

IMPRESORAS 3D EN LA CONSTRUCCIÓN



Proyecto para optar al título de Constructor Civil

Autor: Matias chacon López

Profesor Guía: Alejandro Ossandón

Septiembre 2020

Puntos a exponer

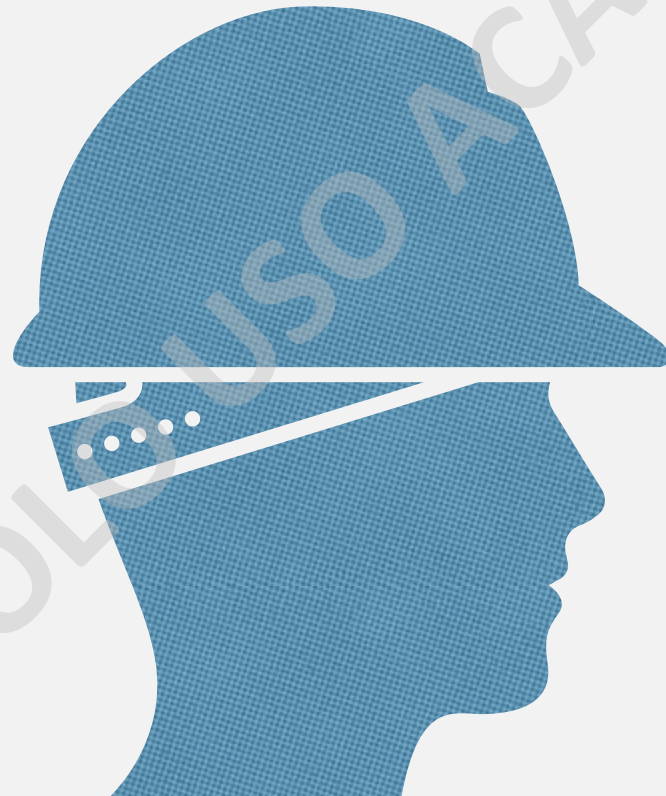
- Objetivos de Investigación
- Metodología
- Impresión 3D
- Construcción Aditiva
- Tipos de Construcción Aditiva
- Aplicaciones y Estimación de costos
- Metales
- Características por tecnología

Impacto Ambiental y Social

- Velocidad de construcción
- Construcciones en ambientes hostiles
- Optimización de materiales
- Generación de menos desperdicios
- Seguridad laboral
- Ahorro energético

Justificación

- La automatización de la construcción es un hecho y las nuevas tecnologías se introducen de manera mas rápida al mercado como constructor civil es importante estar al tanto de los nuevos sistemas constructivos



Objetivos de Investigación

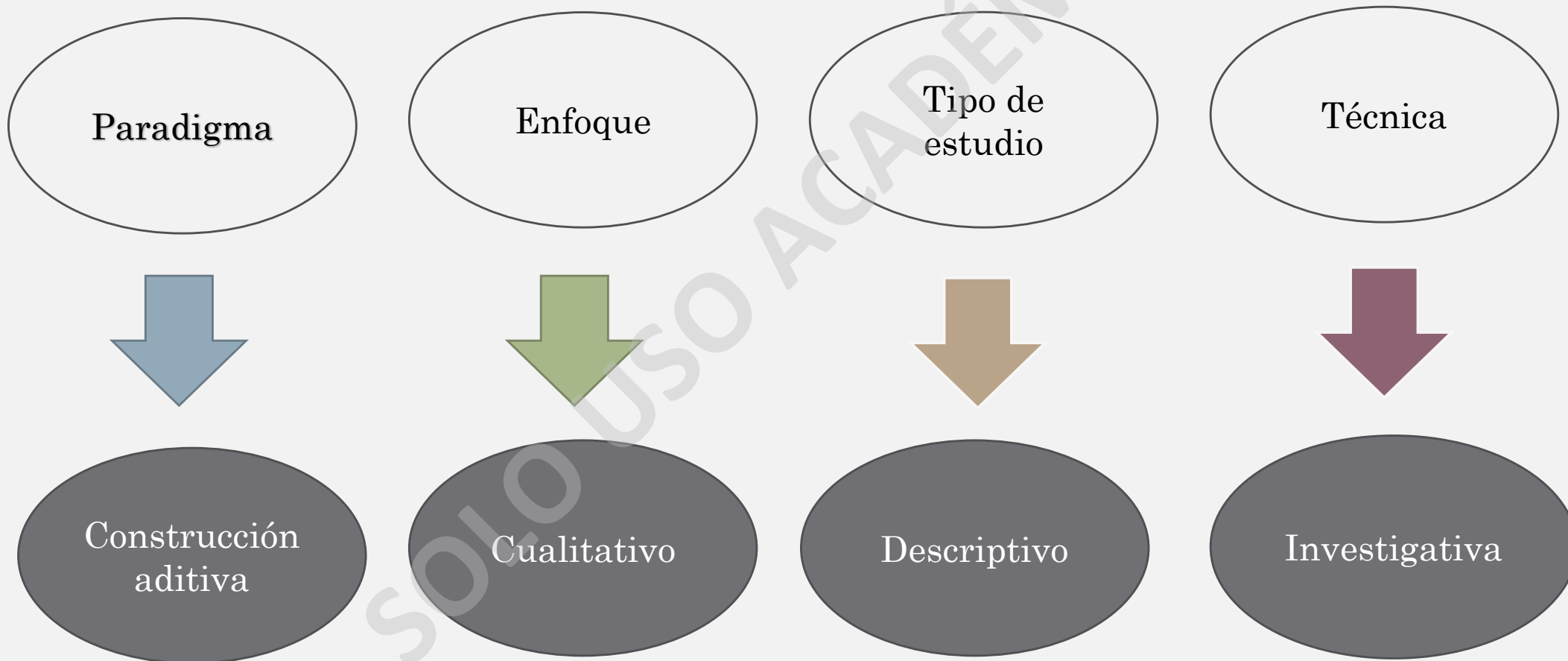
Objetivo general: Dar a conocer las impresoras 3D en la construcción; sus propiedades, beneficios, ventajas y desventajas.

1. Comprender la impresión 3D y explorar los tipos de impresoras 3D y sus tecnologías, características, materiales y aplicaciones

Conocer los sistemas de construcción aditiva existentes

1. Beneficios que aporta la impresión 3D para la construcción.

Metodología



Impresión 3D

- Que es ?



Antecedentes



Tecnologías

SLS

FDM

BJ

SLA

Ventajas

- Libertad de Diseño
- Optimización del material
- Rapidez
- Personalización
- Sostenible y ecológico
- Sin herramientas
- Distintos Sectores

Desventajas

- Disminución de mano de Obra
- Limitaciones de Materiales
- Derecho de Autor
- Costo

Aplicaciones

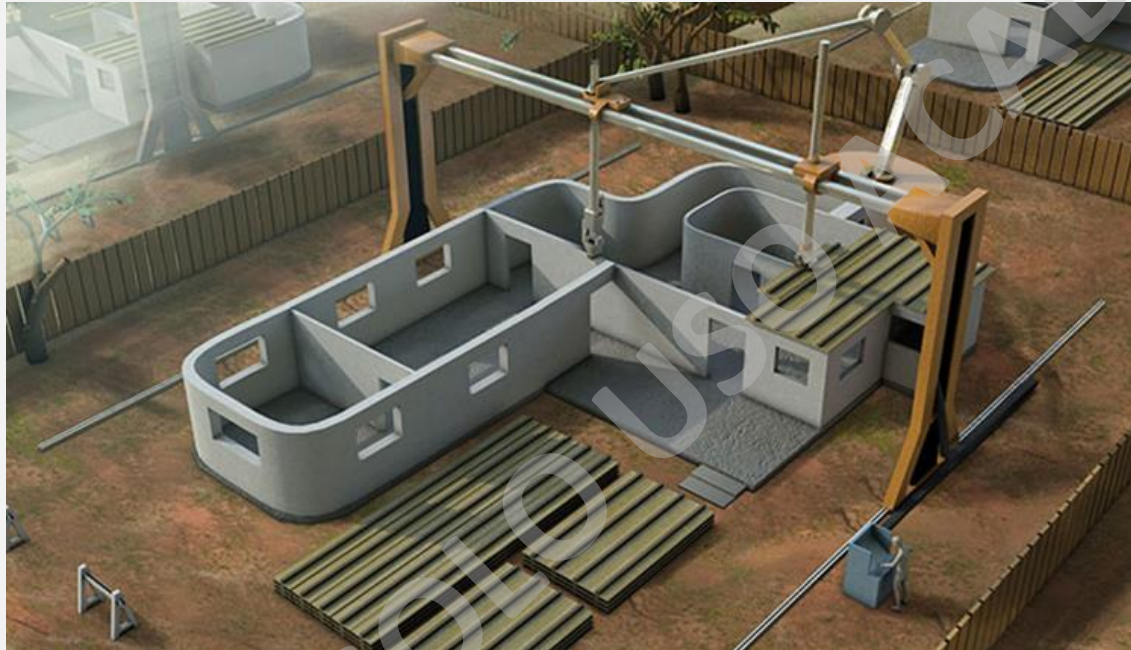


SOLO USO ACADÉMICO

Construcción Aditiva

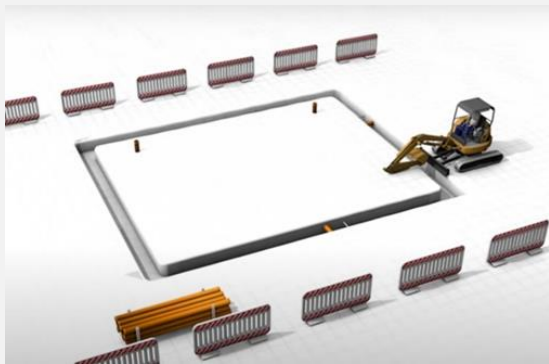


Contour Crafting

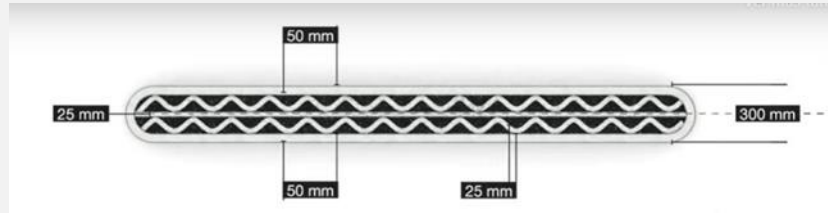


- Su tecnología se basa en la construcción por capas como el proceso de fabricación FDM.
- Posee la capacidad de construir una vivienda de 185m² en 24 horas.

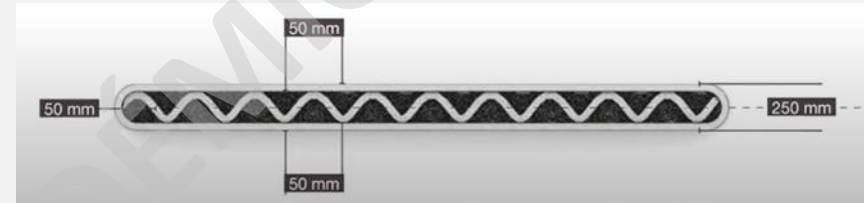
Funcionamiento



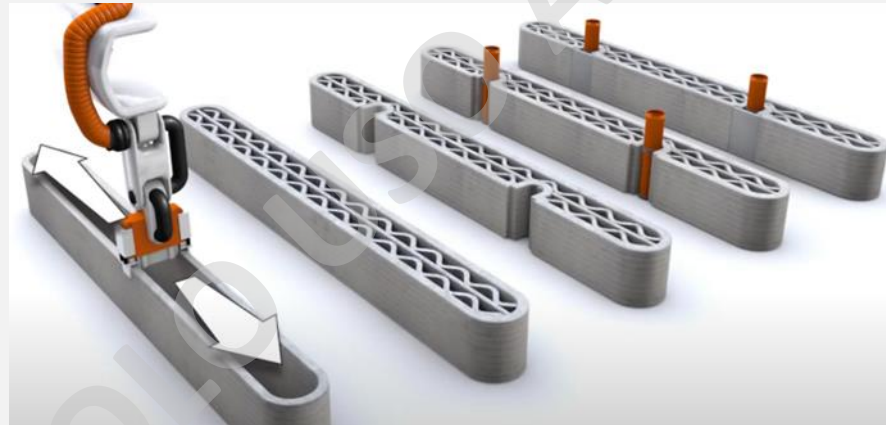
Detalle muro de carga



Detalle muro tabiquería



Detalle proceso instalación sanitaria



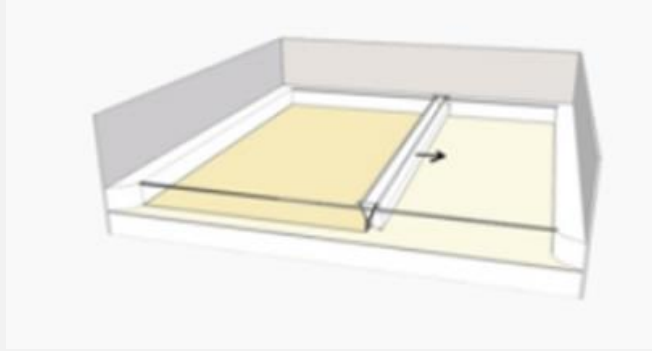
D-Shape



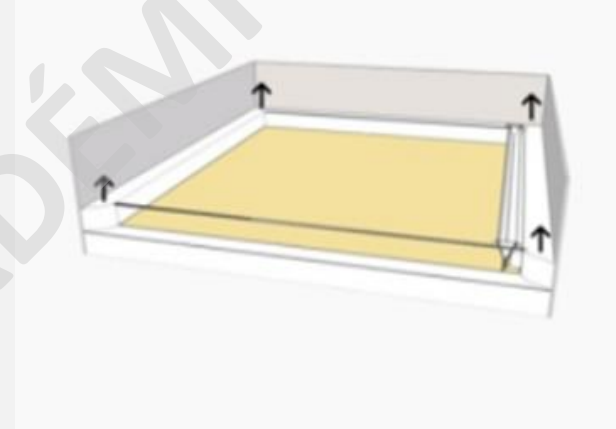
- Es una impresora 3D de gran escala que para su proceso de impresión por capas, que utiliza un chorro aglomerante para unir arena con agua de mar inorgánica y un aglutinante a base de magnesio para crear objeto con una forma asimilada a la piedra.

Funcionamiento

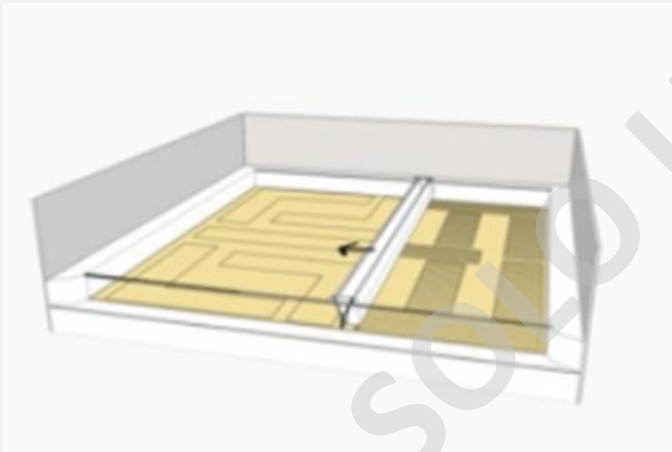
1



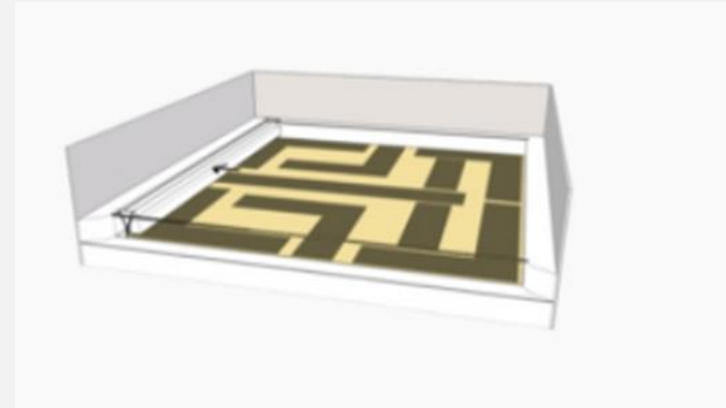
2



3



4

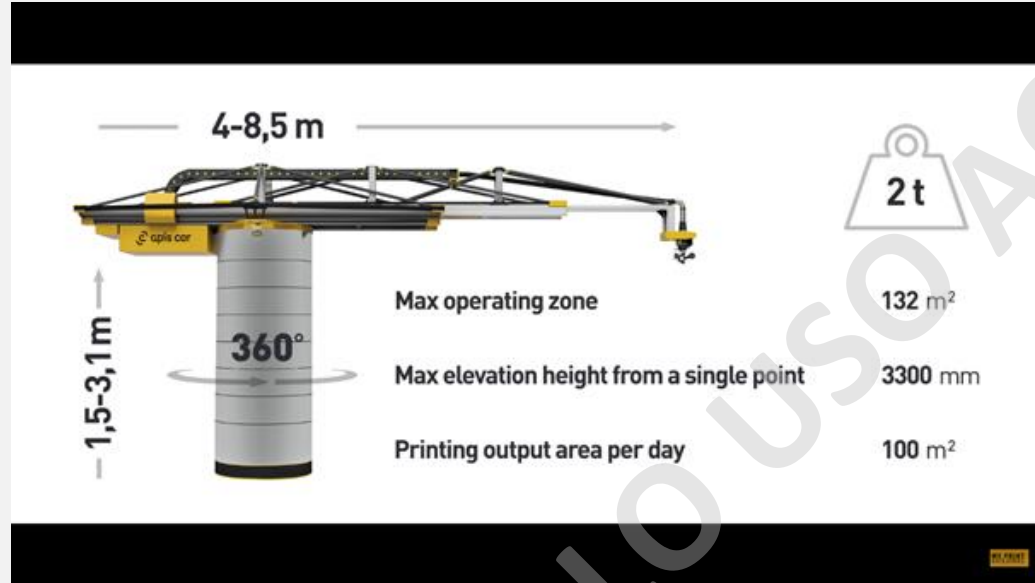


Apis Cor



- La impresora utiliza una mezcla de hormigón con aditivos incorporados lo que aumenta la viscosidad de la mezcla y acelerando la fuerza de fijación de la mezcla, también utiliza una mezcla de yesos con geopolímeros

Funcionamiento

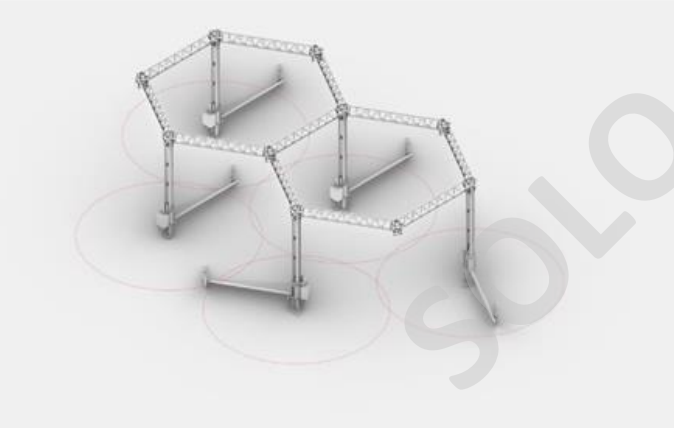
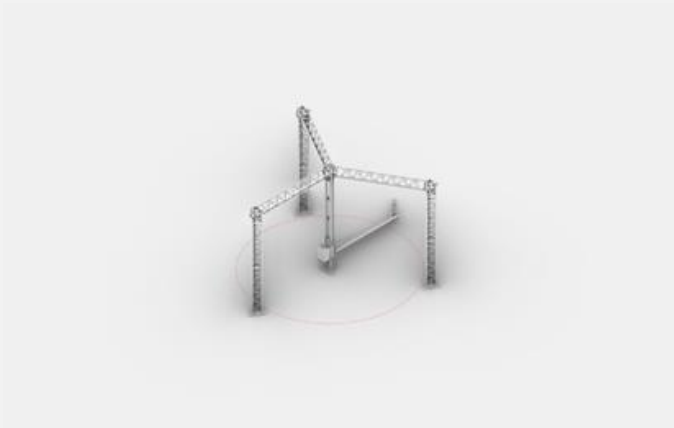


Wasp

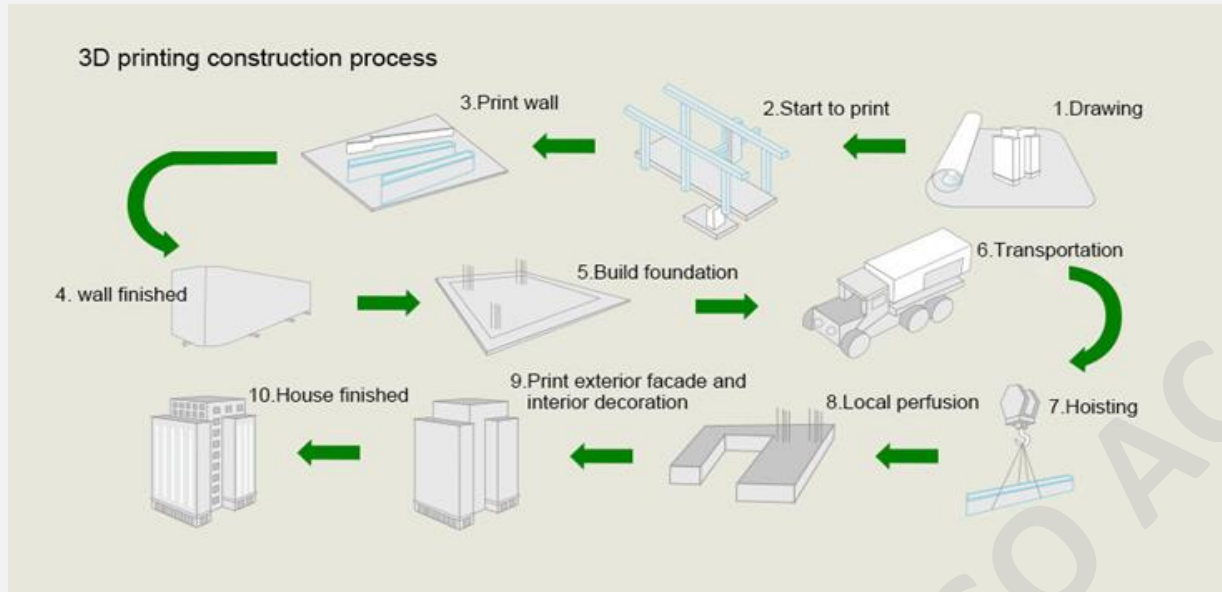


- Es una empresa dedicada a la fabricación de impresoras 3D, donde se encuentran las de gran escala, el 2015 creó la “BIG DELTA” que es una impresora gigante de 12 metros de altura para construir casas por un sistema delta y el 2018 se lanza “CRANE WASP”

Funcionamiento



Winsun



Ha desarrollado 151 patentes para la construcción en las que destacan:

- La placa de yeso reforzada con fibra de vidrio especial (GRG)
- Cemento reforzado con fibra de vidrio especial (SRC)
- Material compuesto de fibra de vidrio especial (FRP)
- “Crazy Magic Stone” un material a base de cemento y fibra de vidrio que asimila la piedra.
- Arquitectura de impresión 3D



Baumax



- El sistema de BauMax permite fabricar hasta 1.000m² de hormigón armado por día gracias a un robot que dimensiona las partes, esto es gracias a la utilización de BIM (modelado de información de construcción) que utiliza un software CAD-CAM para el proceso de fabricación.



Cybe Constructions



- Es una compañía que tiene distintas aplicaciones en torno a la impresión 3D ha construido pozos de registro, arrecifes artificiales, bancas para parques, estructuras de arte y diseño hasta llegar a la construcción de viviendas. Cybe RC 3Dp es una impresora de hormigón 3D móvil que tiene la capacidad de ser utilizada en múltiples lugares

Aporte de la impresión 3D en la construcción



- Las distintas impresoras 3D para la construcción aditiva aportan una variada gama de tecnologías y procesos que pueden ser un gran aporte para la construcción en distintas aplicaciones, así como también nuevos materiales y procesos más amigables con el medio ambiente, la disminución de materiales es el factor inicial ya que por ende implica una menor cantidad de materiales, un mayor ahorro energético y una menor contaminación
- Un nuevo sistema de pared impreso en 3D con escalera integrada

Aplicaciones

- Viviendas

Apis Cor.



- Superficie impresa: 38 m²
- Material: hormigón con aditivos, aislación: poliuretano expandido y aislante seco.
- Proceso de construcción: extrusión
- Proceso de fabricación: en el lugar de construcción
- Costo construcción: \$10.000 dólares que equivalen a cerca de \$7.800.000 de pesos chilenos
- Valor m²: \$205.000 pesos chilenos aproximado.
- Tiempo de construcción: 24 horas

Winsun



- Superficie impresa :200m²
- Material: una combinación de hormigón con fibra de vidrio y materiales de demolición
- Proceso de construcción: extrusión
- Proceso de fabricación: impresión por partes para posterior ensamble en obra
- Costo construcción: \$3500 euros que equivalen a cerca de \$3.200.000 de pesos chilenos
- Valor m²: \$16.000 pesos chilenos.

- Puente

Puente mas largo del mundo



- Superficie impresa: 26,3 metros de largo y 3,6 metros de ancho
- Material: hormigón
- Proceso de construcción: extrusión
- Proceso de fabricación: fabricación en bloques un total de 132, los cuales varios cuentan con sensores de monitoreo
- Costo de construcción: Desconocido
- Tiempo de construcción: 450 horas de impresión que equivalen a 19 días

- Grandes edificaciones

Apis Cor.



- Superficie impresa: 640m²
- Material: Mezcla de hormigón de Apis Cor
- Proceso de construcción: extrusión
- Proceso de fabricación: fabricación en sitio
- Costo de construcción: desconocido
- Valor m²: desconocido

Oficinas del futuro (Winsun)



- Superficie impresa: 250m²
- Material: Mezcla de hormigón y materiales reciclados
- Proceso de construcción: extrusión
- Proceso de fabricación: fabricación en sitio
- Costo de construcción: \$140.000 dólares que serían unos \$107.590.000 pesos chilenos
- Valor m²: \$430.00 pesos chilenos
- Tiempo de construcción: 17 días

- Vivienda de emergencia

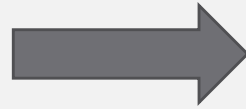
Winsun



- Superficie impresa: 10m²
- Material: hormigón, arena y escombros de la construcción
- Proceso de construcción: extrusión
- Proceso de fabricación: fabricación por partes
- Tiempo de fabricación: 2 horas por casa
- Costo de construcción: \$4.000 dólares que serían unos \$3.157.000 de pesos chilenos
- Valor m²: \$ 315.700 pesos chilenos

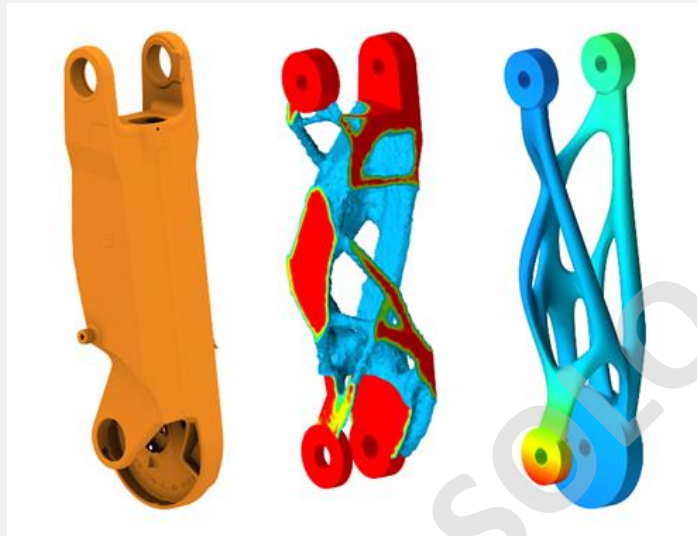
Metales

MX3D



- Compañía holandesa que nace el año 2014
- Software Wire Arc Additive Manufacturing (WAAM)

Brazo robótico



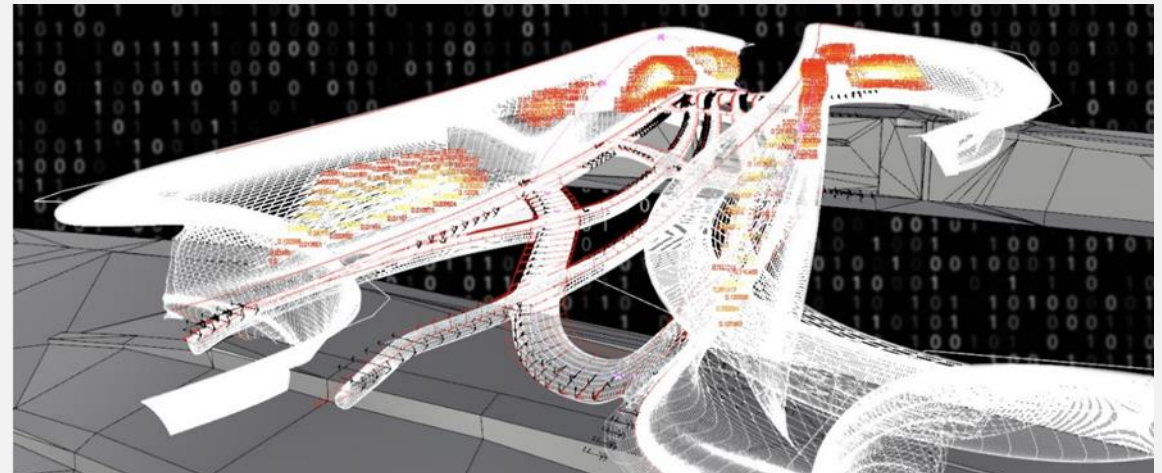
Aplicaciones

Puente MX3D

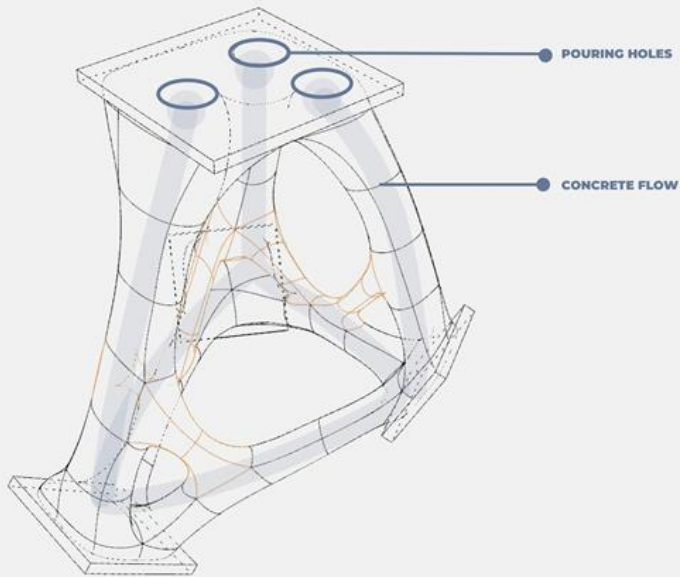


- Primer puente de acero (2015)
- 12 metros de largo
- Fabricación por partes para posterior ensamble

- Instituto Alan Turing Diseña e instala sensores
- Datos estructurales



Conector Takenaka



- MX3D en colaboración con la firma japonesa Takenaka
- Con objetivo de automatizar la producción y diseño de conectores complejos para grandes estructuras

- la pieza de acero inoxidable con un núcleo hueco que será llenado con mortero
- el peso del conector es de 40 kg y se llenará con 2,5 kilogramos de mortero



Características por tecnologías

Características	Contour Crafting	D-Shape	Apis Cor	Wasp
Proceso	Extrusión	Inyección de aglutinante	Extrusión	Extrusión
Materiales	Hormigon CC Cemento portland Arena Plastificantes	Piedras Vidrio Arcilla Escombros Cemento	Hormigón Geopolimeros Yeso	Hormigón, Paja Tierra arcilla
Diámetro boquilla	12mm	4-6mm	60mm	18-30mm
Posibilidad de Refuerzo	si	no	si	si
Espesor de Capa	12mm	5-10mm	60mm	9mm
Tamaño de Impresión	32m x 10m x 6,6m	6,4mx 6,2m	ilimitado	12mts x 6mts

Características por tecnología

Características	Winsun	Baumax	Cybe Construction	MX3D
Proceso	Extrusión	Impresión 3D	Extrusión	Soldadura de capas
Materiales	Hormigón Vidrio Escombros	Hormigón	Hormigón Cybe	Casi cualquier metal
Diámetro boquilla	6-30mm	-	10-50mm	4mm
Posibilidad de Refuerzo	si	si	si	no
Espesor de Capa	6-30mm	-	10-50mm	4mm
Tamaño de Impresión	32mx10mx6m	-	Ilimitado	Ilimitado

Construcción directamente en obra

ANÁLISIS INTERNO		ANÁLISIS EXTERNO	
Fortalezas	Debilidades	Oportunidades	Amenazas
<ul style="list-style-type: none"> • Una alta reducción en los costos de construcción • Disminuyen los tiempos de construcción lo que es una clara ventaja a la construcción tradicional. • Necesidad de baja mano de obra, ya que esta es reducida casi al mínimo por los operarios y encargados de terminaciones • Seguridad laboral, menor cantidad de trabajadores menos accidentes • Construcción de estructuras complejas, esto gracias al libre diseño que entrega la construcción aditiva • Menor cantidad de desperdicios, la construcción aditiva genera una optimización de casi el 100% de los materiales • Nuevos materiales, las nuevas tecnologías incorporan nuevos materiales 	<ul style="list-style-type: none"> • Limitación del tamaño de construcción, la construcción depende del alcance de la impresora • Costo de la maquinaria, las impresoras 3d son caras y en gran escala su precio aumenta • Una menor calidad de terminaciones, debido a la tecnología y a la velocidad de esta los acabados son más ásperos y no tan definidos como en la construcción tradicional • Transporte, las impresoras son de gran tamaño y necesitan camiones y grúas para transportarlas 	<ul style="list-style-type: none"> • Desarrollo y alza del sector de la construcción • No necesita un conocimiento alto de la técnica • Inversión, la inversión es mucho menos que la construcción tradicional • Personalización, la arquitectura puede ser personalizada y única. 	<ul style="list-style-type: none"> • Pocos productores • Algunos sectores más tradicionales no aceptan la automatización • Posibilidad de robo de datos

Construcción por piezas

ANÁLISIS INTERNO		ANÁLISIS EXTERNO	
Fortalezas	Debilidades	Oportunidades	Amenazas
<ul style="list-style-type: none"> • Construcción en serie, la capacidad de construir piezas como una fábrica • Velocidad de construcción, menor duración de la obra • Aumento de la productividad, la prefabricación hace más rápida la construcción • Disminuyen los errores constructivos • Ahorro energético, la obra disminuye constante su consumo de energía • Nuevos materiales 	<ul style="list-style-type: none"> • Mano de obra disminuye, la automatización requiere menor cantidad de mano de obra • Tamaño de la máquina, el tamaño de la prefabricación depende de la impresora • Costo de la máquina, la inversión de una impresora 3d de gran escala sigue siendo un costo muy alto 	<ul style="list-style-type: none"> • Arquitectura, el diseño arquitectónico puede ser personalizado y único. • La automatización del proceso constructivo genera muchos beneficios 	<ul style="list-style-type: none"> • No todos miran con buenos ojos la automatización de la construcción • Nueva mano de obra que deberá especializarse en el uso de las nuevas piezas

Aspectos donde podría ser explotada

- Construcción en ambientes hostiles: Empresas como Apis Cor ya ha construido en ambientes de extremo frío y calor, así como también construcción en la luna o marte donde empresas como Contour Crafting y Apis Cor tienen proyectos en el espacio.
- Viviendas de emergencia: Gracias a la velocidad de construcción es posible resolver este problema, Winsun nos demostró esta posibilidad construyendo casas para la pandemia del COVID-19.
- Optimización de estructuras: los materiales son un gran costo de la construcción gracias a esta tecnología los materiales son optimizados en casi un 100%.

Conclusiones

Disminución en los tiempos de obra ,mano de obra,
costos

Aprovechamiento al máximo del
material, disminución de desperdicios

Reemplazo o
alternativa de los
métodos
convencionales de
construcción

Capacidad de
construir en obra o
piezas para
posterior
ensamble

Amigable con el
medio ambiente,
bajas emisiones de
CO₂

La aplicación de
estas tecnologías
conlleva a la
disminución de la
mano de obra

GRACIAS POR SU ATENCION!!

SOLO USO ACADÉMICO