EAN.

Económico

Se estimaría todo por todos los costos que implica el desarrollo de este proyecto. Desde los electrodomésticos necesarios hasta posibles insumos en el desarrollo de la maqueta y todo a través del tiempo que demanda la entrega de este proyecto de grado.

El grado de inversión de una impresora 3D a escala de una unidad residencial oscila entre los 400.000,00 USD y 1.000.000,00 USD.

Social

- El cambio de era de la construcción es drástico con el planteamiento de nuestro proyecto. Muchos proveedores, empleos y materiales serán expuestos como obsoletos y no necesario y es obligación social para abordar la plena sostenibilidad de nuestro proyecto presentar sugerencias de tiempos y conversiones de empleo con el nombramiento explícito de nuevos empleos.

Ambiental

Las restricciones en el campo ambiental disminuyen. La Impresión 3D sólo trae reducciones prácticamente de un 100% de residuos y daño ambiental en obra. Si queremos comprender consecuencias ambientales y restricciones debemos contemplar residuos en la elaboración de las impresoras. En conjunto de todos los factores y cadenas de causalidades la Impresión 3D para Construcción de Vivienda tiene menos restricciones ambientales que la tradicional.

Cartográfico

Entraríamos a contemplar restricciones relacionadas con estudios de terrenos y geología para la construcción.

Recursos

Necesito hablar primero con el laboratorio de 3D de la Universidad EAN si tal vez ellos me ayudan con el plástico o me toca adquirirlo por mis medios y seguramente pequeñas piezas para detallar la maqueta de manera correcta y lo más parecido a la unidad que inspira este objetivo. Había una limitante de cada sesión impresoras no más de 64 gramos, cada rollo de resina cuesta entre 100.000,00 COP a 120.000,00 COP.

Para todo lo demás relacionado con el Proyecto de Grado, un computador Dell Inspiron 13 700 2-in-1, iPad Pro, iPad Air, un celular HUAWEI, Conexión de 230 MB por cable y wifi, Cámara Red Dragon FHD 1080P, Mouse Red Dragon, Silla de Escritorio Red Dragon, Navegador Web con acceso al Aula Virtual, Escritorio de Madera, transporte y alimentación para los días agendados en el laboratorio 3D, Software CAD Shapr3D.

Calidad

Se planteará las exigencias de calidad estándar para viviendas de interés social en Colombia y la calidad real que ofrece la Impresión 3D en las 3 escalas que se abordará y presentará el proyecto.

Normas ISO más comunes para certificar la calidad de un proyecto de construcción (isotools, s.f.).

- Certificación de sistemas de gestión de calidad ISO 9001
- Certificación de sistemas de gestión ambiental ISO 14001
- Certificación sistemas de gestión ambiental del proceso de diseño y desarrollo “ecodiseño” ISO 14006
- Certificación sistema de gestión de minería sostenible ISO 22480 e ISO 22470
- Certificación sistema de gestión de la I+D+I ISO 166002
- Certificación de la accesibilidad universal ISO 170001-1

Riesgos

1. No conseguir las reservas en el laboratorio 3D.
2. Cometer errores en la impresión 3D y tener que reimprimir o desechar la maqueta.
3. Fallo de servicios eléctricos en mi Apartaestudio o en la UEAN.
4. Fallo del Software CAD Shapr3D o Solidworks.
5. No adaptarse a softwares de desarrollo y diseño de procesos.
6. Ocupación máxima del laboratorio de impresión 3D.
7. Fallos de calibración y piezas defectuosas en cada sesión.

Metodología para la Selección y Desarrollo de la Solución

Usaremos 3 metodologías para los 3 grandes objetivos específicos que son los indicadores pilares del gran objetivo general de este Proyecto de Grado.

1. Investigación documental y Marco Teórico.
2. Para el desarrollo del prototipo del Proceso Productivo de Impresión 3D de Vivienda se usará la metodología Building Information Modeling y Lean Construction.
3. Para la maqueta se usará la metodología Design Thinking con la técnica Deposición Fundida de Plástico (FDM) en el laboratorio de Impresión 3D de la Universidad EAN.

Marco Teórico

FUENTE	TIPO	RESUMEN
https://www.findeter.gov.co/system/files/convocatorias/PAF-JU-I-088-2017/PAF-JU-I-088-2017%40Recomendaciones_Minimas_De_Construccion_Ju_V3.pdf	Documento Gubernamental PDF	Es un PDF de 106 páginas con las recomendaciones que debe seguir cualquier Construcción en Colombia según su naturaleza
https://360enconcreto.com/blog/detalle/normas-construccion-edificaciones-en-colombia/	Artículo de revista comercial especializada en Construcción	Es un artículo cortesía de Joaquín Álvarez Enciso, Master of Engineering de la Universidad de los Andes.
Decreto 1077 de 2015 Sector Vivienda, Ciudad y Territorio DESCARGA: https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=77216	Decreto del Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio	Es un PDF descargable que compila más de 100 decretos que a la fecha ya cuenta con más de 20 modificaciones.
Normas Técnica Colombianas de Icontec	Normas Técnicas internacionales	Son varias normas de Icontec que dan las directrices de calidad, seguridad y eficiencia de construcciones.
https://www.nasa.gov/directorates/spacetech/centennial_challenges/3DPHab/index.html	Noticia de Página Oficial de la NASA en idioma Inglés	Artículo que Informa del proyecto ganador de impresión 3D para terraformar marte
https://www.freethink.com/cities/3d-printed-affordable-housing#:~:text=In%202021%2C%2014Trees%20announced%20a,housing%20complex%20in%20the%20world.	Artículo sobre la construcción de Freethink.com	Menciona el proyecto más grande a la fecha de vivienda asequible en el Planeta que toma lugar en Kenia,
https://www.semana.com/economia/emprendimiento/articulo/empresas-en-colombia-le-apuestan-a-la-construccion-de-casas-con-impresoras-3d/202257/	Artículo de la revista semana sobre el proyecto de Concreto en Colombia con viviendas de interés social mediante impresión 3D.	Proyectos de vivienda de interés social que se terminan en días con impresión de hormigón.

Marco Teórico continuación

FUENTE	TIPO	RESUMEN
https://www.youtube.com/watch?v=XHSYEH133HA&ab_channel=TheB1M	Video Documental	Documenta en menos de 10 minutos el poder de la impresión 3D aplicada en la construcción de obras a gran escala.
https://www.youtube.com/watch?v=rzUFjoR_jE4&ab_channel=Conconcreto	Video Oficial Proyecto Conconcreto	Es un short que muestra un video real de la obra del proyecto.
https://www.youtube.com/watch?v=Jdoqh6eGj_E&ab_channel=BamburiCement	Video Oficial Proyecto 14Trees	Muestra el reto y la problemática que la tecnología de impresión 3D da respuesta.
https://www.youtube.com/watch?v=GI-dLmQBqaM&ab_channel=JarettGross	Video Entrevista Documental	A través de 11 preguntas a un experto expone mentiras, malas interpretaciones, mitos y realidades de la construcción de vivienda con impresión 3D.

Resultados de la Investigación

Se investigó de videos oficiales de cada uno de los proyectos y se determinó que existe un marketing considerable que enfoca mucho en resaltar que sólo tarda un par de días imprimir una unidad y no todo el proyecto, sólo se cuenta con una impresora, salvo se tenga el mismo número de impresoras que el de unidades del proyecto no existe forma de imprimir un barrio en sólo dos días.

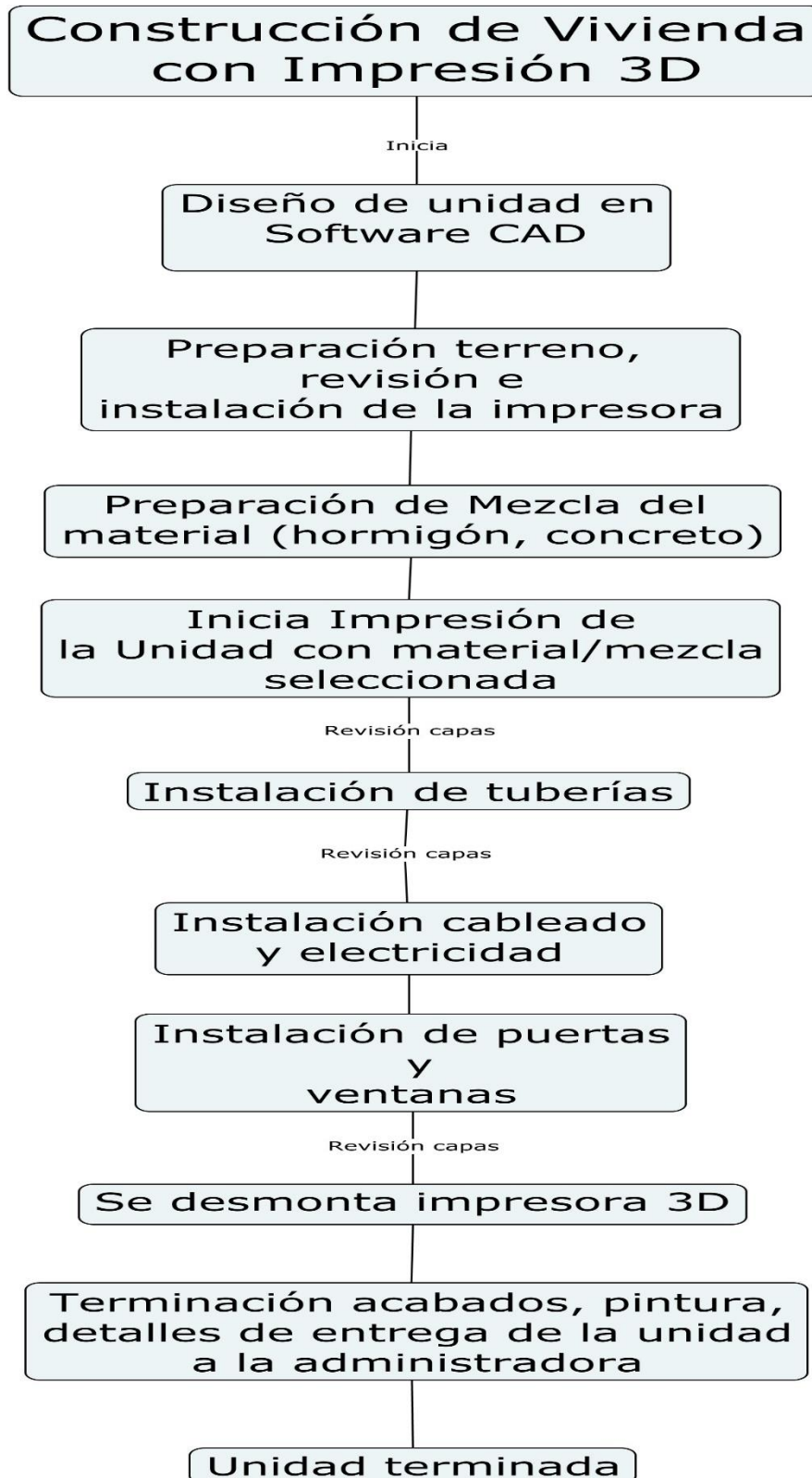
La intención de enfocarse en las bases de datos Scopus Elsevier y Web of Science se convirtió en su mayoría en videos institucionales y documentales de canales serios de YouTube y los canales internos de los proyectos, no fue posible realmente encontrar artículos enfocados en los dos proyectos en los que se centra el proyecto de investigación dando respuesta a la problemática “¿Es posible construir un proyecto de vivienda de interés social de 8 meses en 2 días gracias a la Impresión 3D y la Nanotecnología?”.

También es importante definir el tiempo en el que se está dando respuesta a la problemática de proyectos de vivienda con impresión 3D, y aún estamos en una época temprana del desarrollo de la tecnología aplicada a construcción de vivienda, los expertos coinciden aún estamos en una fase de ensayo error y se está combinando la tecnología tradicional de construcción con la impresión 3D.

Se resalta la importancia de aquellos empleos que no serán reemplazados por la implementación de esta nueva tecnología, expertos en materiales y mezclas, sin una mezcla sólida que aporte más beneficios que los materiales convencionales no hay forma que la respuesta a la problemática planteada sea positiva y funcional pues hacer en un tiempo expreso una unidad con sólo impresión 3D no tiene sentido si no es más resistente que los materiales ya existentes.

Al mismo tiempo que se reemplazan empleos, también empiezan a surgir nuevos, todas las capacitaciones de las constructoras para desarrolladores y diseñadores con motores CAD para vivienda, al igual que de obreros y personal en obra para la adecuación correcta de las máquinas en obra, su calibración y su cuidado de elementos y demás factores que pueden influir en el funcionamiento de la impresora.

Prototipo Diseño de Procesos mediante la construcción 3D con Cmaps Tools.



Cuadro Comparativo Construcción Tradicional vs Construcción con Impresión 3D

Proyecto: Cualquier proyecto genérico de construcción de vivienda de interés social.

Construcción Tradicional	Construcción con Impresión 3D
TIEMPO: Días estimados de la construcción 240 días u 8 meses.	TIEMPO: Dos días.
AÑOS EN USO A GRAN ESCALA: Se estima más de 5 mil años.	AÑOS EN USO A GRAN ESCALA: Una década. Hasta hace menos de 5 años en Colombia
MATERIAL: La construcción tradicional tiene al alcance múltiples mezclas, maderas, alambrados, placas, piedras y demás elementos y materiales de la construcción tradicional.	MATERIAL: Sólo uno, hormigón a escala real y resina a escala de la maqueta. Hasta la fecha sólo existe impresora por material o impresora para un puñado de materiales que imprimir.
DISEÑO: El diseño tradicional de la construcción de la mano de un arquitecto y un ingeniero civil. Tarda días mientras los planos y maqueta son desarrollados y aprobados.	DISEÑO: Prácticamente cualquiera con acceso a un Software CAD, es cuestión de un par de horas diseñar una unidad sencilla residencial. Se usó Sharp3D para este proyecto con la maqueta.
PROFESIONES NECESARIAS: Desde los planos, maqueta y construcción estimo que según la sinergia que implica la industria de la construcción hablamos de unas 10 profesiones a 40 oficios.	PROFESIONES NECESARIAS: La impresión 3D para maquetas si eres hábil con un software CAD no se necesita de ninguna profesión. A escala real se siguen necesitando un estimado de 10 profesiones, pero los oficios pueden fácilmente disminuir en un 75%.
RESIDUOS: Según las normas internacionales y certificaciones que siga la construcción los residuos serán mayores o menores, desde los estrechamente relacionados a la obra como los vinculados a la mano de obra directa.	RESIDUOS: Se convierten en 0 prácticamente, salvo los vinculados a la mano de obra directa que ya se estima se necesitará de sólo un 25% de empleados que en una obra tradicional.

Evidencias de la Maqueta y Sesiones en el Laboratorio de Impresión 3D de la Universidad EAN.

Sesión de Inducción

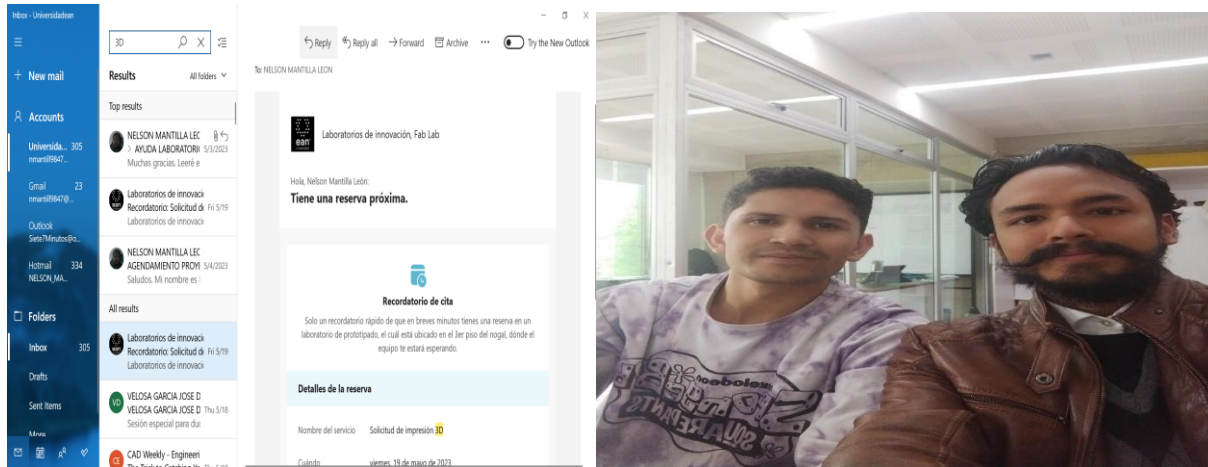


Ilustración 3

Ilustración 4

En la ilustración 3 e ilustración 4 vemos los correos de confirmación del laboratorio para la primera sesión, también en un selfie aparezco a mano izquierda junto el monitor de laboratorio Jhonatan quien estuvo cada sesión para revisar mis diseños exportados del CAD para dejar los comandos y revisar las impresiones de las piezas.

Prueba de la impresora 3D

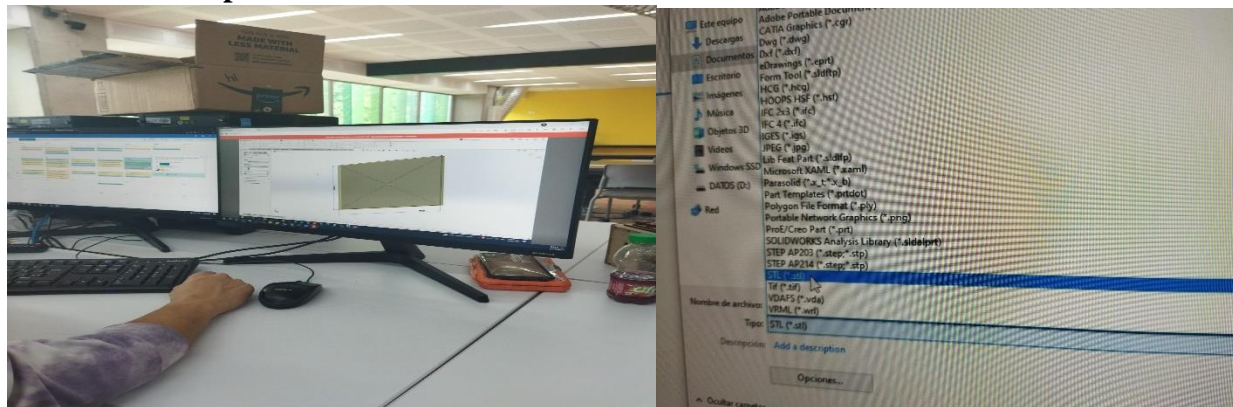


Ilustración 5

Ilustración 6

En la ilustración 5 e ilustración 6 seguimos con el desarrollo de la primera sesión de reserva del laboratorio donde Jhonatan me enseñó propiedades de las máquinas y me indicó el formato necesario (.STL) en el que se debe exportar el diseño sin importar la herramienta CAD que se utilice.



Ilustración 7

Ilustración 8

En las ilustraciones 7 y 8 se me enseña que la máquina viene con un kit para mantenerla calibrada y acepta rollos de resina como material a usar para hacer la impresión. A escala de construcción de vivienda podemos hacer una idea que en lugar de un rollo de plástico que cabe en una mano hay una máquina mezcladora con hormigón o concreto.

Resultado ejemplo



Ilustración 9

Ilustración 10

En la ilustración 9 y 10 vemos una impresión que no tomó más de 12 minutos de una especie de fachada de una casa, se hizo con la intención de familiarizarse con la tecnología y hacerse una idea de como funciona.

Primer día de Impresión



Ilustración 11

Ilustración 12

Jhonatan como monitor instala el rollo de resina, por suerte como se estructuraron todas las sesiones en el laboratorio es posible imprimir de a dos piezas por sesión sin pasarse de los 64 gramos y sin necesidad de comprar un rollo de resina sólo para la maqueta.



Ilustración 13

Ilustración 14

En la ilustración 13 y 14 Jhonatan preparó la impresora para iniciar con la impresión de las piezas y la base de la maqueta en donde se hace corte laser para hacer el grabado del nombre del proyecto junto con mi nombre.

Resultados



Ilustración 15

En la ilustración 15 salió el grabado laser de la maqueta y los dos muros laterales a lo ancho de la maqueta de la unidad residencial.

Segundo día de Impresión

Este día sólo logro enviar las piezas a imprimir de la maqueta, las impresoras del laboratorio estaban ocupadas no se logra producir ninguna pieza.

Tercer día de Impresión



Me indicaron todas las piezas estarán impresas para el miércoles 24 de mayo, espero para entonces poder pasar a recogerlas y terminar la maqueta. Todas las piezas ya estaban diseñadas en Sharp3D y exportadas en archivo .STL en el correo del monitor de laboratorio, Jhonatan para el viernes 19 de mayo. Había alta demanda de todas las impresoras con gran variedad de proyectos, es necesario ser pacientes y cumplir con todos los entregables en su totalidad para el 27 de mayo.

Las piezas finalmente salieron para la fecha indicada por el monitor Jhonatan y estaban listas para recoger el 24 de mayo en la mañana.

Resultado final impresión piezas

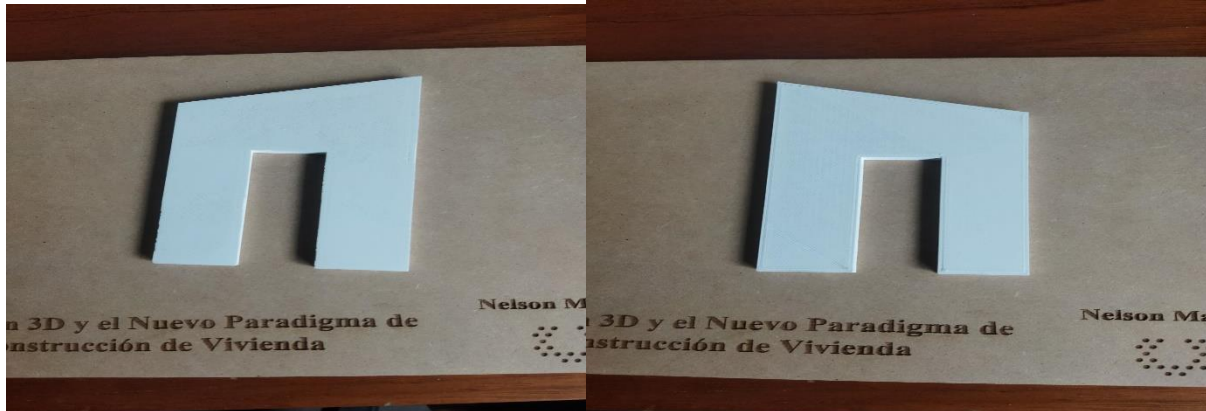


Ilustración 16

Ilustración 17

El 24 de mayo en la mañana se recogieron las piezas faltantes y vemos en la ilustración 16 y 17 las dos caras del muro medianero divisor de la unidad en dos espacios en buen estado.

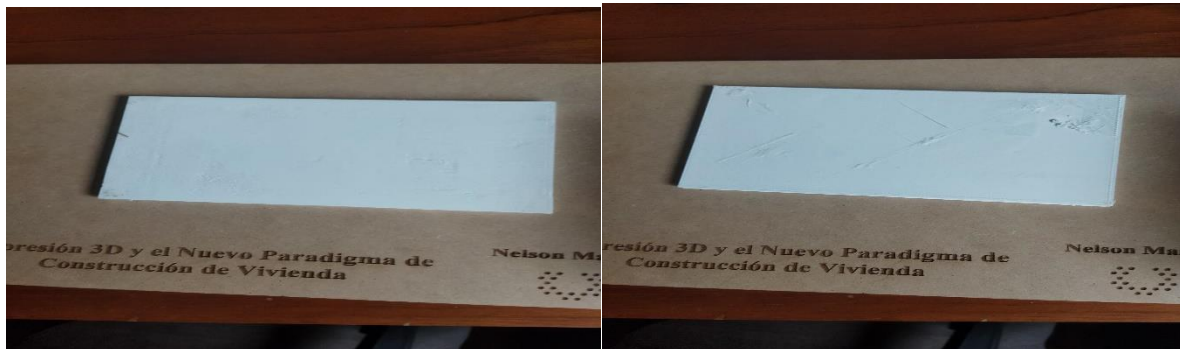


Ilustración 18

Ilustración 19

En las imágenes 18 y 19 están las dos caras de la pieza referente al techo, vemos que hubo ciertos errores en la calidad de una cara en la impresión. Sin embargo la pieza es totalmente funcional para continuar con la elaboración de la maqueta.

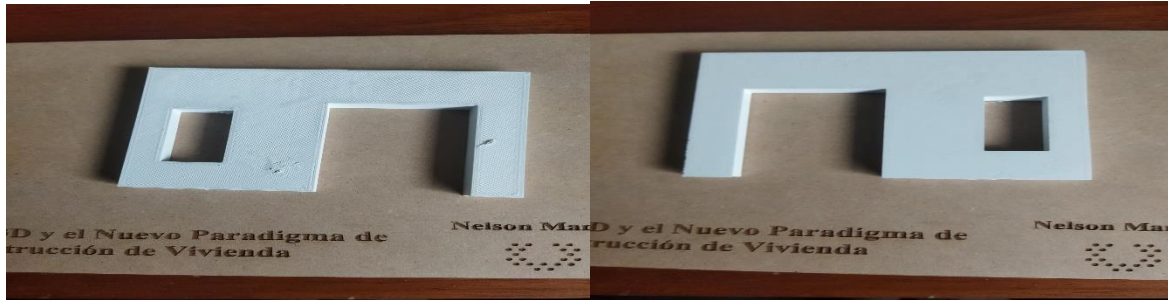


Ilustración 20

Ilustración 21

En las ilustraciones 20 y 21 está la pieza del muro fachada y vemos que en una de las caras hubo algo de errores de calibración de la impresora pero a pesar de esto la pieza es funcional para la maqueta.

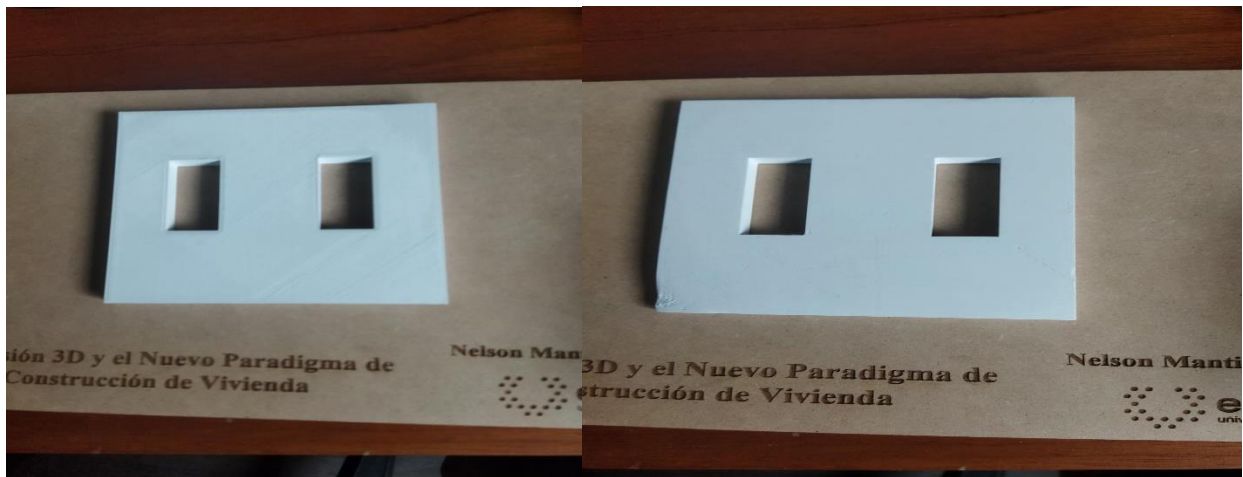


Ilustración 22

Ilustración 23

En las ilustraciones 22 y 23 está la pieza muro trasero de la casa con dos ventanas, fue la pieza con menos fallos superficiales en la calidad de la pieza junto con los muros de los extremos en la ilustración 15 del primer día de impresión y sus resultados.



Ilustración 24

Ilustración 25

Ilustración 26

En las ilustraciones 24, 25 y 26 finalmente vemos las evidencias del proceso de unión de las piezas por individual para completar la maqueta junto con detalles como zonas verdes y caminos.

Análisis de Costos

Costos Maqueta

ARTÍCULO	PRECIO
Base maqueta	20.000,00 COP
Plastilina verde claro	10.000,00 COP
Plastilina verde oscuro	10.000,00 COP
Rollo de resina	100.000,00 COP
Pegante instantáneo	7.000,00 COP
Refrigerios sesión	15.000,00 COP

En términos generales si se lleva con tiempo suficiente cada reserva y cada sesión de impresión en el laboratorio de 3D mientras en cada reserva no se pase de un límite de 64 gramos la Universidad EAN se hará cargo de los costos de la impresión.

Me surge la duda, también como hice arriba con el entregable de cuadro comparativo, expongo los costos del proyecto de Concreto¿? Y otro proyecto de viviendas de interés social¿?.

Conclusiones

- Fue curioso notar que según los tiempos suministrados por Concreto y los tiempos dados por el laboratorio 3D de la Universidad EAN, los tiempos de impresión de una maqueta en resina, diseñada como si fuera una especie de prefabricado son iguales a las unidades a escala real de la constructora.
- Puede que las piezas en conjunto tarden alrededor de 10 horas, pero la impresión está condicionada a múltiples proyectos internos de la universidad como también de otros estudiantes. Ayuda mucho tener acceso a tu propio CAD para agilizar la parte de diseño y prototipado antes de generar el turno en la impresora con el monitor.
- La tecnología de impresión 3D tiene décadas desde que fue descubierta y desarrollada, pero hasta hace menos de una década se ha convertido en una tecnología de uso masivo a escala de electrodomésticos como también en industrias como la construcción.
- Los costos de un proyecto tradicional de construcción en comparación con uno de impresión 3D son mucho más elevados en factores como la mano de obra, capital y recursos. Los tiempos varían de una manera abismal.
- Así como existen retrasos en las obras de construcción tradicional estimo existirán retrasos en los de construcción 3D. Al ser cuestión de días realidades ineficientes como la corrupción afectarán cada vez en menor grado a la población en general.
- Si se incorpora a gran escala la nanotecnología con impresión 3D cada vez se imprimirán objetos de mayor detalle y se explorará el máximo potencial de los materiales a la escala átomo a átomo.

Bibliografía

Findeter. (s.f.). *Findeter.gov.co*. Obtenido de <https://www.findeter.gov.co/>

Houser, K. (1 de marzo de 2023). *www.freethink.com*. Obtenido de [www.freethink.com](https://www.freethink.com/cities/3d-printed-affordable-housing#:~:text=In%202021%2C%2014Trees%20announced%20a,housing%20complex%20in%20the%20world): <https://www.freethink.com/cities/3d-printed-affordable-housing#:~:text=In%202021%2C%2014Trees%20announced%20a,housing%20complex%20in%20the%20world>.

Impresoras3D. (1 de enero de 2018). *https://www.impresoras3d.com*. Obtenido de <https://www.impresoras3d.com>: <https://www.impresoras3d.com/breve-historia-de-la-impresion-3d/>

isotools. (s.f.). *https://www.isotools.us*. Obtenido de <https://www.isotools.us>: <https://www.isotools.us/2018/12/27/cuales-son-las-normas-iso-mas-utilizadas-en-construccion/>

Mingorance, C. C. (2 de julio de 2021). *https://upcommons.upc.edu/*. Obtenido de <https://upcommons.upc.edu/>: https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/350689/Castro%2CCristian_Impresi%C3%B3n%203D%20como%20metodo%20constructivo%20alternativo.%20la%20casa%20Henfel.pdf?sequence=1&isAllowed=y#:~:text=La%20impresi%C3%B3n%20de%20viendas%203D,edificio%20comerci

NASA. (21 de enero de 2020). *www.nasa.gov*. Obtenido de www.nasa.gov: https://www.nasa.gov/directorates/spacetech/centennial_challenges/3DPHab/index.html

Revista Semana. (14 de mayo de 2022). *www.semana.com*. Obtenido de www.semana.com: <https://www.semana.com/economia/emprendimiento/articulo/empresas-en-colombia-le-apuestan-a-la-construccion-de-casas-con-impresoras-3d/202257/>