

PROPUESTA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN LABORATORIO DE
FABRICACIÓN DIGITAL FABLAB EN LA ESCUELA DE INGENIERÍA
MECÁNICA

MICHAEL LEONEL GÓMEZ TORRES 2141760
CRISTIAN DANIEL BAREÑO QUITIAN 2142972

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FISICOMECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA
BUCARAMANGA
AÑO 2022

PROPUESTA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN LABORATORIO DE
FABRICACIÓN DIGITAL FABLAB EN LA ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA

MICHAEL LEONEL GÓMEZ TORRES 2141760
CRISTIAN DANIEL BAREÑO QUITIAN 2142972

Trabajo de grado para optar título de Ingeniero mecánico

Director:

Ricardo Alfonso Jaimes Rolon
Magíster en Ingeniería Mecánica

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FISICOMECAÑICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA
BUCARAMANGA
AÑO 2022

DEDICATORIA

Dedicado a mi madre Ana Milena y mi hermana Marly Vanessa, después de todo es un sueño en conjunto.

Michael Leonel Gómez Torres

Mi madre Myriam Quitian y mi padre Jorge Heli Bareño, su ejemplo de vida, me hizo dar cuenta que fue posible.

Cristian Daniel Bareño Quitian

AGRADECIMIENTOS

A mi madre Ana Milena por inculcarme desde pequeño que la vida es mas bonita cuando se estudia y hacer posible mi sueño de ser profesional.

A mi hermana mayor Vanessa quien con su ejemplo me llena de orgullo y me da constantes dosis de motivacion.

A mi padre Hector Guillermo quien con sus palabras me enaltece constantemente y me llena de confianza al admirar la persona que soy.

A mis hermanas menores Viviana y Valentina quienes sin saberlo me entusiasman a construir en mi una persona correcta.

A todos los profesores que me cruce durante el pregrado, la mayoría puedo decir influyeron de manera muy positiva en mi ser.

A todos mis compañeros de estudio en la universidad, sin su inclusion en sus largas jornadas de estudio nunca lo hubiera logrado.

A mi gran amigo de toda la vida Juan sebastian por ser un apoyo incondicional sin importar el contexto.

Finalmente a mi compañero de proyecto, Ing. Cristian Bareño por su gran esfuerzo en este trabajo de investigacion y paciencia para conmigo.

Michael Leonel Gómez Torres

AGRADECIMIENTOS

En estos tiempos difíciles me gustaría expresar mis profundos agradecimientos a mi director de tesis Ricardo Jaimes, su paciencia y tiempo ayudaron a culminar esta etapa de formación.

Mi madre solo ella sabe que aposte todo para dejar lo mejor de mi en la cancha, mi padre más allá de ser mi primer maestro depósito en mí su confianza y sabiduría.

Mis hermanos Adrián y Andrés agradezco el tiempo mientras vivimos juntos, solo no hubiera podido lograrlo.

A mis compañeros de universidad, al final de todo fueron las personas con las que compartí a lo largo la carrera, siempre les recordare.

Y mi compañero de tesis Michael Gómez, su valor y coraje a lo largo de la carrera lo han hecho un gran referente.

Cristian Daniel Bareño Quitian

TABLA DE CONTENIDO

	pág.
INTRODUCCIÓN	14
1.OBJETIVOS	15
1.1 OBJETIVO GENERAL	15
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	15
2.MARCO TEÓRICO	16
2.1 MARCO REFERENCIAL	16
2.1.1 ¿Qué es un FabLab?	16
2.1.2 ¿que califica a un FabLab?	17
2.1.3 La red FabLab y recursos en línea	18
2.1.4 Estrategias clave para configurar un Fablab	20
2.1.5 Hardware	21
2.1.6 Software	21
2.2 ESTADO DEL ARTE	22
2.2.1 FabLab Cali	22
2.2.2 FabLab SENA Neiva	23
2.2.3 FabLab Choco	24
3.DESARROLLO DE LA PROPUESTA EN LA ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA - UIS	27
3.1 Distribución en planta	28
3.1.1 Ubicación	28
3.1.2 Infraestructura Fisica	29
3.1.3 Infraestructura de red	35
3.2 Máquinas de fabricación digital disponibles	36

3.2.1 Impresora 3D	36
3.2.2 Escáner 3D	39
3.2.3 Cortadora laser	41
3.3 Maquinaria, software, personal y plataforma web	44
3.3.1 Maquinaria	44
3.3.2 Software	51
3.3.3 Personal	52
3.3.4 Pagina Web	54
3.4 Actividades propuestas	58
3.4.1 Contenido de una actividad de laboratorio	58
3.4.2 Capacitación y uso de maquinas	59
 4. COSTOS	 68
4.1 Costos Personal	68
4.2 Costos maquinaria básica	69
4.3 Costos materia prima	70
 5. CONCLUSIONES	 73
 6. RECOMENDACIONES	 74
 BIBLIOGRAFÍA	 75
LISTA DE ANEXOS	77

LISTA DE TABLAS

pág.

Tabla 1 Software informático usado en un laboratorio de fabricación digital	22
Tabla 2 Tecnologías fablab Universidad Autónoma de Occidente.....	23
Tabla 3 Ficha técnica impresora 3D	38
Tabla 4 Ficha técnica para escáner 3D	41
Tabla 5 Ficha técnica para cortadora laser	43
Tabla 6 Especificaciones impresora 3D creality.....	45
Tabla 7 Impresora 3D de Resina	46
Tabla 8 Router CNC	48
Tabla 9 Especificaciones impresora 3 en 1	49
Tabla 10 Especificaciones cortadora laser	51
Tabla 11 Costos Personal.....	68
Tabla 12 Costos maquinaria básica.....	69
Tabla 13 Costos materia prima	70

LISTA DE FIGURAS

	pág.
Figura 1 Logo Fablab de libre uso	17
Figura 2 Estrategias para configurar un FabLab.....	20
Figura 3 FABLAB Sena Neiva.....	24
Figura 4 Delta Wasp 2040	25
Figura 5 Prusa i3 MK2 with Multi-Material Upgrade.....	26
Figura 6 Homemade CNC router	26
Figura 7 Fotografía satelital de la Universidad.....	29
Figura 8 Escuela de ingeniería mecánica, edificio nuevo	30
Figura 9 Zonas de trabajo	32
Figura 10 Flujo de información del proceso de diseño básico en el Fablab.....	33
Figura 11 División por zonas del recurso inmobiliario.....	34
Figura 12 Distribución final maquinas cómputo y mobiliario adicional	35
Figura 13 Red área local FabLab.....	36
Figura 14 Plano impresora 3D	37
Figura 15 Modelo 3D del escáner.....	40
Figura 16 Cortadora laser rayjet r500 de la EIM	42
Figura 17 Impresora 3D Creality Ender-3 Pro.....	45
Figura 18 Impresora 3D de Resina HALOT-SKY.....	46
Figura 19 Genmitsu 3018-PROVer Semi Assembled CNC Router Kit.....	47
Figura 20 Snapmaker Original 3 en 1	48
Figura 21 Máquina de corte con grabador láser de co2 de 80w con área de trabajo de 20"x 28" (con enfoque automático)	50
Figura 22 Página de inicio página web	55
Figura 23 Información maquinas laboratorio.....	56
Figura 24 Sección de reservas del laboratorio.....	57
Figura 25 Contenido actividad de laboratorio FabLab	58

Figura 26 Metodología del diseño.....67

LISTA DE ANEXOS

pág.

Anexo A Plano laboratorios de diseño y sala CAD	77
Anexo B Laboratorio secundario del laboratorio de diseño.....	78
Anexo C Modelo practica de laboratorio de fabricación digital	79
Anexo D Introducción del laboratorio	82
Anexo E Optimización en producción de modelos en 2D y 3D.....	96
Anexo F Video plataforma web y sistema de reservas en WordPress.....	100

RESUMEN

TÍTULO: PROPUESTA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN LABORATORIO DE FABRICACIÓN DIGITAL FABLAB EN LA ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA*

AUTOR: MICHAEL LEONEL GÓMEZ TORRES, CRISTIAN DANIEL BAREÑO QUITIAN**

PALABRAS CLAVE: FABLAB, FABRICACIÓN, LABORATORIO, DISEÑO, MODELO DIGITAL, IOT

DESCRIPCIÓN:

El presente trabajo de grado tiene como finalidad presentar el estudio para la implementación de un laboratorio de fabricación digital dentro de la escuela de ingeniería mecánica, basándose en las nuevas tecnologías que incorporan la cuarta revolución digital, para ello es necesario comprender los elementos mínimos que deben considerarse en la creación de este tipo de espacios.

El desarrollo del proyecto parte de la caracterización del espacio de trabajo el cual estará conformado por un local, el mobiliario, máquinas y demás equipos y herramientas necesarios para realizar este tipo de prácticas, luego se documentará la maquinaria con la que actualmente cuenta el laboratorio, en base a ello se sugerirán la compra de maquinaria nueva, la adquisición del software el personal y página web.

Finalmente se desarrollará procedimientos generalizados del correcto uso de las máquinas, dado que un buen procedimiento de trabajo es indispensable para la seguridad, conjuntamente se busca que el estudiante obtenga explícitamente información a través de la observación exploración y experimentación por medio del desarrollo de guías didácticas en donde se ejemplifica el proceso a seguir para la construcción de un objeto, con el único propósito de estimular al estudiante hacia el uso de las nuevas tecnologías de la cuarta revolución digital y el internet de las cosas.

*Trabajo de grado

** Facultad de ingenierías fisicomecánicas. Escuela de ingeniería mecánica. Director: Ricardo Alfonso Jaimes Rolon, Magíster en Ingeniería Mecánica.

ABSTRACT

TITLE: PROPOSAL FOR THE IMPLEMENTATION OF A FABLAB DIGITAL MANUFACTURING LABORATORY IN THE SCHOOL OF MECHANICAL ENGINEERING *

AUTHOR: MICHAEL LEONEL GÓMEZ TORRES, CRISTIAN DANIEL BAREÑO QUITIAN **

KEY WORDS: FABLAB, MANUFACTURING, LABORATORY, DESIGN, DIGITAL MODEL, IOT.

DESCRIPTION:

The purpose of this degree work is to present the study for the implementation of a digital manufacturing laboratory within the mechanical engineering school, based on the new technologies that incorporate the fourth digital revolution, for this it is necessary to understand the minimum elements that must be considered in the creation of this type of space.

The development of the project starts from the characterization of the workspace which will be made up of a room, furniture, machines and other equipment and tools necessary to carry out this type of practice, then the machinery that the laboratory currently has will be documented, in Based on this, the purchase of new machinery, the acquisition of the software, the staff and the website will be suggested.

Finally, generalized procedures for the correct use of the machines will be developed, since a good work procedure is essential for safety, jointly it is sought that the student explicitly obtain information through observation, exploration and experimentation through the development of didactic guides in where the process to follow for the construction of an object is exemplified, with the sole purpose of stimulating the student towards the use of the new technologies of the fourth digital revolution and the internet of things.

* Degree work

** Faculty of Physicomechanical Engineering. School of Mechanical Engineering. Director: Ricardo Alfonso Jaimes Rolon, Master in Mechanical Engineer.

INTRODUCCIÓN

¿Pueden los laboratorios de fabricación digital cambiar el mundo?, y es que la tecnología es un ítem determinante en cualquier tipo de competencia, económica si queremos mencionar una, pero no se trata solo de conseguir mejores cifras, y es que llega un momento en el progreso de una civilización donde surge una idea o invento tan importante que logra cambiar y evolucionar muchos campos laborales. En la prehistoria algo como la invención de la rueda seguro que cambio la forma que en que nuestros ancestros enfrentaban el diario vivir, para mencionar algo más cercano al impacto del FabLab en el mundo, hay que tener presente el primer ordenador en el mundo y su creación cuya fecha data de 1938, aunque fue el primer ordenador con funciones de programación, no fue hasta el año 1976 que Apple lanzo su primer ejemplar similar a los que conocemos hoy día, seguro que en su momento se creyó que este nuevo artefacto traería con él muchas novedades, más nunca imaginaron la potencia de una computadora moderna, por la forma en que los ordenadores cambiaron el mundo, se conoce como la segunda revolución digital, siendo la primera la mejora en las telecomunicaciones analógicas, y tal es el impacto que tienen los FabLabs, que se cree trae consigo la tercera revolución digital, de la cual se espera mucho más, puesto que está relacionada directamente con la fabricación, es decir se pasara del mundo de la programación y sus bits, al mundo tangible, así pudiendo fabricar “casi cualquier cosa” según dice Neil Gershenfeld¹, sumado a ello, no solo fabricar cosas sino la forma en que se envían productos puede ser totalmente reemplazada por él envío de información, y generar su fabricación en el FabLab más cercano al hogar. Esta tecnología nació en el MIT durante el año 2001 entendiendo así que esta idea lleva un buen tiempo plantándose en los países más desarrollados, y Colombia a pesar de no ser un país pionero en ingeniería, presenta FabLabs en todo su territorio, resaltando Santander por la ausencia de uno, por lo que este proyecto busca que la universidad no se quede rezagada frente a la competencia académica nacional.

¹ GERSHENFELD, Neil. Designing Reality. Nueva York: Basic Books 2017. First Edition. P. 13.

1.OBJETIVOS

1.1 OBJETIVO GENERAL

- Estudiar y proponer la implementación de un laboratorio de fabricación digital Fab Lab en la escuela de ingeniería mecánica.

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Planear la ubicación y distribución de los componentes del FabLab en el aula 210 del nuevo edificio de ingeniería mecánica de acuerdo con las maquinas existentes, maquinaria necesaria, y distribución en planta.
- Hacer un censo documentado de las máquinas de fabricación digital existentes dentro de la escuela.
- Determinar maquinaria necesaria, software, personal capacitado y plataforma web para la implementación del laboratorio.
- Entregar de una serie de experiencias de laboratorio que involucra a todos los estudiantes de las asignaturas de la línea de diseño, por medio de la realización de actividades de laboratorio.

2.MARCO TEÓRICO

2.1 MARCO REFERENCIAL

2.1.1 ¿Qué es un FabLab?

Un fab lab por sus siglas en inglés (fabrication laboratory) es un lugar donde se reúnen máquinas controladas por computador utilizadas para el corte y demás manufactura requerida para crear prototipos o fabricar casi cualquier cosa en su forma más simple.

El concepto de fablab fue introducido inicialmente por el profesor Neil Gershenfeld² quien como director del CBA (centro de bits y átomos) del Instituto Tecnológico de Massachussets MIT explora los límites entre el mundo digital y el mundo físico, su curiosidad lo llevaron a plantearse la pregunta de cómo encontrar respuestas a problemas locales, por tal motivo el profesor Neil se conoce como el pionero en fabricación personal a pequeña escala y del **internet de las cosas**, este concepto se ha vuelto popular entre los estudiantes del MIT quienes sentían satisfacción al momento de crear cosas por sí mismos siendo su único límite la imaginación.

Los Fablabs van más allá de la fabricación de cualquier objeto, un laboratorio de fabricación digital significa materializar las ideas y pensamientos partiendo de lo digital e intangible hacia el mundo real y físico fomentando la creación e innovación entre estudiantes, profesores e investigadores además de tener acceso a una red de laboratorios de fabricación digital alrededor del mundo y a una comunidad colaborativa donde constantemente se comparte conocimiento e información en pro de mejorar la comunidad fablab.

² GERSHENFELD, Neil. Designing Reality. Nueva York: Basic Books 2017. First Edition. P. 13

Los laboratorios de fabricación digital se componen de máquinas de uso industrial y software de código abierto, dispuestos en instituciones educativas o centros comunitarios. Lo que hace atractivos a los fablabs es la capacidad que tienen los usuarios de ir aprendiendo a medida que van adquiriendo conocimiento brindándoles experiencia suficiente, en las maquinas, los materiales, el proceso de diseño, ingeniería y demás características que implica la invención.

Figura 1 Logo Fablab de libre uso



Fuente: Center for Bits and Atoms. [En línea]. <http://fab.cba.mit.edu/about/logos/>

2.1.2 ¿que califica a un FabLab?

De acuerdo con fabfundation.org son cuatro criterios para tener en cuenta en la creación de un fablab.

El primer criterio describe a los espacios de fabricación digital como un lugar que está abierto al público, es decir brindar las herramientas necesarias para incentivar la invención.

el segundo criterio hace referencia a The fablab Charter (la carta fablab), la cual responde preguntas como: que es, que hay dentro, que ofrece, quien puede usarlo,

cuáles son las responsabilidades, quienes son los propietarios de los inventos y como podría usarse en los negocios.

El tercer aspecto relata los equipos o requisitos mínimos con los que puede operar el laboratorio, básicamente es tener las herramientas necesarias para poder reproducir un objeto en cualquier laboratorio digital del mundo, las herramientas que hacen posible esto son:

- Un cortador laser
- Una impresora 3D
- Una fresadora CNC
- Un enrutador de madera
- Un conjunto de componentes electrónicos y herramientas de programación para microcontroladores de alta velocidad y bajo costo y prototipos de circuitos rápidos en el sitio.

El ultimo criterio hace referencia a la red global a los que deben estar conectados los fablabs, es decir un laboratorio no puede trabajar por sí mismo, este debe ser partícipe de conferencias y colaborar con otros laboratorios.

2.1.3 La red FabLab y recursos en línea

Existen sitios en internet que brindan información relevante a la hora de asesorar personas o alguna organización interesada en implementar un taller de fabricación digital.

El portal web <https://fabfoundation.org/> es una organización sin ánimo de lucro fundada en 2009, sus objetivos principales son ofrecer las herramientas, conocimientos y medios financieros, partiendo desde su etapa más básica hasta la más avanzada, es decir generar oportunidades de negocio. Las organizaciones

comunitarias, las instituciones educativas y las organizaciones sin ánimo de lucro son las más beneficiadas.

Entre los programas y servicios de fabfoundation.org son los siguientes, el primero se basa en la educar a las personas u organizaciones interesadas, consiste en llevar las herramientas y procesos de fabricación, enseñar habilidades y conocimientos, desarrollar planes de estudio para entornos formales e informales y capacitar a estudiantes, maestros y encargados de los laboratorios. El siguiente aspecto es el rol que desempeña como organización, su trabajo recae en la promoción de la fabricación digital, la difusión de prácticas de fabricación digital y demás recursos en línea a través de la red fablab, así como facilitar el acceso a proyectos y la financiación que ayuden personas y comunidades de manera ejemplar. Fab foundation.org está trabajando conjuntamente en otros ámbitos poco explorados como es el desarrollo de nuevas formas de intercambio económico, ofreciendo oportunidades de negocio, facilitando el acceso a mercados globales, así mismo de apoyar financieramente la creación de empresa siendo un soporte en la sostenibilidad a corto y largo plazo.

En el año 2001 en el MIT media Lab del Instituto de Tecnología de Massachusetts, surgió la idea de transformar los datos en cosas y las cosas en datos, a partir de ello se establece el CBA en donde se reúnen las herramientas de todas las disciplinas para hacer y medir cosas como microscopios electrónicos, máquinas de mecanizado, máquinas de impresión 3D entre otros dispositivos, todos estos recursos debían estar disponibles para investigadores, estudiantes vinculados en centros de investigación así como asociados de las facultades de física, Ingeniería mecánica y arquitectura.

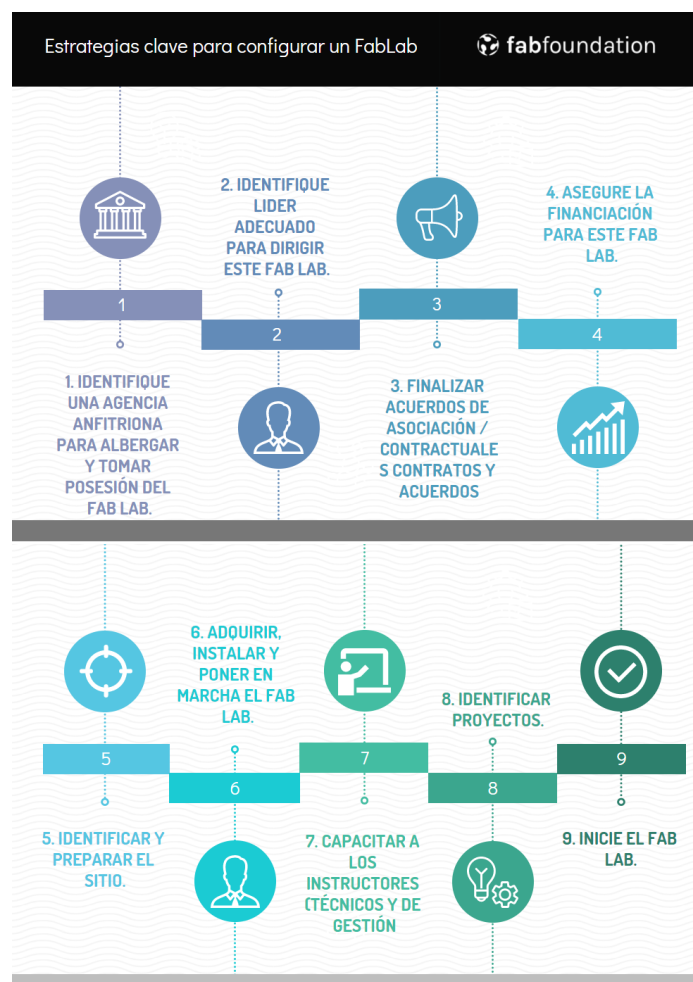
Además en el portal web oficial del centro de bits y átomos CBA del MIT <http://cba.mit.edu/>, este sitio web se encuentran noticias, información sobre la realización de eventos anuales de foros y simposios de fabricación digital,

proyectos, recursos tecnológicos, información de directivos, investigadores y colaboradores que actualmente trabajan en el CBA, además se incluyen artículos, archivos multimedia y por ultimo clases de, *cómo hacer (casi) cualquier cosa*, dirigidas por el profesor Neil Gershenfeld.

2.1.4 Estrategias clave para configurar un Fablab

El camino para la implementación de un laboratorio de fabricación digital, siguiendo una serie de sencillos pasos Figura 2.

Figura 2 Estrategias para configurar un FabLab



Fuente: Fabfundation. [En línea]. Adaptado de <http://fabfoundation.org/>

2.1.5 Hardware

Las maquinas esenciales que hacen posible reproducir un objeto en cualquier laboratorio digital, básicamente incluyen, una cortadora laser para hacer estructuras 3D a partir de modelos 2D, una fresadora CNC para muebles y carcasas, una fresadora pequeña para hacer circuitos, una impresora 3D, un conjunto de componentes electrónicos y por último herramientas y materiales.

Para proyectos que requieran maquinas más sofisticadas o tenga un propósito orientado hacia la investigación, en el sitio web del CBA se describen cada uno de ellos, además en fabfoundation.org se encuentra un documento Excel de las maquinas, los proveedores y el costo.

2.1.6 Software

En el siguiente esquema mostrado en la Tabla 1 se clasifican los softwares informáticos destacados, de acuerdo con el tipo de trabajo que se desea realizar, desde el diseño de ilustraciones hasta el modelado 3D y simulación, se debe tener en cuenta los softwares mostrados a continuación, son diseñados para sistemas operativos de Windows y Ubuntu.

Tabla 1 Software informático usado en un laboratorio de fabricación digital

SOFTWARE USUAL EN UN FABLAB		
DISEÑO 2D, ESCANEO	DISEÑO 3D	AUDIO Y VIDEO
Gimp	Fab Modules	Audacity
Photoshop	Autodesk 123D/a>	KDENLIVE
MyPaint	Sketchup	FFMpeg
VECTORIZADO	Art of illusion	Mencoder
	FreeCAD	VLC
LibreOffice Draw	OpenSCAD	SIMULACIÓN
Inkscape	Rhino 3d	
Illustrator	Grasshopper 3D	
Scribus	Solidworks	
LibreCAD	Autodesk Inventor	
QCAD	Autodesk Autocad	
FreeCAD	Autodesk Maya	
OMAX Layout	Autodesk Alias	
Corel Draw	Autodesk #ds MAX	
	Catia	
	Pro/engineer	
	I-DEAS NX	
	AC3D	

Fuente: Fabfundation.org

2.2 ESTADO DEL ARTE

2.2.1 FabLab Cali

Este laboratorio creado por la UAO (Universidad autónoma de occidente), como ellos mismos definen su plataforma FabLab es un espacio que promueve la cultura de aprendizaje entre pares, dado su intención de integridad, puesto que los usuarios varían desde niños de la escuela primaria, artesanos, técnicos, ingenieros y aficionados. Se encuentra ubicado en las instalaciones de la UAO y su objetivo desde sus comienzos está encaminado hacia el sentido de la universidad definida como una institución de la sociedad y para la sociedad.

Entre las tecnologías principales que posee el laboratorio están Tabla 2:

Tabla 2 Tecnologías fablab Universidad Autónoma de Occidente

MARCA	TIPO	MARCA
MAKERBOT DIGITIZER SCANNER	Scaner 3D	MAKERBOT
SCANER BIOSCULPTURE 3D	Scaner 3D	POLHEMUS
RUTEADORA MINI 3D PLOTTER MDX15	Router CNC	Roland
Maquina CNC – Router	Router CNC	INGEACOL
RUTEADORA CNC 3D PCUT ENGRAVING	Router CNC	PCUT
MAQUINA PARA CIRCUITOS IMPRESOS	Router CNC	BUNGARD ELECTRONIK
3D Printer Makerbot Think-O-M	Impresora 3D	MAKERBOT
IMPRESORA 3D DIMENSION SST 1200	Cortadora laser	DIMENSION
CORTADORA LASER HSLC 1410	Cortadora laser	BOYE LASER
TERMOFORMADORA UAO	Termoformadora	UAO
MAKERBOT REPLICATOR 2X	Impresora 3D	MAKERBOT
IMPRESORA 3D MARKETGEAR	Impresora 3D	MARKETGEAR
IMPRESORA 3D MAKERBOT	Impresora 3D	MAKERBOT
DELTAMAKER	Impresora 3D	Deltamaker
CORTADORA DE ICOPOR INGEACOL	Cortadora poliestireno expandido	INGEACOL
CAMM 1 SERVO GX-24	Cortadora vinilo	ROLAND

Fuente: <https://www.fablabcali.org>

2.2.2 FabLab SENA Neiva

Este laboratorio ubicado dentro de las instalaciones del SENA CIES en el departamento del Huila tiene como prioridad promover la creatividad y el aprendizaje, su principal objetivo es poner a disposición de la comunidad su tecnología fomentando una cultura de diseño e innovación. El laboratorio también ofrece soluciones a problemáticas reales en el campo del diseño industrial Figura 3.

Capacidades del laboratorio

- Impresión 3D
- Fresado CNC
- Producción de circuitos
- Corte y grabado laser
- Fresado de precisión
- Cortadora de vinilo.

Figura 3 FABLAB Sena Neiva



Fuente: <https://www.fablabs.io/labs/fablabseaneiva>

2.2.3 FabLab Choco

Creado en 2018 y promovido en un principio por intereses en diseño y robótica, pero dejando abierta la posibilidad a la generación de procesos de innovación y aplicación de nuevos conocimientos. A pesar de ubicarse en uno de los departamentos de mayor abandono estatal y problemática social, cuenta con suma

riqueza cultural y biodiversidad, es aquí donde se desarrolla este centro de investigación y fabricación digital brindando diferentes oportunidades para jóvenes, niños y el sector productivo donde podrán aprovechar el conocimiento cultural, ancestral y productivo para la resolución de problemas en su comunidad.

A diferencia de los anteriores FabLab mencionados, este tiene un plus digital que lo hace resaltar, y es que aparte de su conocimiento en esta tecnología también se dedican al desarrollo de sitios web y aplicaciones móviles, por lo que no es de sorprendernos el hecho de que tengan una página web muy bien estructurada para su propio laboratorio digital.

Capacidades del laboratorio

- Impresión 3D.

Figura 4 Delta Wasp 2040



Fuente: <https://www.fablabs.io/labs/fablabchoco>

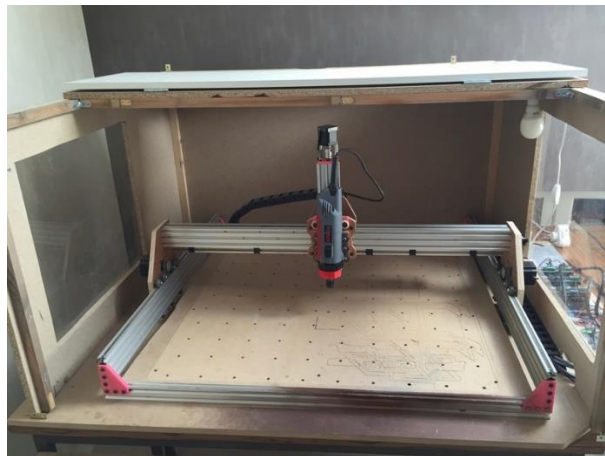
Figura 5 Prusa i3 MK2 with Multi-Material Upgrade



Fuente: <https://www.fablabs.io/labs/fablabchoco>

- Fresadora CNC.

Figura 6 Homemade CNC router



Fuente: <https://www.fablabs.io/labs/fablabchoco>

- Producción de circuitos.
- Corte y grabado laser.

3.DESARROLLO DE LA PROPUESTA EN LA ESCUELA DE INGENIERIA

MECANICA - UIS

Para el desarrollo de este proyecto se tuvieron en cuenta distintos aspectos relacionados con la universidad y la escuela de ingeniería mecánica, desde la importancia de promover este nuevo concepto tecnológico hasta los beneficios académicos que se podrían obtener.

- El primer ítem consistió en determinar la ubicación idónea para la instalación del laboratorio, teniendo en cuenta el propósito de cada salón de laboratorio existente en la escuela, se tiene que a cada línea de materias le corresponde su debido laboratorio y se clasifico el FabLab a que línea pertenece, evidentemente el diseño es su campo, por lo que desde un principio se estableció que sería el aula 210 del edificio nuevo.
- Un FabLab está suficientemente definido mundialmente, como para tener la certeza de que equipos se necesitan como mínimo para componerlo así que se invertirá el tiempo en establecer la ubicación y mejor distribución posible, que dependerá únicamente en la facilidad de operación, cabe resaltar que, de no ser posible un espacio específico, no es necesario centralizar las maquinas en un mismo aula, pero ya que se tiene la oportunidad, es muy recomendable hacerlo ya que estamos hablando de un ambiente universitario cuyas ventajas en su mayoría serán académicas.
- Para la documentación de máquinas existentes se procedió bajo la guía del profesor Ricardo Jaimes a revisar los proyectos de grado existentes que involucraran la construcción de máquinas contribuyentes al FabLab.
- Se investigo sobre los FabLab existentes en el mundo y se llegó a la conclusión de cuales equipos deben estar presentes y cuales son opcionales, aparte de que este es un fenómeno mundial que ya tiene definición única la

cual condiciona su nombre “FabLab” a si este posee las maquinas necesarias.

- Para este ítem se revisó que materias que involucren conceptos de diseño, se les puede adecuar una o varias actividades que necesiten el uso del FabLab, también se tuvo en cuenta el nivel de dificultad de cada actividad propuesta y el nivel de motivación que pueda inyectar en cada estudiante. Como es un ambiente completamente nuevo para la escuela, se concluyó que se deben proponer actividades sencillas cuyo único objetivo sea aterrizar los conceptos aprendidos por los alumnos en sus respectivas materias y acercarlos al mundo de la fabricación digital dado que este será el futuro.

3.1 Distribución en planta

3.1.1 Ubicación

El presente proyecto sugiere la instalación de un FabLab en la Universidad Industrial de Santander cuya planta física cuenta con el espacio suficiente para llevarlo a cabo. El aula encargada de albergar los equipos es el salón 210 del edificio nuevo de la escuela de ingeniería mecánica, debido a que es un espacio designado especialmente para el área de diseño.

Cabe resaltar que la universidad no solo dispone del espacio requerido, sino que este permanece en situación de espera por que se le dé un uso relevante y sea aprovechado de la mejor manera por la comunidad académica.

Siendo la mejor universidad del oriente medio colombiano se hace difícil de creer que no cuente con esta “nueva” tecnología, ya que no solo se trata de ello sino de una herramienta que en unos años será indispensable para una economía medianamente competitiva, no por nada los autores Gershenfeld mencionan en su libro “DESIGNING REALITY” que estos laboratorios traen con ellos la tercera revolución digital³.

³ GERSHENFELD, Neil. Designing Reality. Nueva York: Basic Books 2017. First Edition. P. 9

La universidad Industrial de Santander está ubicada en la Calle. 9 #Cra 27 del barrio la universidad en la capital santandereana Figura 7.

Figura 7 Fotografía satelital de la Universidad



Fuente: Google Earth.

3.1.2 Infraestructura Física

En la actualidad la escuela de ingeniería mecánica cuenta con un espacio apto para acoger a los estudiantes de nuevo ingreso, el 2021-1 admitió un total de 98 estudiantes listos para atender el llamado de la ingeniería mecánica, si se tiene en cuenta que esta cifra concuerda con el promedio de alumnos admitidos los últimos 10 semestres, así que se mantiene la premisa sobre la capacidad positiva del campus, y para mayor confiabilidad en el proyecto cabe resaltar que gran parte del espacio esta recién construido, siendo incluso una de las escuelas más populares y llamativas entre los jóvenes aspirantes.

Puntualizando, el espacio disponible por el edificio nuevo es de 7185.92 m² de área cubierta, y detallando el área de interés, que es el segundo piso, este cuenta con

1946.75 m² dividido entre el pasillo, la zona de estudio, baños y los salones con sus respectivos laboratorios, es aquí donde se sugiere la implementación del laboratorio, exactamente en el salón 210, conocido como el laboratorio de diseño Figura 8.

Figura 8 Escuela de ingeniería mecánica, edificio nuevo



Fuente: Página principal de la UIS. [En Línea]
<https://www.uis.edu.co/webUIS/es/rss/noticia.jsp?id=32&canal=6560.xml&facultad=fmecanicas>

Como se había mencionado en los objetivos del presente trabajo, el espacio donde se desarrollara el proyecto es el salón 210 del nuevo edificio de ingeniería mecánica o laboratorio de diseño de máquinas, esta determinación se basa a que el laboratorio va a estar enfocado en el área de diseño de elementos de máquinas y demás asignaturas a fines, así mismo otra de las razones que motivan a tomar esta decisión son las actuales maquinas con las que cuenta el laboratorio, las cuales están estrechamente relacionadas con el concepto de las comunidades de laboratorios de fabricación digital y como ultimo criterio y no menos importante es el acceso de los laboratorios de diseño hacia la sala CAD (Anexo A), puesto que este

proyecto va de la mano con el uso de las herramientas informáticas y de las nuevas tecnologías de la información y la comunicación.

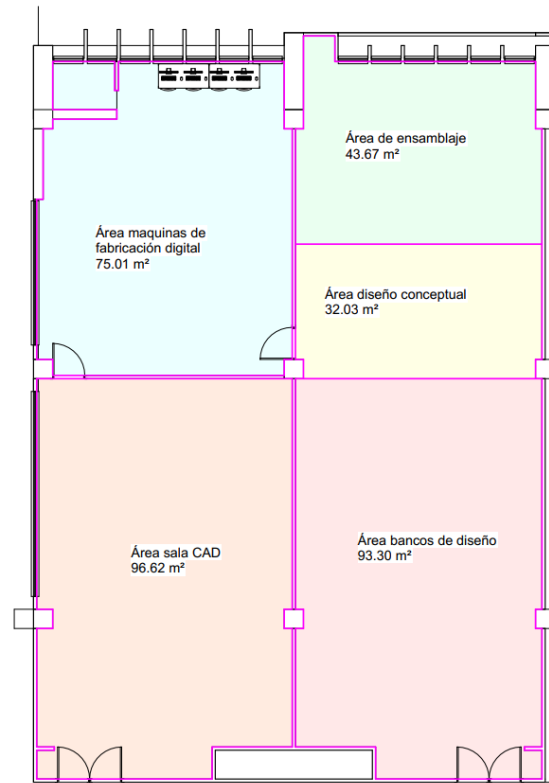
Actualmente el laboratorio de diseño se divide en dos salones, entrando por el acceso 210 del pasillo del nuevo edificio, se encuentra el laboratorio principal donde están ubicados los bancos de trabajo relacionadas con el diseño elementos de máquinas y demás mobiliario, estando en el laboratorio principal a mano izquierda se tiene un segundo acceso a un laboratorio más pequeño el cual es lugar donde se planea implementar este laboratorio (Anexo B).

para definir el uso de cada uno de los espacios, se debe tener en cuenta el proceso de diseño básico que se requiere al momento de construir un objeto o producir una pieza, por tal motivo deben establecerse las zonas de trabajo y cómo van relacionadas cada una de estas etapas, como se muestra en la Figura 9 incluyendo el aula 209 del nuevo edificio

Figura 9 Zonas de trabajo

Leyenda Esquema 1

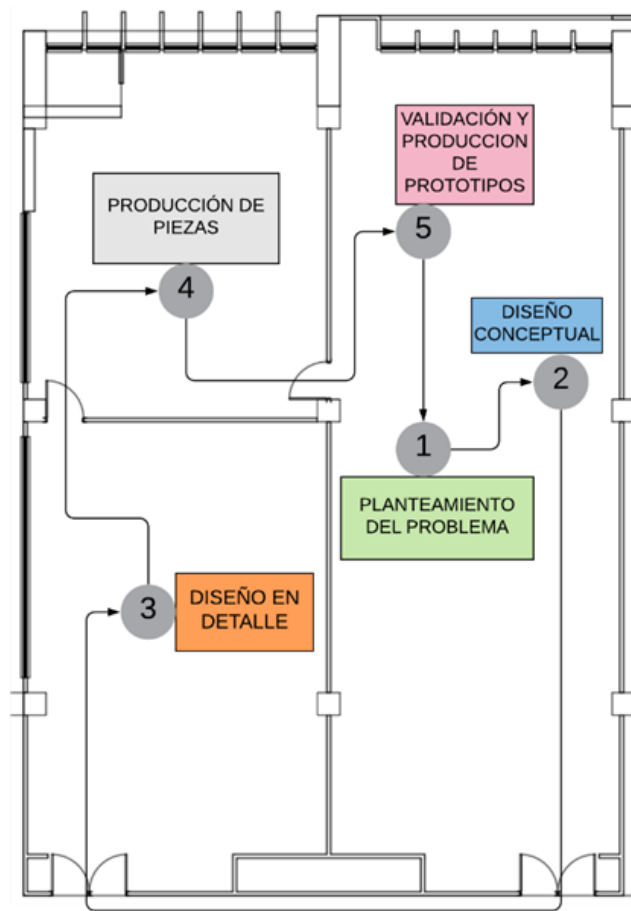
- Área bancos de diseño
- Área de ensamble
- Área diseño conceptual
- Área maquinas de fabricación digital
- Área sala CAD



Fuente: Autores

primero se realiza un esquema generalizado del flujo de información donde se pueda apreciar proceso de diseño básico que se adopta actualmente en la escuela, en la Figura 10 se aprecian los espacios que intervienen en cada una de las etapas y como posiblemente fluirían los datos

Figura 10 Flujo de información del proceso de diseño básico en el Fablab



Fuente: Autores

La segunda etapa consiste en identificar las unidades y tener una idea de cómo podrían ir repartidos los equipos y maquinas, así como el espacio que ocuparían, se simula el plano en el software Revit el cual es una herramienta rápida en la cual se puede hacer una visualización de la distribución antes de ser instalados asimismo obtener información de las áreas de las zonas y del espacio total.

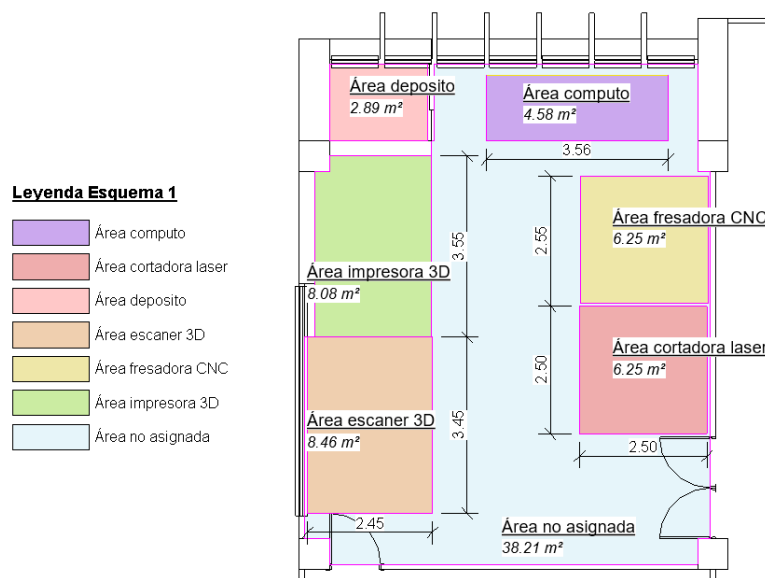
El aula destinada para alojar las maquinas cuenta con un total de 75.01 m², distribuidos entre la sala principal y el depósito, en base a los planos (Anexo B), se propone dividir el recinto en cuatro zonas como se aprecia en el siguiente plano generado en Revit, teniendo en cuenta que el plano del laboratorio ya estaban

definidos algunos espacios para situar una impresora 3D, el cortador laser y se definió la zona donde operaría un escáner 3D, no obstante, hay que tener en cuenta ciertos aspectos como:

- En el laboratorio no se había definido la zona para la maquinaria CNC por tal motivo se reduce el área de scanner 3D para añadir dicho espacio.
- En el salón existe un extractor de humo y por otro lado se sabe que la cortadora laser es la máquina que genera olores y nubes de humo por ese motivo se sugiere que esta máquina se instale en lugares cercanos al ducto.

Teniendo en cuenta estos criterios se sugiere que la distribución en planta del laboratorio sea de la siguiente manera Figura 11 División por zonas del recurso inmobiliario.

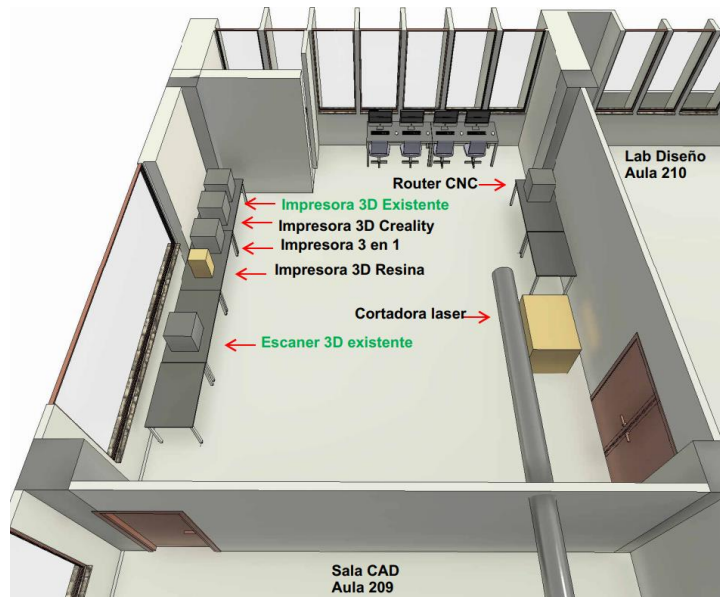
Figura 11 División por zonas del recurso inmobiliario



Fuente: Autores

Luego se procede a ubicar las máquinas y demás mobiliario respetando los espacios ya mencionados como se muestra a continuación Figura 12.

Figura 12 Distribución final maquinas cómputo y mobiliario adicional



Fuente: Autores

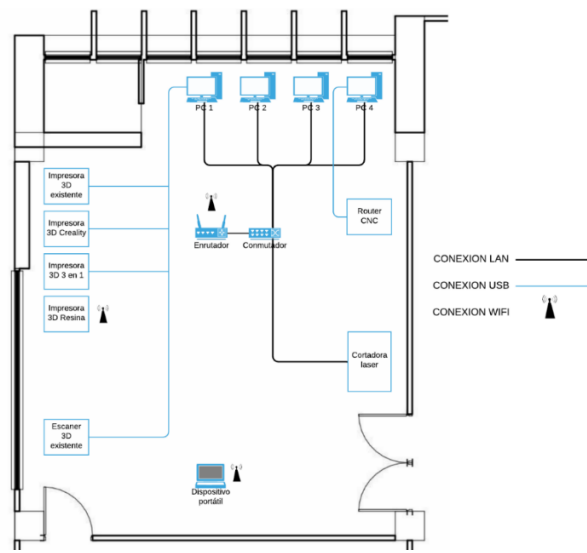
3.1.3 Infraestructura de red

Dado que este tipo de laboratorio está ligado al uso del internet y a los servicios de telecomunicaciones como ordenadores, dispositivos móviles etc., compromete la necesidad de establecer una red para uso privado del laboratorio esto en base a los siguientes criterios:

- Los únicos equipos de cómputo que pueden acceder a la red de datos del laboratorio deben estar dentro del mismo y no interferirá en las redes de los laboratorios vecinos
- Dado que algunas maquinas van a estar conectadas a la red, su control recae únicamente en los dispositivos que estén conectados dentro de la red de área local del laboratorio y no de dispositivos externos.

Teniendo en cuenta que en el laboratorio hay cuatro puntos de red descentralizados se propone implementar un espacio de red dedicado y debidamente configurado Figura 13.

Figura 13 Red área local FabLab



Fuente: Autores

3.2 Máquinas de fabricación digital disponibles

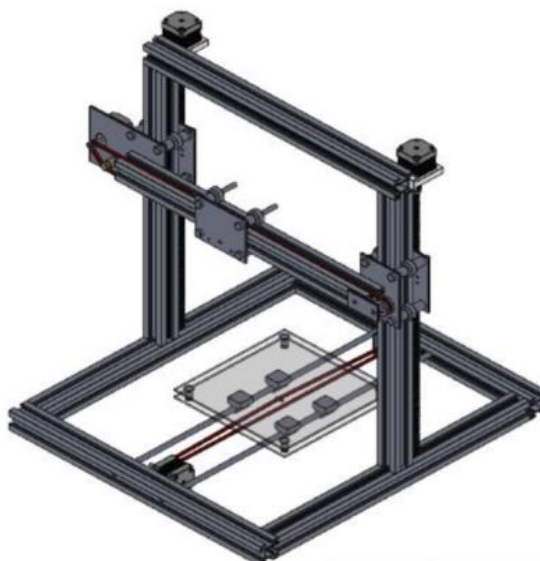
3.2.1 Impresora 3D

Actualmente dentro de la escuela de ingeniería mecánica se ha estado desarrollando la creación de máquinas relacionadas con la construcción de prototipos, así como el escaneo de piezas 3d, estos proyectos nacen de la necesidad de brindar una solución sencilla y eficaz en las asignaturas de diseño de máquinas permitiendo que los estudiantes que cursan estas disciplinas, tengan un acercamiento real en cuanto a la construcción de prototipos y elementos de máquinas, además de profundizar los conocimientos en herramientas tecnológicas como la impresión 3D y demás procesos de fabricación aditiva.

Una de las maquinas es una impresora 3D desarrollada en el año 2018 por dos estudiantes como tesis de grado, la esencia del proyecto según sus autores fue establecer un vínculo, hacia la modernización tecnología de la escuela, mediante el diseño y construcción de una impresora 3D⁴, gracias a que con esta herramienta tecnología los estudiantes tendrían un acercamiento más profundo de los conocimientos adquiridos en el aula de clase y demás elementos teóricos.

Su función es la misma como la de cualquier impresora 3D comercial, básicamente consiste en depositar plástico fundido mediante un extrusor móvil, capa por capa hasta formar un objeto, la ventaja principal de esta impresora es su reducido costo de fabricación y la accesibilidad de sus componentes para construirla, teniendo en cuenta que una impresora 3d convencional suele ser costosa ya que estas máquinas se diseñan, manufacturan fuera del territorio nacional Figura 14.

Figura 14 Plano impresora 3D



Fuente: OSORIO,Johan. MEJIA Yurgen. Diseño y construcción de una impresora 3D para uso académico: Bucaramanga, 2018, p.116.

⁴ OSORIO, Johan. MEJIA, Yurgen. Diseño y construcción de una impresora 3D para uso académico: Bucaramanga, 2018, p.15.

Esta impresora se caracteriza por estar construida con perfiles de aluminio estrella, ya que este tipo de perfil es de fácil ensamblaje y su acoplamiento con los elementos móviles es óptimo, su funcionamiento se basa en el movimiento de la cama a través de los ejes x y y por medio de un sistema de correas y poleas, conjuntamente el movimiento del eje z es ejecutado mediante un husillo o tornillo de potencia, todos estos componentes son accionados mediante un sistema de dispositivos eléctricos y electrónicos, a continuación se resumen algunos aspectos importantes de la impresora 3D Tabla 3.

Tabla 3 Ficha técnica impresora 3D



FAB LAB
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA UIS

Universidad Industrial de Santander
Escuela de Ingeniería Mecánica
Código Formato FB0001
Página 1 de 1

FICHA TECNICA PARA EQUIPOS LABORATORIO DE FABRICACIÓN DIGITAL
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA

INFORMACIÓN GENERAL DEL EQUIPO							
MAQUINA	Impresora 3D		UBICACIÓN		Lab. Diseño		
TIPO	Impresora 3D cartesiana		SECCIÓN		Zona impresión 3D		
FABRICANTE	Johan Osorio, Yurgen Mejia		N° SERIE		N/A		
MODELO	V1,0		N° INVENTARIO				
CARACTERISTICAS GENERALES DEL EQUIPO							
PESO		ALTO	500 mm	ANCHO	500 mm	LARGO	500 mm
ESPECIFICACIONES TECNICAS DEL EQUIPO				FOTO DE LA MAQUINA			
TECNOLOGIA DE MODELADO		FDM					
PESO DEL PRODUCTO							
ESPESOR DE LA CAPA		1,75 mm					
TIPO FILAMENTO		ABS y PLA					
SISTEMA OPERATIVO		Windows					
SOFTWARE		Ultimaker Cura					
PRESICIÓN IMPRESIÓN		Buena					
DIAMETRO FILAMENTO		1,75 mm					
FUNCIÓN							
Impresora 3D d bajo costo por deposicion de material fundido (MDF), con capacidad para contruir solidos con dimensiones de hasta 200x200x200 mm^3							

Fuente: Autores

3.2.2 Escáner 3D

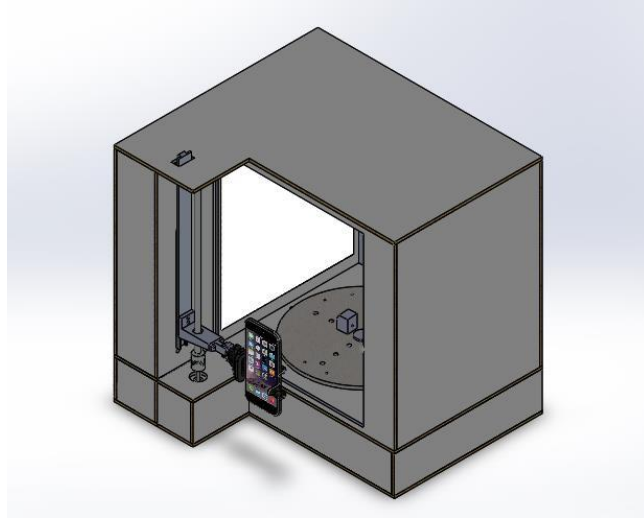
En cuanto construcción de modelos digitales a partir de la información geométrica de un objeto, el laboratorio de diseño de máquinas cuenta con un ingenioso artilugio diseñado para el escaneo de piezas 3D mediante fotografías obtenidas a partir de un celular, este escáner 3D tiene como objetivo conseguir un modelo digital a partir de un objeto, este proyecto busca complementar el análisis de objetos, mediante una réplica digital del mismo en un ordenador.

Esta máquina fue diseñada y construida en año 2020 por el ingeniero Ramiro Javier Pérez Vergara⁵, quien observa un problema a la hora de caracterizar objetos con geometrías complejas ya que la información que se extrae de la pieza mediante mediciones manuales suele ser imprecisa y no brinda suficientes datos acerca de su fabricación, es por tal motivo que se acude a un proceso denominado ingeniería inversa, es decir obtener un diseño digital a partir de un producto ya fabricado.

A pesar de que en el mercado se encuentran gran variedad de estos dispositivos, y son capaces de realizar la misma función, estos módulos por lo general son costosos y de difícil acceso, es por tal motivo que este proyecto busca ser más accesible en cuanto a los componentes de construcción y de una técnica llamada fotogrametría que consiste en determinar las dimensiones y la posición de un objeto en el espacio, a partir de las mediciones hechas sobre dos o más fotografías.

⁵ PEREZ, Ramiro Javier, Diseño y construcción de un montaje físico e informático que facilite el escaneo de piezas 3d mediante fotografías para realizar tareas de ingeniería inversa en un entorno cad, Bucaramanga, 2020, p.16.

Figura 15 Modelo 3D del escáner



Fuente: PEREZ, Ramiro Javier, Diseño y construcción de un montaje físico e informático que facilite el escaneo de piezas 3d mediante fotografías para realizar tareas de ingeniería inversa en un entorno cad, Bucaramanga, 2020, p.47

Como puede apreciarse en la Figura 15, se tiene el diseño final de la máquina para escanear piezas mediante la captura de fotografías, la mayor parte del cubículo está construida con láminas de MDF manufacturadas a partir de un cortador laser, el diseño permite el desplazamiento vertical de la cámara a través de un husillo guiado mediante un riel para controlar el movimiento del dispositivo fotográfico, además cuenta con un plato giratorio accionado por un motor paso a paso, soportado por unos rodamientos llamados ruedas de apoyo para controlar la posición del plato ya que la pieza genera cargas axiales que tienden a desestabilizar el plato mientras se hace la captura de imágenes a medida que el plato va girando, asimismo cuenta con una instalación de luces LED y tapizado en tela blanca para mejorar la iluminación de la pieza a escanear, algunas de sus características se ven en la Tabla 4.


Tabla 4 Ficha técnica para escáner 3D



FAB LAB
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA UIS

Universidad Industrial de Santander
Escuela de Ingeniería Mecánica
Código Formato FB0001
Página 1 de 1

FICHA TECNICA PARA EQUIPOS LABORATORIO DE FABRICACIÓN DIGITAL
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA

INFORMACIÓN GENERAL DEL EQUIPO								
MAQUINA	Escaner 3D			UBICACIÓN		Laboratorio Diseño		
TIPO	Fotogrametría con celular			SECCIÓN		Zona Escaner 3D		
FABRICANTE	Ramiro Javier Perez Vergara			N° SERIE		N/A		
MODELO	V1,0			N° INVENTARIO				
CARACTERISTICAS GENERALES DEL EQUIPO								
PESO			ALTO	500 mm	ANCHO	500 mm	LARGO	500 mm
ESPECIFICACIONES TECNICAS DEL EQUIPO					FOTO DE LA MAQUINA			
TECNOLOGIA DE ESCANEO		Escaneo 3D por fotogrametría						
PESO DEL PRODUCTO								
RESOLUCIÓN CAMARA		13 megapixeles						
FUENTE DE LUZ		Iluminación difusa por LED's de 12 v						
SISTEMA OPERATIVO		Windows						
SOFTWARE		VisulaSFM y Meshlab						
CALIDAD ESCANEO		Buena						
FORMATO DE SALIDA		.PLY .XYZ						
FUNCIÓN								
Impresora 3D d bajo costo por deposicion de material fundido (MDF), con capacidad para contruir solidos con dimensiones de hasta 200x200x200 mm^3								

Fuente: Autores

3.2.3 Cortadora laser

La cortadora laser rayjet r500 es la última adquisición de escuela de ingeniería mecánica, esta máquina se caracteriza por manejar grandes áreas de trabajo, hojas hasta 1300mm x 900 mm, además de realizar cortes sobre madera y acrílico hasta 15 mm de espesor.

Esta serie de máquinas ha sido construida y diseñada por Trotec que es una de los principales fabricantes mundiales de máquinas laser, garantizando cortes rápidos precisos y seguros Figura 16.

Figura 16 Cortadora laser rayjet r500 de la EIM



Fuente: <https://www.rayjetlaser.com>

Adicionalmente esta máquina es diseñada para trabajar durante tiempos de trabajo prolongados, gracias a que equipa un enfriador externo por agua, el cual circula 16 litros de agua por minuto sobre la fuente laser para controlar la temperatura y evitar posibles recalentamientos, además incluye ventiladores para extraer el humo de manera controlada, conjuntamente incluye tres rejillas intercambiables según las características dimensionales del producto que se esté trabajando, a continuación se muestran algunas de sus principales características Tabla 5.

Tabla 5 Ficha técnica para cortadora laser



FAB LAB
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA UIS

Universidad Industrial de Santander
Escuela de Ingeniería Mecánica
Código Formato FB0001
Página 1 de 1

**FICHA TECNICA PARA EQUIPOS LABORATORIO DE FABRICACIÓN DIGITAL
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA**

INFORMACIÓN GENERAL DEL EQUIPO							
MAQUINA	Cortadora laser			UBICACIÓN			
TIPO	Laser de CO2			SECCIÓN			
FABRICANTE	Johan Osorio, Yurgen Mejia			N° SERIE		45-1265	
MODELO	R500			N° INVENTARIO			
CARACTERISTICAS GENERALES DEL EQUIPO							
PESO	570 kg	ALTO	1110 mm	ANCHO	1870 mm	PROF	1700 mm
ESPECIFICACIONES TECNICAS DEL EQUIPO				FOTO DE LA MAQUINA			
SUPERFICIE DE TRABAJO	1300 x 900 mm						
MESA DE TRABAJO	Eje Z manual en cabezal láser, máx. Altura Z 30 mm (1,18 in)						
MAX VELOCIDAD DE GRABADO	1m/s (39,37in/s)						
MAX VELOCIDAD CORTADO	10m/s^2 (393 in/s^2)						
MAX. CARGA DE MATERIAL	35 kg						
SISTEMA OPERATIVO	Windows						
SOFTWARE	Controlador de impresora Rayjet® Manager, software láser Rayjet® Manager Compatible con software gráfico y CAD estándar como Corel Draw, Adobe Illustrator,...						
INTERFAZ HARDWARE	USB 2.0						
CONSUMO ENERGÍA	1500 W						
FUNCIÓN							
Esta es su cortadora láser perfecta para todos los tamaños de hoja estándar hasta 1300 x 900 mm. Corte y grabado de acrílicos de hasta 15 mm, madera hasta 15 mm, textiles, papel y muchos más. Cortar y grabar letre200x200x200 mm^3							



Fuente: Autores

3.3 Maquinaria, software, personal y plataforma web

3.3.1 Maquinaria

En este ítem se agregará el inventario necesario para montar el laboratorio, desde la maquinaria esencial y ordenadores necesarios, hasta los muebles que acompañaran el lugar y bastidores que soportaran las máquinas.

Teniendo en cuenta que las maquinas esenciales para la implementación del laboratorio son: una cortadora laser, una fresadora CNC, una fresadora pequeña para hacer circuitos y una impresora 3D, además con el censo de maquinaria se observa que el laboratorio de diseño cuenta actualmente con una impresora 3D totalmente funcional y un escáner 3D, asimismo se observa que para mantener en pleno funcionamiento el escáner 3D, es necesario hacer continuos ajustes durante el procedimiento lo que se traduce en tiempo adicional de trabajo.

Habiendo conocido los aspectos descritos anteriormente en la distribución de espacios se propone adquirir las siguientes máquinas para que el laboratorio disfrute de un funcionamiento optimo.

3.3.1.1 Impresora 3D moldeado por deposición fundida

Aunque el laboratorio ya cuenta con una impresora 3D artesanal la cual funciona sin importar el trabajo que se le asigne, por, por otro lado es indispensable asegurar la calidad de las practicas con una unidad adicional, para este caso se sugiere la adquisición de las maquinas *Ender 3 Pro 3D* de la marca *CREALITY* Figura 17, debido a que es una marca popular en la industria de las impresoras 3D, además la marca brinda soporte en las principales regiones del mundo continuación se resumen algunas de sus especificaciones Tabla 6.

Figura 17 Impresora 3D Creality Ender-3 Pro



Fuente: <https://www.creality.com>

Tabla 6 Especificaciones impresora 3D creality

Modelo de máquina	Ender-3 Pro
Tecnología de moldeo	FDM (moldeo por deposición fundida)
Tamaño de impresión	220 x 220 x 250 mm
Velocidad de impresión	≤180 mm / s, normal 30-60 mm / s
Precisión de impresión	± 0,1 mm
Diámetro de la boquilla	estándar de 0,4 mm, puede ser de 0,3 0 0,2 mm
Temperatura de la cama	≤100°C
Transferencia de archivos	En línea o tarjeta SD sin conexión
Formato de archivo	STL, OBJ, AMF
Software de corte	Cura / Repetier-Host / Simplify3D
Fuente de alimentación	Entrada: AC 100-120V / 6.8A 200-240V / 3,4A 50 / 60HZ Salida. DC 24V 270W
Filamento	PLA, ABS, TPU, madera, cobre, degradado, etc.
NONW	6,98 kg
Tamaño de la máquina	440 x 420 x 465 mm
G.W.	9 kg
Tamaño de empaque	600 x 505 x 175 mm

Fuente: <https://www.creality.com>

Esta máquina tiene un precio aproximado de [US\\$263+US\\$99](#) de envío y derechos de importación, aunque el valor puede variar según la organización distribuidora.

3.3.1.2 Impresora 3D de resina

La impresión 3D en resina es una tecnología que ha sido desarrollada para permitir la materialización de ideas a través de una piscina de resina líquida que con el complemento de un sistema de luz digital solidifica la pieza de abajo hacia arriba. Este material permite tener acabados delicados en las piezas impresas en 3D Figura 18, sus especificaciones son Tabla 7.

Figura 18 Impresora 3D de Resina HALOT-SKY



Fuente: <https://www.creality.com>

Tabla 7 Impresora 3D de Resina

Modelo de máquina	Resina HALOT-SKY
Sistema de fuente de luz	Fuente de luz integral autodesarabante
Cantidad de lámparas:	12
CPU	CPU / GPU de 4 núcleos de 64 bits, sistema operativo Linux
Pantalla de impresión	8.9 pulgadas, monocromo 4K, vida útil 2000h, película protectora templada
Resolución LCD	3840 * 2400
Filamentos:	longitud de onda de 405nm, resina rígida estándar, resina de molde dental

Velocidad de impresión	1-4s / capa
Espesor de la capa	0.01-0.2mm
Estructura del eje Z	rieles lineales duales + tornillo de plomo T-patton
Purificación de aire	Incluida
WIFI	equipado en el interior
Actualización	OTA Online
G.W.	9 kg
Tamaño maquina	340 x 292 x 552 mm
Peso de la maquina	9 kg
Tamaño impresión	191 x 120 x 200 mm
Tamaño de empaque	480 x 425 x 720 mm

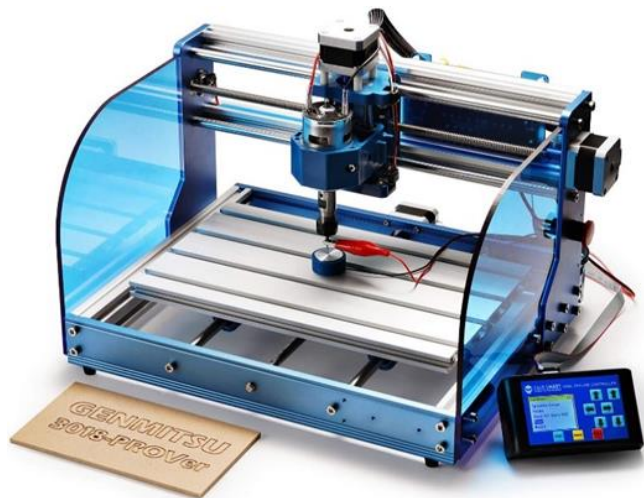
Fuente: <https://www.creality.com>

Esta máquina tiene un costo aproximado de [US\\$959](#) de acuerdo con la cotización mostrada en la página web del fabricante

3.3.1.3 Router CNC

Esta máquina es comúnmente usada en aquellos procesos donde se desea crear circuitos impresos sobre un tablero o para crear PCB Figura 19, acontinuacion de muestran sus especificaciones Tabla 8.

Figura 19 Genmitsu 3018-PROVer Semi Assembled CNC Router Kit



Fuente: <https://www.sainsmart.com/>

Tabla 8 Router CNC

Área de grabado efectiva:	260 x 155 x 35 mm (10,2 x 6,1 x 1,4 ")
Tamaño del marco	420 x 340 x 280 mm (16,5 x 13,4 x 11,0 ")
Material del marco	Aluminio
Material del componente del eje Z	ABS
Eje	motor 775, 12V ~ 24V, 10000 RPM
Potencia nominal	60 W
Potencia máxima	120 W
Motor paso a paso	1,3 A, 12 V, 0,25 Nm de par (2,2 in-lb)
Brocas	punta 0,1 mm, 20 grados, diámetro 3,175 mm
Sistema operativo compatible	Windows XP, Windows 7 32/64 bits, Windows 8, Windows 10, Linux, Mac OS
Software	control Grbl (vela)
Fuente de alimentación	24V / 4A, con certificaciones CE, FCC y PSE
Perfecto para	aficionados, artesanos, carpinteros, diseñadores industriales, educadores, ingenieros, joyeros y más.

Fuente: <https://www.sainsmart.com/>

El costo de esta máquina es de US\$349

3.3.1.4 Impresora 3 en 1

Este producto se caracteriza por tener tres módulos funcionales intercambiables, impresión 3D, tallado CNC y grabado laser, gracias a los materiales y la precisión de construcción del marco de metal permite impresiones de alta calidad Figura 20.

Figura 20 Snapmaker Original 3 en 1



Fuente: <https://www.snapmaker.com>

Tabla 9 Especificaciones impresora 3 en 1

General	Dimensiones	
	Pantalla táctil a color	3.5"
	Material marco	Aleación Aluminio
	Transferencia de archivos	USB Flash Drive, Cable USB
	Requisito Energía	100 - 240V AC
	Software	Snapmaker También puede utilizar software de terceros para generar archivos de código G.
	SO compatibles	macOS, Windows, Linux
Impresora 3D	Dimensiones	125 x 125 x 125mm(4.9"; x 4.9"; x 4.9";)
	Cama calentada	Hasta 80 ° C
	Velocidad de desplazamiento del cabezal	Hasta 100 mm/s
	Diámetro de la boquilla	0.4 mm
	Temperatura de la boquilla	Hasta 250°C
	Resolución de capa	50 - 300 micrones
	Materiales admitidos	PLA, ABS, etc. no patentados de 1,75 mm
	Materiales no soportados	Aluminio, grafito, etc.
	Formatos de archivo de diseño	STL, OBJ, SNAP3DP
Laser	Formato procesable	GCODE
	Área de trabajo	125 x 125 mm (4.9" x 4.9")
	Potencia láser	200 mW
	Longitud de onda	405 nm
	Clase de seguridad	Clase 3B
	Materiales soportados	Madera, bambú, cuero, plástico, tela, papel, acrílico no transparente, etc.
	Materiales no soportados	Metal, vidrio, gema, material transparente, materiales reflectantes, etc.
	Formatos de archivo de diseño	SVG, JPEG, PNG, JPG, BMP, DXF, SNAPLZR
	Formato procesable	NC
CNC	Área de trabajo	90 x 90 x 50 mm (3.5" x 3.5" x 2.0")
	Diámetro del vástago	3.175 mm
	Velocidad del husillo	19,000 RPM
	Materiales soportados	Madera, acrílico, PCB, lámina de fibra de carbono, jade, etc.
	Materiales no soportados	Metal, vidrio, gemas, etc.
	Formatos de archivo de diseño	SVG, JPEG, PNG, JPG, BMP, DXF, SNAPCNC
	Formato procesable	CNC

Fuente: <https://www.snapmaker.com>

El costo aproximado del producto oscila entre los [US\\$700 y US\\$800](#) con posibilidad de exportación.

3.3.1.5 Cortadora laser

Esta máquina se caracteriza por trabajar durante tiempos prolongados sin interrupciones, la decisión para que el laboratorio tenga una cortadora con estas características, se base en el hecho de que el corte de piezas en 2D es el proceso mayor demandado dado que este es uno de los más rápidos con respecto a otros procesos de manufactura Figura 21.

Figura 21 Máquina de corte con grabador láser de co2 de 80w con área de trabajo de 20"x 28" (con enfoque automático)



Fuente: <https://omtechlaser.com/>

Tabla 10 Especificaciones cortadora laser

Área de grabado / corte	19,5 "x 27,5" (500 x 700 mm)
Dimensiones generales	47.2 "x 34.2" x 36.6 "(120 x 87 x 93 cm)
Velocidad de grabado	0-500 mm / s
Velocidad de corte	0-80 mm / s (las velocidades reales dependen del material)
Diámetro de la lente focal	18 mm
distancia focal	1,5 "
diámetro del espejo	25 mm
Resolución	2540 ppp
profundidad en Z estándar	10 "
Profundidad máxima en Z	11 "
Placa controladora RUIDA compatible	RDWorks y LightBurn
Alimentación	110 V CA
Vida util tubo laser CO2 de 80W	8.000 horas

Fuente: <https://omtechlaser.com/>

Esta máquina tiene un costo aproximado de [US\\$3449](#) debido a que está diseñada para estar trabajando durante tiempos prolongados sin pausas, además de tener mejoras tecnológicas con respecto a los modelos anteriores Tabla 10.

3.3.2 Software

En este apartado se relacionan los recursos digitales con los que contará el laboratorio de llegarse a implementar.

3.3.2.1 Licencia Autodesk

La empresa Autodesk otorga acceso a su inventario de productos, para acceder al beneficio es necesario que el laboratorio esté registrado en fablabs.io y llenar los campos del siguiente enlace <https://www.autodesk.com/campaigns/tech-impact-fablabs> para hacer efectiva la adquisición de forma gratuita, entre los productos que ofrece Autodesk están, Fusion 360, Inventor Professional, AutoCAD, ReCap 360 Pro, 3ds Max, 25 gigabytes de almacenamiento en la nube entre otros.

3.3.2.2 Licencia Solidworks

La empresa Dassault Systems SolidWorks Corporation patrocina a través de los Fablabs y proporciona

- 1 licencia comercial de SolidWorks Premium
- Los sitios de Fab Academy recibirán una licencia de red de 1 a 10 puestos del software SolidWorks Education Edition para enseñanza y o capacitación

Una vez que haya solicitado el patrocinio a través del siguiente [link](#), las instrucciones para descargar el software se enviarán por correo electrónico, para ello el laboratorio debe estar registrado en fablabs.io.

3.3.2.3 Software de las maquinas

Por lo general al momento de adquirir la maquina el fabricante sugiere un software o aplicación sin embargo la mayoría de las máquinas están diseñadas para ser compatibles con otras aplicaciones especializadas para generar archivos en GCODE.

3.3.3 Personal

Para una tecnología de la altura que se propone no se debe dejar al azar la escogencia de los responsables directos de su funcionamiento, por lo que se sugiere prestar mucha atención al proceso de selección del personal encargado, se deberá preparar la inclusión de dos auxiliares y un profesor planta cuyos turnos estarán dispuestos de dos formas posibles:

1. La primera y más importante a corto plazo, puesto que aquí solo se contempla la manera en que cubran el tiempo en que el laboratorio piense

funcionar para los estudiantes de diseño, es decir durante el tiempo que dure la realización de las actividades propuestas en el presente proyecto. Se sugiere que estos auxiliares deberán ser estudiantes que tengan disponibilidad horaria de 120 horas a lo largo del semestre, tiempo que deberá ser programado en el calendario a principio de semestre, entre el profesor encargado del laboratorio, y los cursos de diseño que pretendan hacer uso del laboratorio.

2. En un tiempo de ejecución extendido del laboratorio, se espera que la demanda de uso se multiplique, no es una expectativa, realmente es poco arriesgado decir que es un hecho ya que la revolución digital que proyecta esta nueva herramienta es indetenible. Se espera que en un futuro cercano el laboratorio presente una demanda de uso de hasta 8 horas diarias, donde están incluidas personas ajenas a la universidad, por lo que en este punto se sugiere también la presencia de al menos un auxiliar siempre que el FabLab esté en funcionamiento, lo que implica un total de al menos 320 horas para cada auxiliar, cumpliendo así turnos de cuatro horas diarias para cada uno.

Para ambos casos se espera que el docente encargado este presente siempre que el laboratorio abra sus puertas, ya que este requiere una guía especial y de calidad por parte de un instructor de experiencia.

3.3.4 Pagina Web

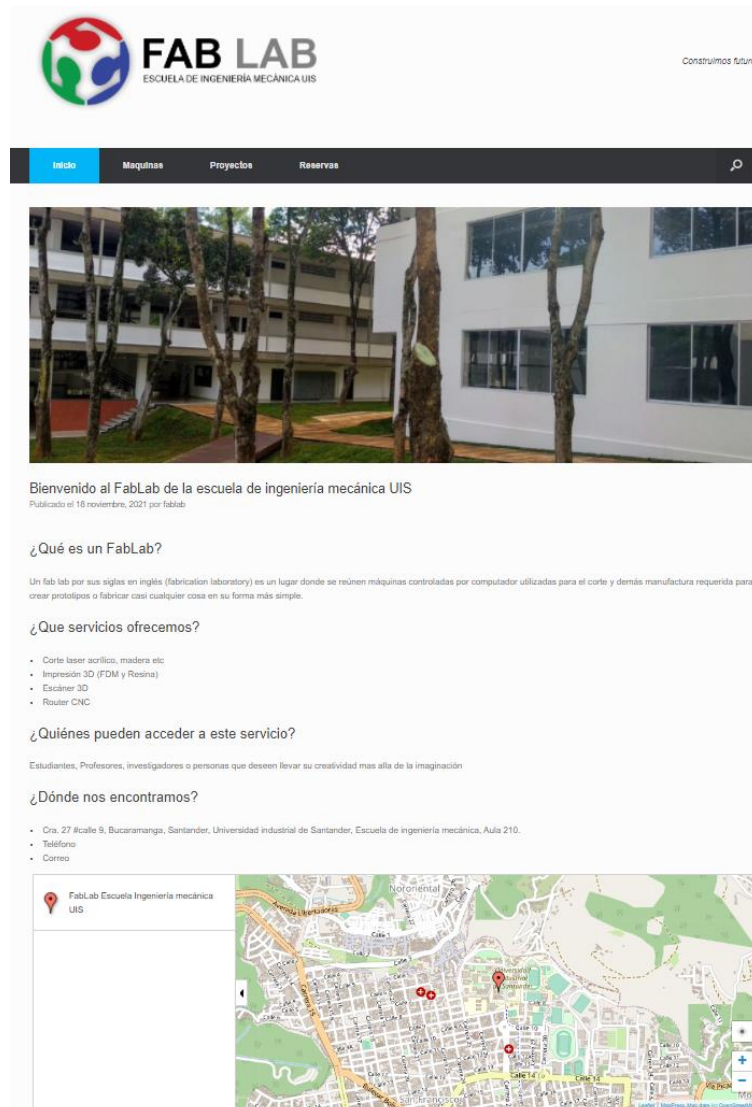
La página web del laboratorio es un elemento esencial, puesto que es la primera experiencia entre el usuario y el laboratorio. La página web puede mantener el diseño según las preferencias de la universidad, independientemente se deben agregar algunos ítems.

- Servicios
- Información de máquinas
- Proyectos
- Reservas

Al mismo tiempo la página web debe ir recolectando los proyectos que puedan surgir y logren ser interesantes para otros FabLabs o el público es decir debe tener la capacidad de administrar una base de datos, académicamente debe asegurar la buena comunicación con los demás FabLabs en los cuales se puede encontrar posibles colaboradores.

A continuación, se muestra un modelo de página web desarrollado en WordPress O para una explicación más clara su sugiere ver el siguiente [archivo multimedia](#) O (Anexo F)

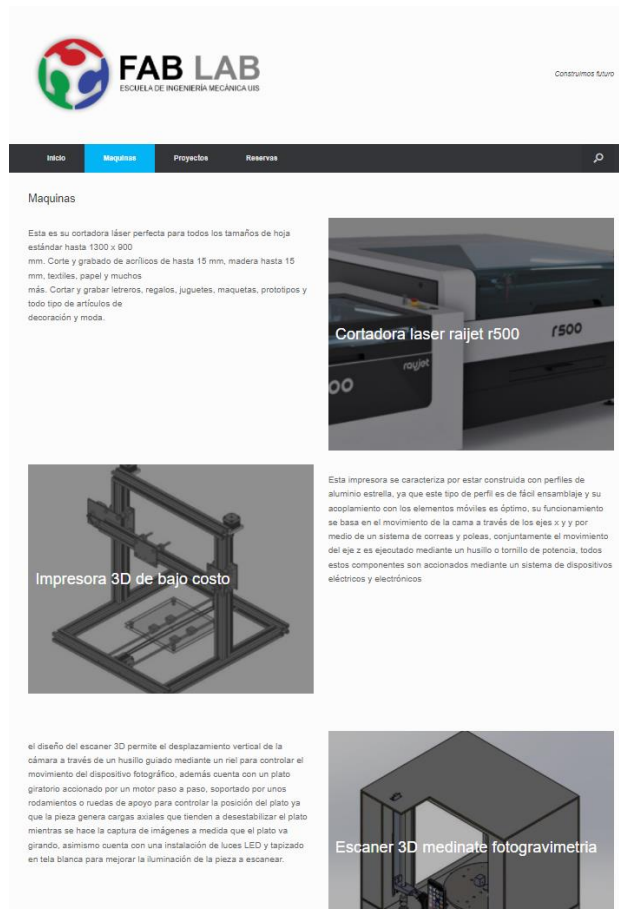
Figura 22 Página de inicio página web



Fuente: Autores

Como se muestra en la Figura 22 la página principal debe contener información acerca del concepto de trabajo de estos laboratorios, los servicios que ofrece, las personas a quienes van dirigidos estos espacios, los canales de comunicación y la ubicación.

Figura 23 Información maquinas laboratorio



Fuente: Autores

Así mismo la página debe contener una pestaña Figura 23 en donde se pueda informar a los usuarios y o visitantes de la página la información referente a las maquinas con las que cuenta el laboratorio, ya que con esta información el usuario puede tener un criterio claro de las posibilidades para desarrollar un prototipo según la capacidad de la maquinaria.

Además, debe incluirse una pestaña en donde se enlacen los proyectos que logren ser innovadores e interesantes para el público.

Figura 24 Sección de reservas del laboratorio

The screenshot shows the 'Reservas' (Reservations) section of the FAB LAB website. At the top, there is a navigation bar with links for 'Inicio', 'Maquinas', 'Proyectos', and 'Reservas' (which is highlighted in blue). The FAB LAB logo and the text 'ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA UIS' are visible in the top left, and the tagline 'Construimos futuro' is in the top right. Below the navigation bar, the 'Reservas' section features a calendar for December 2021. The calendar shows dates from 1 to 31, with the 13th, 14th, 15th, 16th, 17th, 20th, 21st, 22nd, 23rd, 24th, 27th, 28th, 29th, 30th, and 31st highlighted in green. To the right of the calendar, there are input fields for 'Nombre:', 'Apellido:', 'Email:', 'Teléfono:', and 'Código:'. Below these fields is a dropdown menu for 'Máquina:' with 'Cortadora laser' selected. At the bottom, there is a section for 'Tiempo de reserva:' with five time slots: '8:00 AM - 10:00 AM' (highlighted in green), '10:00 AM - 12:00 PM', '12:00 PM - 2:00 PM', '2:00 PM - 4:00 PM', and '4:00 PM - 6:00 PM'. A 'Reservar' button is located at the bottom right of the reservation form.

Fuente: Autores

Por último, debe agregarse un sistema de gestión del laboratorio como se muestra en la Figura 24 para que los usuarios puedan hacer uso de las maquinas en franjas de horarios según la disponibilidad de las maquinas, este sistema de gestión funciona de la siguiente manera:

1. Seleccionar un día en el calendario para reservar el equipo
2. Introducir datos personales como nombre, apellido, email, teléfono y código
3. Seleccionar la maquina
4. Seleccionar la franja horaria
5. Y clic en el botón de reservar

Adicionalmente se lanzó una web similar a través del sites de Google a diferencia que esta herramienta no tiene la capacidad de manejar bases de datos como si lo

permite el WordPress, la página se puede acceder por medio del siguiente enlace:
<https://sites.google.com/view/fablab-eim-uis/inicio>



3.4 Actividades propuestas

Por medio de las actividades de laboratorio se pretende mostrar una introducción hacia el laboratorio de fabricación digital en la escuela de ingeniería mecánica de la universidad industrial de Santander. El fin es fundar los conceptos básicos del funcionamiento del laboratorio, así mismo establecer los criterios mínimos para uso del laboratorio, permitiendo construir sus bases.

3.4.1 Contenido de una actividad de laboratorio

Se sugiere que el contenido de las actividades debe seguir la siguiente estructura como se muestra a continuación (Anexo C)

Figura 25 Contenido actividad de laboratorio FabLab

 FAB LAB <small>ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA UIS</small>	Universidad Industrial de Santander Escuela de Ingeniería Mecánica Página 2 de 3	 FAB LAB <small>ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA UIS</small>	Universidad Industrial de Santander Escuela de Ingeniería Mecánica Página 3 de 3
NOMBRE DE PRACTICA Desarrollo proyecto según asignatura		OBJETIVO GENERAL Aplicar las tecnologías disponibles en el laboratorio de fabricación digital para la fabricación de prototipos.	
OBJETIVOS ESPECIFICOS <ul style="list-style-type: none"> • Diseñar objetos reproducibles de acuerdo con las capacidades de las máquinas • Proceder a realizar las etapas transición de datos del modelo para reproducir la pieza • Realizar el ensamblado respectivo 		EQUIPOS Y MATERIALES	
Software <ul style="list-style-type: none"> • SolidWorks(2h/Semana) 		Hardware <ul style="list-style-type: none"> • Impresora 3D(4h/semana) • Cortadora laser(2h/semana) 	
Guías <ul style="list-style-type: none"> • Diagrama de flujo para el proceso de impresión 3d mediante modelado por deposición fundida FDM • Diagrama de flujo para el proceso de corte laser 		METODOLOGIA	
1. Organizar grupos de estudiantes	4. Debatir en grupo de acuerdo con el proyecto que tengan definido, las características geométricas, materiales y generar el diseño conceptual de lo que se espera sea el resultado y luego el modelo usando software de diseño 3D		
2. Lograr establecer una problemática social con una solución posible y coherente.	5. Presentar el modelo al profesor o auxiliar de laboratorio para su respectiva revisión de características geométricas, capacidad de la maquina y comprobar que la maquina es compatible para reproducir el modelo		
3. Debatir en grupo las posibles ideas que surjan para abordar la problemática escogida.	6. De no ser compatible el modelo con la maquina el profesor solicitara respectivas correcciones al diseño para que los estudiantes puedan mejorar el diseño y de nuevo presentar el modelo para su revisión.		
	7. Con la ayuda de las guías del laboratorio se realizan el respectivo proceso según corresponda la maquina		
	8. Habiendo realizado los acabados finales a las piezas se procede al ensamblado del prototipo y se comprueba el funcionamiento.		
	Tiempo estimado		
	8 horas del semestre		

Fuente: Autores

La descripción de las partes de la actividad se presenta a continuación

1. Encabezado: Esta constituida por nombre de la institución educativa, la escuela a la que pertenece el laboratorio además del logotipo del laboratorio.
2. Nombre de la practica: esta puede contener el numero de la práctica y el nombre del demostrativo.
3. Objetivos generales y específicos: especifica los objetivos de aprendizaje que el usuario lograra con el desarrollo de la actividad
4. Equipos y materiales Describe la maquinaria, software necesario para el desarrollo de la práctica de laboratorio y material necesario.
5. Metodología de la Práctica: Describe la serie de etapas y procesos para el desarrollo de la practica
6. Tiempo estimado: tiempo estimado para el desarrollo de las actividades

3.4.2 Capacitación y uso de maquinas

La capacitación es uno de los temas más significativos, ya que de este depende el éxito para la implementación del laboratorio. El proceso de capacitación debe darse a lo largo del semestre por medio de cursos periódicos o inclusive como apoyo a las diversas asignaturas según la consideración del docente.

La capacitación debe alojar al menos los siguientes cursos

INTRODUCCIÓN DEL LABORATORIO. DESCRIPCION DE MAQUINAS Y ESPECIFICACIONES

Se presentará el laboratorio, las maquinas CNC con las que cuenta, algunos datos de su funcionamiento y especificaciones técnicas. (Anexo D)

OPTIMIZACIÓN EN PRODUCCIÓN DE MODELOS EN 2D y 3D.

Evaluación para obtener modelo en 2D y 3D y técnica más eficiente para producir las piezas en base a la capacidad de las maquinas materiales y costos. (Anexo E)

EJERCICIO DEMOSTRACION IMPRESIÓN 3D y CORTE LASER

En este curso se realizan las demostraciones para producir piezas en las máquinas y obtener el modelo final.

A continuación, se muestra el ejemplo de demostración de impresión 3D y corte laser:

Introducción
<p>La siguiente guía de laboratorio, tiene como finalidad principal integrar conceptos teóricos mediante la demostración o comprobación practica a través de las máquinas y técnicas empleados en los laboratorios de fabricación digital.</p> <p>De igual manera la practica muestra el desarrollo de actividades aplicado sobre un modelo mecánico en particular en este caso una abrazadera de torsión de Kant mediante la utilización del cortador laser y la impresora 3D presentes en el laboratorio.</p>
Objetivo general
<ul style="list-style-type: none"> • Demostrar la construcción de una abrazadera de torsión de Kant a partir de un modelo digital
Objetivos específicos
<ul style="list-style-type: none"> • Formalizar los conceptos básicos en el proceso de diseño a través del modelado digital, realización de planos y su fabricación • Identificar las piezas que componen el prototipo escogido y definir el proceso de manufactura apropiado.
Marco teórico
<p>Las abrazaderas de torsión de Kant son herramientas especialmente diseñadas para sujetar o juntar piezas por un determinado tiempo, las ventajas de esta abrazadera con respecto a las abrazaderas en C estándar es que son más livianas, más fuertes y mantienen la posición central.</p> <p>Algunas de sus características es una proporción mayor de sujeción con una relación de 4:1, el diseño de mordazas móviles permite que se ajusten prácticamente a cualquier superficie, además existen abrazaderas que permiten el intercambio de tres tipos de mordazas según las necesidades de aplicación moleteado, liso y con ranura en v.</p>

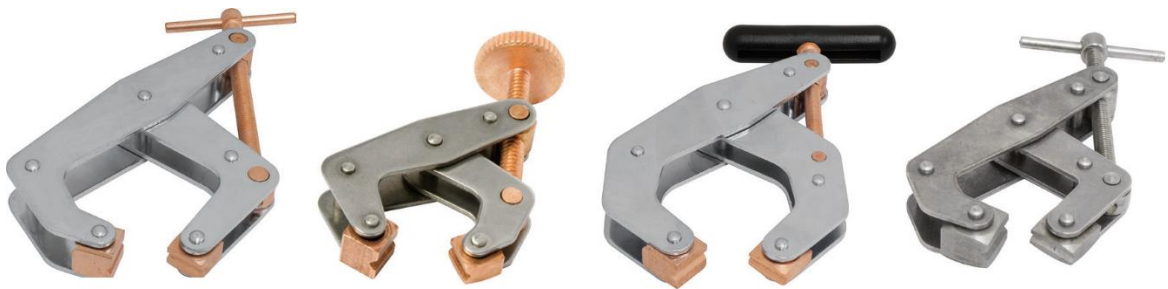
Tres superficies de agarre diferentes



Fuente: <https://www.magnetics.com/>

Las abrazaderas de Kant son herramientas comúnmente utilizadas en la industria metalmeccánica en trabajos donde se desea prevenir que las salpicaduras de soldadura se peguen, los componentes como las mordazas tornillo y mango están chapados en cobre, para trabajos que requieren cierta precisión sobre la presión de sujeción del material esta el modelo con “mango redondo”, el modelo de "garganta de alcance profundo" brinda mayor alcance en su material para una mejor sujeción y el modelo de "acero inoxidable" es ideal para sujetar material en ambientes corrosivos o sanitarios o para usar en aplicaciones magnéticas.

tipos de abrazaderos según su aplicación



Fuente: <https://www.magnetics.com/>

Las abrazaderas que no dejan marcas tienen almohadillas redondas suaves para sujetar materiales blandos como madera, plástico, sintéticos, aluminio o metales finos / pulidos. No se permite girar, torcer o excavar en superficies como abrazaderas tipo tornillo.

Abrazadera para superficies especiales



Fuente: <https://www.magnetics.com/>

Descripción de la practica

- Para el inicio de la actividad, cada estudiante debió haber leído las fichas con anterioridad, (Abrazadera de torsión de Kant).
- Identifique la zona del laboratorio donde se va a debatir que maquina se decidirá a modelar.
- Siguiendo el proceso de diseño proceda a realizar el boceto de su prototipo, apoyándose en el material gráfico suministrado.
- Realizar el modelado de las piezas y ensamblaje del prototipo en software CAD.
- Consultar con el docente a cargo sobre la aprobación de los planos.
- De acuerdo con la geometría de las piezas, identificar el método de manufactura más apropiado para cada una.
- Consultar con el docente encargado del laboratorio, la aprobación de los métodos escogidos para cada pieza.
- **A continuación, proceda a la materialización de las piezas, apoyándose en los diagramas de flujo suministrados para cada máquina, con la supervisión del docente encargado del laboratorio.**
- Tomar las piezas, trasladarlas a la zona de ensamble y realizar el armado correspondiente.
- Verificar el correcto ensamblaje de prototipo y probar su funcionamiento.

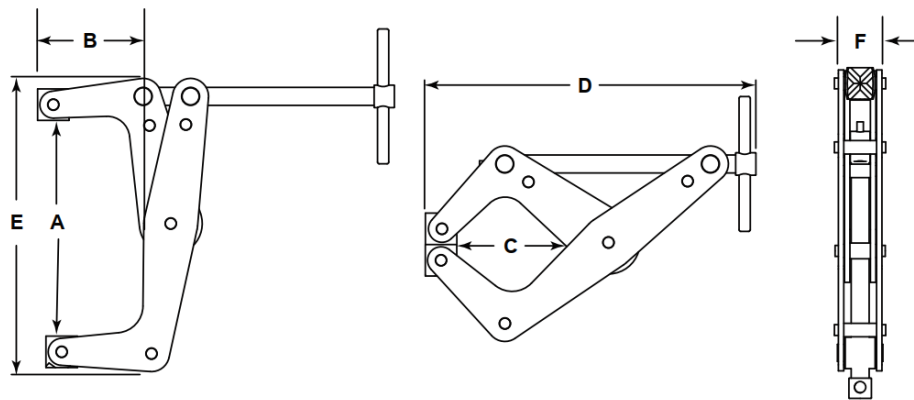
Recursos y elementos de apoyo

- Software
 - Solid Works
 - Cura maker
- Hardware
 - Cortadora laser
 - Impresora 3D
- Guía de operación maquinas

Desarrollo de la actividad

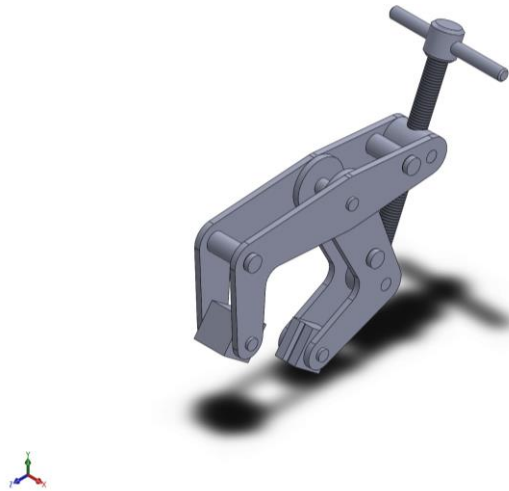
1. Desarrolle un boceto sencillo manejando software grafico o realice un dibujo sencillo utilizando papel y lápiz donde se aprecien al menos dos vistas de la figura y sus dimensiones

Boceto de la pieza



1. Realice el modelado de las piezas y ensamblaje del prototipo en software CAD.

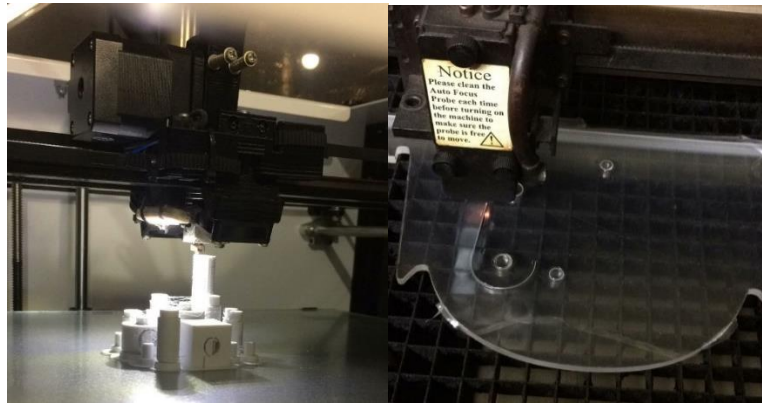
Modelado en SolidWorks



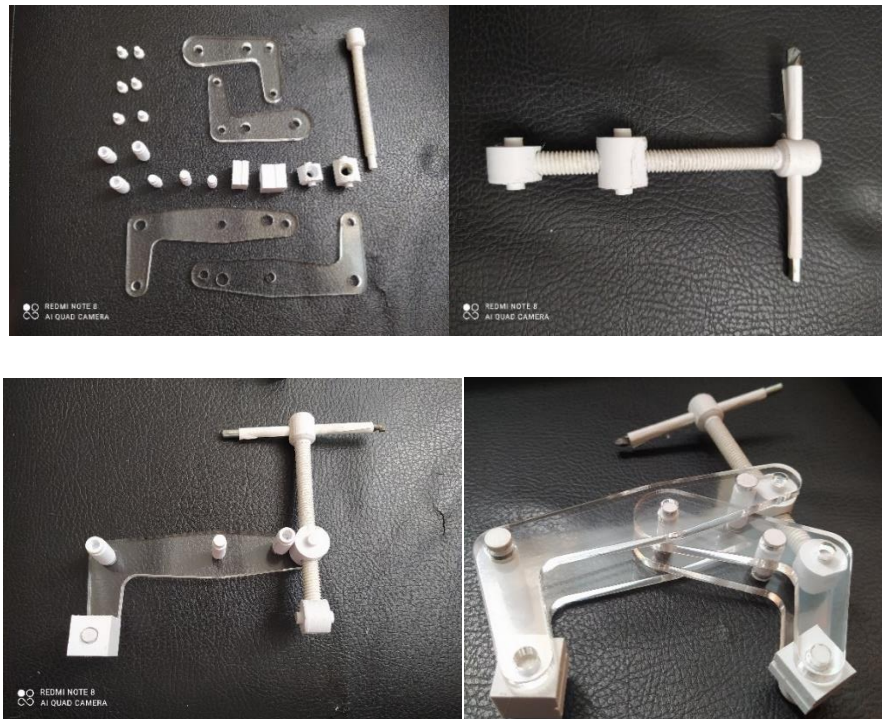
4. De acuerdo con la geometría de las piezas, identifique el método de manufactura más apropiado para cada una.

Pieza	Impresora 3d		Cortadora laser	Cantidad
	MDF	SLA		
1.1 RIOSTRA A			x	2
1.2 MORDAZA	x			1
1.3 PASADOR C	x			2
1.4 PASADOR A	x			1
1.5 SEGUROS	x			4
2.1 RIOSTRA B			x	2
2.2 MORDAZA B	x			1
2.3 PASADOR D	x			1
2.4 PASADOR B	x			2
2.5 SEGURO	x			2
3.1 EJE ROSCADO		x		1
3.2 ARTICULACIÓN A		x		1
3.3 ARTICULACIÓN B	x			1
3.4 MANIVELA PASADOR	x			1

5. Proceda a imprimir o a cortar las piezas, con ayuda del respectivo manual o procedimiento según corresponda para cada maquina



6. Tome las piezas y realice el respectivo ensamble



Tiempo estimado

Impresión de piezas 10 horas

Cortado de piezas 10 min

Así como en la guía de la Abrazadera de torsión de Kant, se espera seguir la metodología del diseño para procesos posteriores y de forma general, establecido en detalle en el (Anexo C) y esquematizado brevemente a continuación Figura 26.

Figura 26 Metodología del diseño



Fuente: Autores

4.COSTOS

En este apartado se muestran los costos directos para poner en marcha el laboratorio, en los cuales se destacan tres rubros como el costo personal, costos de máquinas y costos de materia prima

4.1 Costos Personal

A continuación, se detallan los costos para los sueldos del personal que desarrolla las actividades del laboratorio, en este caso se considera que los auxiliares deben completar 120 horas de trabajo al semestre Tabla 11.

Tabla 11 Costos Personal

COSTO PERSONAL			
CARGO	SALARIO SEMESTRE 1	SALARIO SEMESTRE 2	SALARIO ANUAL
Auxiliar 1	\$ 908.526,00	\$ 908.526,00	\$ 1.817.052,00
Auxiliar 2	\$ 908.526,00	\$ 908.526,00	\$ 1.817.052,00
Docente	N/A	N/A	
		TOTAL	\$ 3.634.104,00

Fuente: autores

Entre las funciones que desempeñan los auxiliares del laboratorio están:

- Supervisar las actividades de los estudiantes o usuarios
- Realizar labores de mantenimiento predictivo y correctivo asegurando las condiciones de uso de los equipos
- Controlar la salida y entrada de quienes realizan actividades en laboratorio, mediante el sistema de gestión de reservas del laboratorio
- Realizar cualquier otra actividad similar a las anteriores, según lo requiera el encargado o jefe del laboratorio

4.2 Costos maquinaria básica

Los costes de maquinaria incluyen los equipos que se habían preseleccionado como son la maquinaria básica, computadores y equipos de red Tabla 12.

Tabla 12 Costos maquinaria básica

COSTO MAQUINARIA BASICA				
ITEM	DESCRIPCION	COSTO UNITARIO	CANT	COSTO TOTAL
Impresora 3D MDF	Comgrow Creality Ender 3 Pro MDF	\$ 868.035,00	1	\$ 868.035,00
Impresora 3D Resina	Resina HALOT-SKY RESINA	\$ 3.609.359,50	1	\$ 3.609.359,50
Impresora 3D 3 en 1	Snapmaker Original 3 en 1	\$ 2.822.752,50	1	\$ 2.822.752,50
Cortadora lacer	grabador láser de co2 de 80w	\$ 12.980.898,00	1	\$ 12.980.898,00
Enrutadora CNC	Genmitsu 3018-PROVer Semi Assembled CNC Router Kit	\$ 1.313.520,00	1	\$ 1.313.520,00
Computadores	Desktop HP Pavilion TG01-107bla+ Monitor HP 24x de 23.8"	\$ 2.990.000,00	4	\$ 11.960.000,00
Router	router Tenda AC7 negro 100V/240V	\$ 134.990,00	1	\$ 134.990,00
Switch	Switch 16 Puertos 10/100 S16 Tenda	\$ 95.310,00	1	\$ 95.310,00
			TOTAL	\$ 29.077.170,50

Fuente: autores

4.3 Costos materia prima

Es esencial la inversión para la adquisición continua de materia prima, ya que de esta depende el correcto funcionamiento del laboratorio, en la Tabla 13 se muestra el costo de los productos semestral y anualmente.

Tabla 13 Costos materia prima

COSTO MATERIA PRIMA							
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	DEMANDA SEMESTRE		COSTO		COSTO ANUAL
			PRIMERO	SEGUNDO	SEMESTRE 1	SEMESTRE 2	
Filamento PLA	rollo 1 kg	\$ 70.000,00	4	4	\$ 280.000,00	\$ 280.000,00	\$ 560.000,00
Filamento ABS	rollo 1 kg	\$ 79.000,00	4	4	\$ 316.000,00	\$ 316.000,00	\$ 632.000,00
Lamina De Acrílico Transparente	Pack 6 Und 40 X 45cm X 4mm	\$ 96.900,00	1	1	\$ 96.900,00	\$ 96.900,00	\$ 193.800,00
Lamina De Acrílico Color	Lam 40 X 45cm X 4mm	\$ 253.800,00	3	3	\$ 761.400,00	\$ 761.400,00	\$ 1.522.800,00
Lamina Tabla Mdf	70x100 Cms 4mm Por 5 Unds	\$ 48.000,00	1	1	\$ 48.000,00	\$ 48.000,00	\$ 96.000,00
Aluminio	bloque 1 kg	\$ 6.000,00	6	6	\$ 36.000,00	\$ 36.000,00	\$ 72.000,00
Transporte y manejo de residuos	Una vez por semana	\$ 8.000,00	16	16	\$ 128.000,00	\$ 128.000,00	\$ 256.000,00
						COSTO ANUAL	\$ 3.332.600,00

Fuente: autores

Aunque la materia prima depende de la maquinaria adquirida, se debe tener en cuenta que algunas maquinas como el escáner 3D no requiere material adicional para funcionar ya que toma datos de un objeto 3D para recrearlo en un modelo virtual, a continuación, se describen los materiales comunes para las impresoras 3D y la cortadora laser.

•PLA (Acido poliláctico)

El PLA (ácido poliláctico) es un termoplástico biodegradable derivado de recursos renovables como el almidón de maíz o la caña de azúcar. Es uno de los bioplásticos más populares, utilizado para muchas aplicaciones que van desde vasos de plástico hasta implantes médicos.

- Resistencia a la tracción 37 MPa
- Alargamiento 6%
- Módulo de flexión 4 Gpa
- Densidad 1.3 g/cm³
- 173°C
- Es biodegradable para ciertas condiciones
- Productos comunes Copas, bolsas de plástico, cubiertos

•El ABS (acrilonitrilo butadieno estireno)

El ABS (acrilonitrilo butadieno estireno) es un termoplástico común bien conocido en la industria del moldeo por inyección. ¿El ejemplo más típico de su uso? Todo el mundo ha tenido un ladrillo de LEGO en su mano, pues ese ladrillo está hecho de ABS, algunas de sus propiedades son:

- Resistencia a la tracción 27 MPa
- Alargamiento 3.5%
- Módulo de flexión 2.1 a 7.6 Gpa
- Densidad 1 a 1.4 g/cm³
- N/A (amorfo)
- No es biodegradable
- Productos comunes LEGO, carcasas electrónicas

- **Acrílico (polímero de metil metacrilato, PMMA)**

Las láminas de acrílico incoloro transparente nos brindan la oportunidad de atravesarlos con la mirada con claridad. El acrílico está presente en innumerables usos y aplicaciones gracias a sus extraordinarias propiedades, su gran transparencia capaz de permitir el 92% de paso de luz, la resistencia a la rotura y la garantía que proporciona frente a los rayos UV y a la intemperie en su uso exterior.

- **MDF Medium Density Fiberboard (Tablero de fibras de densidad media)**

Es un tablero hecho a partir de fibras de madera y resinas adhesivas mediante un proceso de alta presión y temperatura. Por la facilidad que ofrece para moldear, fresar, routear y pintar permite crear un sinfín de ambientes y mobiliario con terminados originales. Presenta un color uniforme y a diferencia de la madera no tiene beta, lo que en parte facilita el trabajo con este tipo de tableros.

5.CONCLUSIONES

- El fenómeno FabLab ha logrado que se instalen varios laboratorios en el país como se ha mencionado, pero el departamento de Santander a pesar de tener una ciudad universitaria no cuenta con uno, lo que no habla muy bien de las universidades de la región, a lo que hay que reaccionar implementando la instalación de uno lo antes posible.
- La escuela de ingeniería mecánica cuenta con el espacio suficiente y con capacidad de sobra para la instalación del laboratorio propuesto, al punto de poder centralizarlo y con zonas de apoyo como lo son la sala CAD, zona de diseño conceptual y zona de ensamblaje.
- Las maquinas en posesión de la escuela cuentan con un estado óptimo de funcionamiento, por lo que se deben tener en cuenta para instalar el laboratorio, a pesar de ello, la impresora es el elemento más usado por lo que se sugiere tener más de una.
- Si la universidad decide adquirir las maquinas propuestas en este proyecto, se obtendrá un laboratorio bastante completo, puesto que se buscó que cada maquina cumpliera con funciones específicas, resaltando el caso de las impresoras 3D.
- Una vez instalado el FabLab, Autodesk y SolidWorks concederán las licencias correspondientes para el uso del laboratorio.
- Los auxiliares y el laboratorista encargado tendrán una responsabilidad realmente importante, por lo que se deben tener los protocolos correctos para seleccionar el personal.
- Las actividades propuestas fueron estudiadas cuidadosamente para acercar de muchas formas a los estudiantes frente al laboratorio, para mayor efectividad es indispensable el compromiso de cada estudiante con su propio aprendizaje, por ello se espera que los estudiantes busquen el acercamiento independiente al laboratorio para futuros proyectos individuales una vez superadas las actividades propuestas.

6.RECOMENDACIONES

- A pesar de la importancia que tiene la instalación y la evolución del laboratorio se recomienda prudencia al momento de adquirir maquinaria diferente a la que se propuso cuidadosamente en el presente proyecto.
- Con el paso del tiempo y estando el laboratorio en función, se puede extender el horario de trabajo para el que fue propuesto en un principio, incluyendo por ejemplo en sus funciones, apoyar a diversos grupos de investigación y a estudiantes de forma independiente.
- Debido a que este proyecto de manera general se encuentra en una fase primaria, se recomienda estar a la vanguardia con los respectivos avances tecnológicos vinculados al FabLab, estando en continua mejora en cuanto a la optimización de la comunicación entre máquina-ordenador.
- Una vez comience el montaje del laboratorio, simultáneamente se deberá comenzar el diseño de la página web, dado que esta representará el FabLab de la universidad frente al público y no menos importante, frente a los demás FabLabs del mundo.
- Las actividades propuestas están diseñadas especialmente para asignaturas como diseño gráfico y diseño básico, no obstante, y con seguridad, el laboratorio enriquecerá la experiencia académica de muchas más materias que manejan PROYECTO DE ASIGNATURA como Mecánica de máquinas, Diseño de máquinas 1, Diseño de máquinas 2, Sistemas térmicos, Sistemas mecatrónicos y sistemas de control.

BIBLIOGRAFÍA

ALEMÁN Jorge, MATA María. GUÍA DE ELABORACIÓN DE UN MANUAL DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO, TALLER O CAMPO: ASIGNATURAS TEÓRICO PRÁCTICAS. Universidad Autónoma de Chapingo. 2006.

CENTRO DE BITS Y ATOMOS. [sitio web]. Cambridge Ma: CBA. [Consulta 14 de junio del 2021]. Disponible en: <http://cba.mit.edu>

FABFOUNDATION. [sitio web]. Cambridge Ma: CBA. [Consulta 10 de junio del 2021]. Disponible en: <https://fabfoundation.org>

FABLAB CALI. [sitio web]. Cali COLOMBIA. [Consulta 21 de junio del 2021]. Disponible en: <https://www.uao.edu.co/ingenieria/docente-uao-participa-en-libro-sobre-artesania-digital/>

FABLAB CHOCO. [sitio web]. Choco COLOMBIA. [Consulta 21 de junio del 2021]. Disponible en: <http://fablabchoco.org/>

FABLAB SENA NEIVA. [sitio web]. Neiva COLOMBIA. [Consulta 21 de junio del 2021]. Disponible en: <https://www.fablabs.io/labs/fablabsenaneiva>

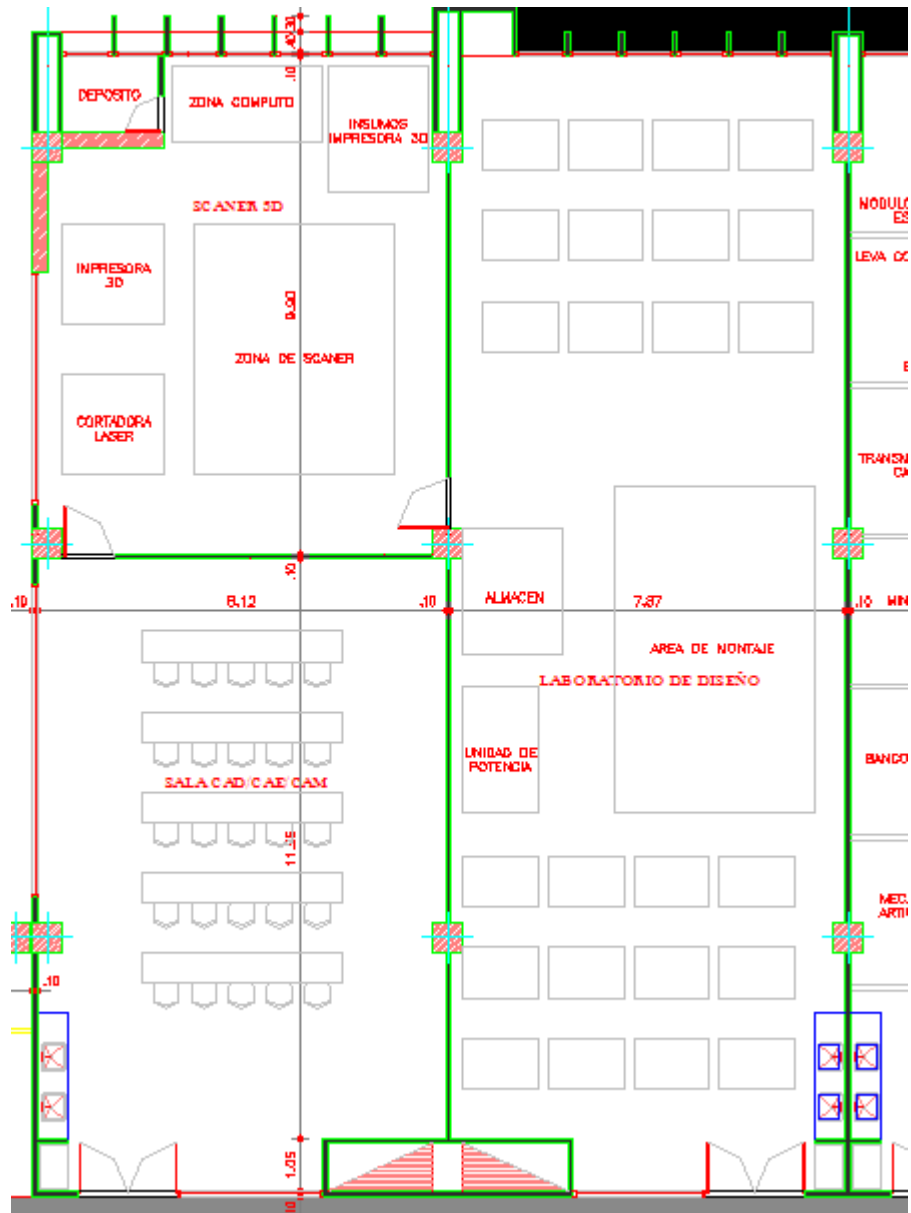
GERSHENFELD Neil, GERSHENFELD Alan y GERSHENFELD Joel Cutcher. How to Survive and Thrive in the Third Digital Revolution. New York. Basics books. 2017, pp 13-32. ISBN 9780465093489

OSORIO, Johan. MEJIA, Yurgen. Diseño y construcción de una impresora 3D para uso académico, Trabajo de grado ingeniero mecánico, Bucaramanga Universidad Industrial de Santander, 2018.

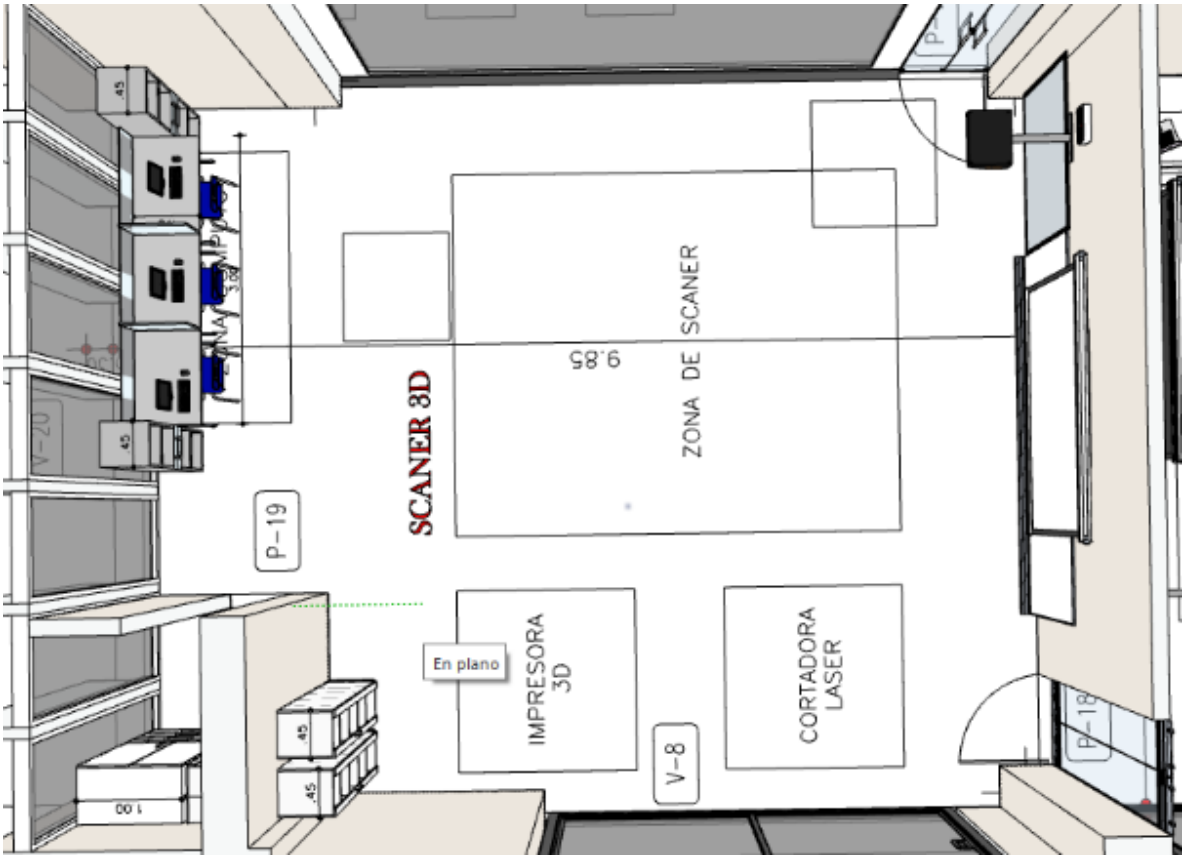
PEREZ, Ramiro Javier, Diseño y construcción de un montaje físico e informático que facilite el escaneo de piezas 3d mediante fotografías para realizar tareas de ingeniería inversa en un entorno CAD. Trabajo de grado ingeniero mecánico, Bucaramanga Universidad Industrial de Santander, 2020.

LISTA DE ANEXOS

Anexo A Plano laboratorios de diseño y sala CAD



Anexo B Laboratorio secundario del laboratorio de diseño



Anexo C Modelo practica de laboratorio de fabricación digital



FAB LAB Escuela de ingeniería mecánica UIS

Actividades Laboratorio de Fabricación Digital

MODELO PRACTICA DE LABORATORIO DE FABRICACION DIGITAL



NOMBRE DE PRACTICA	
Desarrollo proyecto según asignatura	
OBJETIVO GENERAL	
Aplicar las tecnologías disponibles en el laboratorio de fabricación digital para la fabricación de prototipos.	
OBJETIVOS ESPECIFICOS	
<ul style="list-style-type: none">• Diseñar objetos reproducibles de acuerdo con las capacidades de las máquinas• Proceder a realizar las etapas transición de datos del modelo para reproducir la pieza• Realizar el ensamblado respectivo	
EQUIPOS Y MATERIALES	
<p>Software</p> <ul style="list-style-type: none">• SolidWorks(2h/Semana) <p>Hardware</p> <ul style="list-style-type: none">• Impresora 3D(4h/semana)• Cortadora laser(2h/semana) <p>Guías</p> <ul style="list-style-type: none">• Diagrama de flujo para el proceso de impresión 3d mediante modelado por deposición fundida FDM• Diagrama de flujo para el proceso de corte laser	
METODOLOGIA	
<ol style="list-style-type: none">1. Organizar grupos de estudiantes2. Lograr establecer una problemática social con una solución posible y coherente.3. Debatir en grupo las posibles ideas que surjan para abordar la problemática escogida.	



4. Debatir en grupo de acuerdo con el proyecto que tengan definido, las características geométricas, materiales y generar el diseño conceptual de lo que se espera sea el resultado y luego el modelo usando software de diseño 3D
5. Presentar el modelo al profesor o auxiliar de laboratorio para su respectiva revisión de características geométricas, capacidad de la maquina y comprobar que la maquina es compatible para reproducir el modelo
6. De no ser compatible el modelo con la maquina el profesor solicitara respectivas correcciones al diseño para que los estudiantes puedan mejorar el diseño y de nuevo presentar el modelo para su revisión.
7. Con la ayuda de las guías del laboratorio se realizan el respectivo proceso según corresponda la maquina
8. Habiendo realizado los acabados finales a las piezas se procede al ensamblado del prototipo y se comprueba el funcionamiento.

Tiempo estimado

8 horas del semestre

Anexo D Introducción del laboratorio



FAB LAB Escuela de ingeniería mecánica UIS

Actividades Laboratorio de Fabricación Digital

INTRODUCCIÓN DEL LABORATORIO. DESCRIPCION MAQUINAS

ESPECIFICACIONES y FUNCIONAMIENTO



Introducción

Por medio de este documento se pretende mostrar una introducción hacia el laboratorio de fabricación digital en la escuela de ingeniería mecánica de la universidad industrial de Santander. El fin es fundar los conceptos básicos del funcionamiento del laboratorio, así mismo establecer los criterios mínimos para uso del laboratorio, permitiendo construir sus bases, ofreciendo sus servicios de manera oportuna y ágil a estudiantes profesores e investigadores de la escuela y de la comunidad universitaria.

Objetivos

- Generalidades
- Normas de uso del laboratorio
- Planta física y áreas de trabajo
- Descripción maquinaria
- Diagramas de flujo

Generalidades

El laboratorio de fabricación digital de la escuela de ingeniería mecánica es un espacio donde particularmente estudiantes profesores e investigadores, que deseen realizar sus diseños, pueden acceder a los servicios que ofrece el laboratorio a través de maquinaria operada por control numérico, básicamente esta maquinaria se compone por cortadora laser, impresora 3D FDM, Router CNC y fresadora CNC.

Normas de uso del laboratorio

En las actividades de laboratorio se exigen seguir unas normativas, precauciones y o prohibiciones para minimizar los diferentes tipos de riesgos sobre los usuarios del laboratorio, como el uso adecuado de equipos de protección, aclaración a los asistentes sobre las operaciones que están prohibidas deben realizarse bajo



supervisión y de la ejecución de las actividades según la secuencias y tiempos establecidos.

El usuario es la persona que accede a los servicios del laboratorio siempre y cuando este autorizado por el auxiliar o la persona encargada del laboratorio, el auxiliar del laboratorio es la persona encargada de operar las máquinas y se encarga del respectivo mantenimiento, así mismo asistir las dudas de los usuarios sobre el uso del FabLaB.

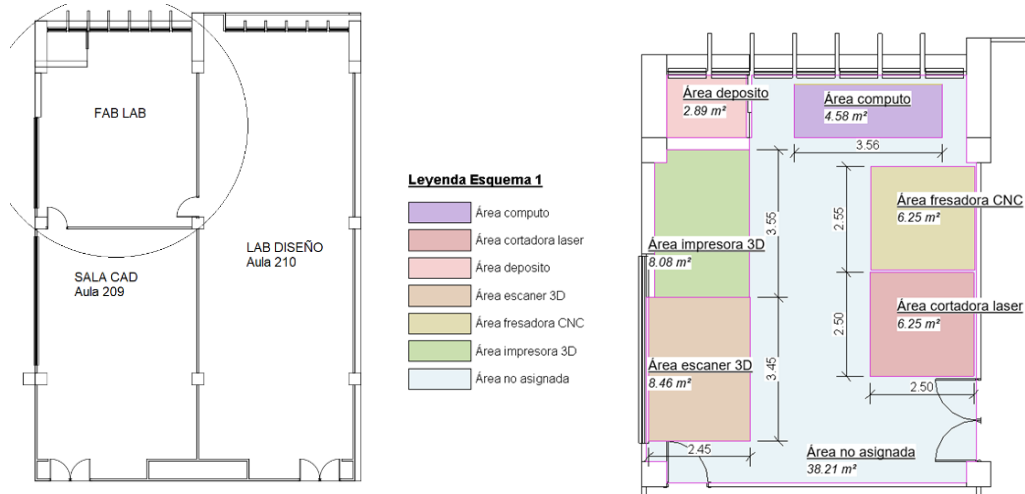
Para profundizar mas sobre protección del usuario se sugiere consultar los manuales del fabricante según la máquina, donde el usuario se puede informar sobre riesgos que pueden presentarse por acciones inadecuadas, imprudencias o errores.

Planta física y áreas de trabajo

Actualmente el laboratorio de diseño se divide en dos salones, entrando por el acceso 210 del pasillo del nuevo edificio, se encuentra el laboratorio principal donde están ubicados los bancos de trabajo relacionadas con el diseño elementos de máquinas y demás mobiliario, estando en el laboratorio principal a mano izquierda se tiene un segundo acceso a un laboratorio de fabricación digital que a su vez esta tiene puerta de acceso hacia la sala del aula 209 o sala CAD grafico izquierdo, dentro del laboratorio se contemplan las zonas de trabajo como son las áreas de depósito, área de cómputo y áreas de maquinaria operada por control numérico como se observa en la imagen derecha del esquema

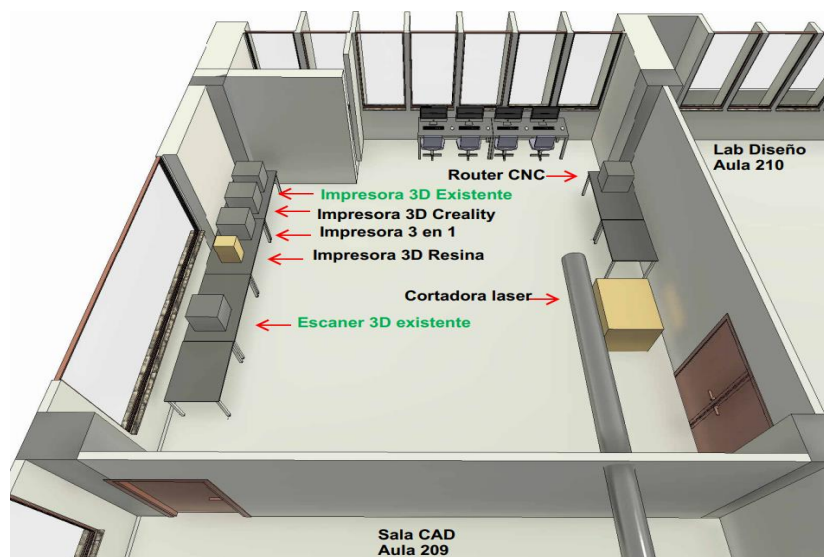


Ubicación del laboratorio y áreas de trabajo del laboratorio



De la misma manera dentro de las zonas de trabajo se ubican la maquinaria y demás mobiliario según el tipo de trabajo para las que fueron diseñadas, teniendo en cuenta que la disposición en donde las mesas están pegadas a la pared como se muestra en siguiente grafico

Distribución de máquinas, equipos de cómputo y demás mobiliario





Descripción maquinaria

- **Impresora 3D**

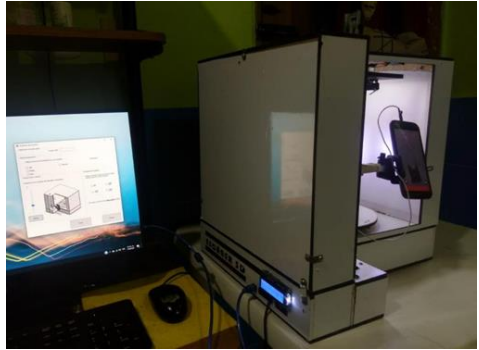
INFORMACÓN GENERAL DEL EQUIPO								
MAQUINA		Impresora 3D		UBICACÓN		Lab. Diseño		
TIPO		Impresora 3D cartesiana		SECCÓN		Zona impresi3n 3D		
FABRICANTE		Johan Osorio, Yurgen Mejia		Nº SERIE		N/A		
MODELO		V1,0		Nº INVENTARIO				
CARACTERISTICAS GENERALES DEL EQUIPO								
PESO			ALTO	500 mm	ANCHO	500 mm	LARGO	500 mm
ESPECIFICACIONES TECNICAS DEL EQUIPO					FOTO DE LA MAQUINA			
TECNOLOGIA DE MODELADO			FDM					
PESO DEL PRODUCTO								
ESPESOR DE LA CAPA			1,75 mm					
TIPO FILAMENTO			ABS y PLA					
SISTEMA OPERATIVO			Windows					
SOFTWARE			Ultimaker Cura					
PRESICI3N IMPRESI3N			Buena					
DIAMETRO FILAMENTO			1,75 mm					
FUNCI3N								
Impresora 3D d bajo costo por deposicion de material fundido (MDF), con capacidad para contruir solidos con dimensiones de hasta 200x200x200 mm^3								





• **Scanner 3D**

INFORMACIÓN GENERAL DEL EQUIPO							
MAQUINA	Escaner 3D			UBICACIÓN	Laboratorio Diseño		
TIPO	Fotogrametría con celular			SECCIÓN	Zona Escaner 3D		
FABRICANTE	Ramiro Javier Perez Vergara			N° SERIE	N/A		
MODELO	V1,0			N° INVENTARIO			
CARACTERISTICAS GENERALES DEL EQUIPO							
PESO		ALTO	500 mm	ANCHO	500 mm	LARGO	500 mm
ESPECIFICACIONES TECNICAS DEL EQUIPO				FOTO DE LA MAQUINA			
TECNOLOGIA DE ESCANEO	Escaneo 3D por fotogrametría						
PESO DEL PRODUCTO							
RESOLUCIÓN CAMARA	13 megapixeles						
FUENTE DE LUZ	Iluminación difusa por LED's de 12 v						
SISTEMA OPERATIVO	Windows						
SOFTWARE	VisulaSFM y Meshlab						
CALIDAD ESCANEO	Buena						
FORMATO DE SALIDA	.PLY .XYZ						
FUNCIÓN							
Impresora 3D d bajo costo por deposicion de material fundido (MDF), con capacidad para contruir solidos con dimensiones de hasta 200x200x200 mm^3							



Diagramas de flujo

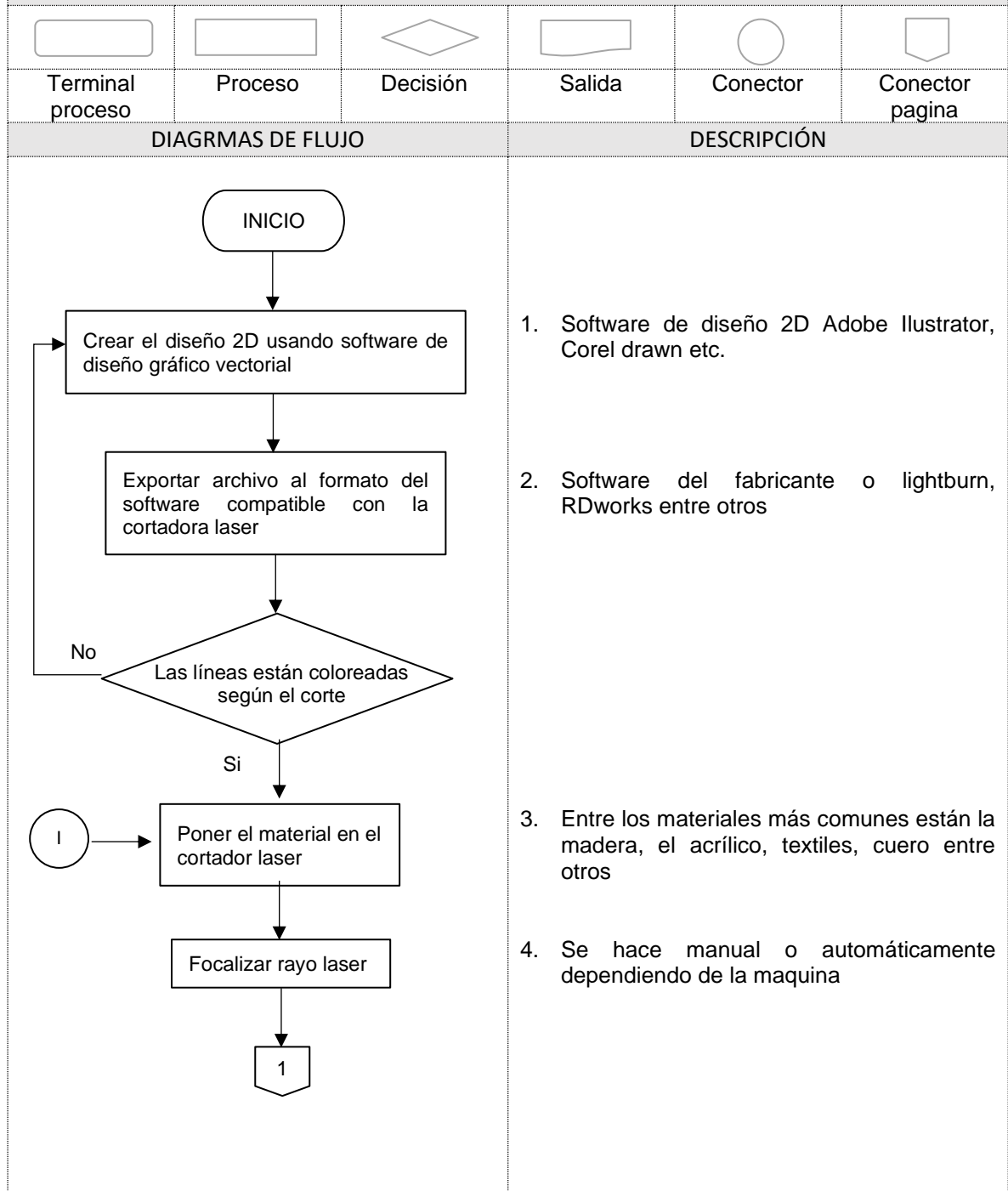
las maquinas operadas por control numérico deben ceñirse a una serie de pasos, ya que la interacción entre maquina y usuario depende los buenos resultados de la operación, el diagrama de flujo permite representar las actividades que el usuario debe seguir mientras adquiere confianza con las maquinas del laboratorio ya que esta es una acción repetitiva, inclusive ofrece la posibilidad de mejorarse continuamente según el criterio y la experiencia del usuario.

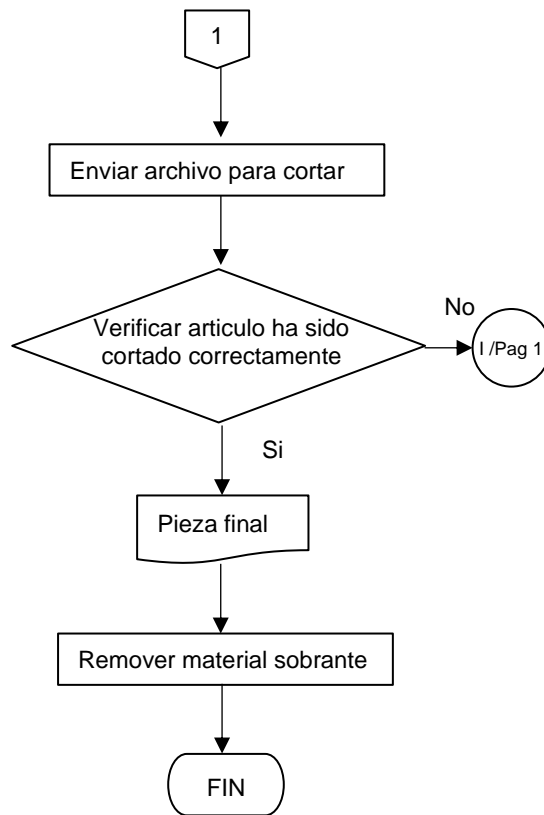


DIAGRAMA DE FLUJO PARA EL PROCESO DE CORTE LASER

Objetivo

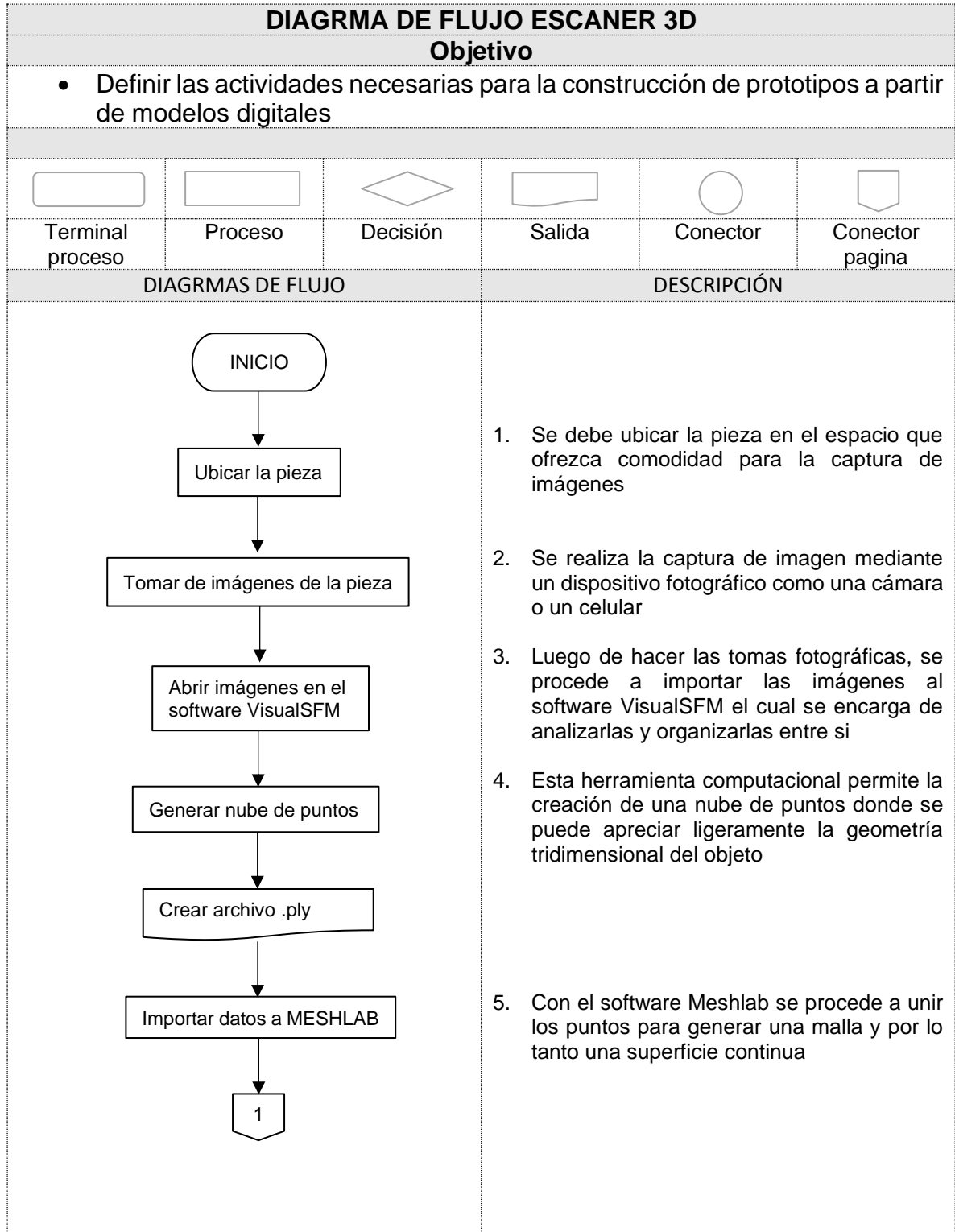
- Definir las actividades necesarias para la construcción de prototipos a partir de modelos digitales

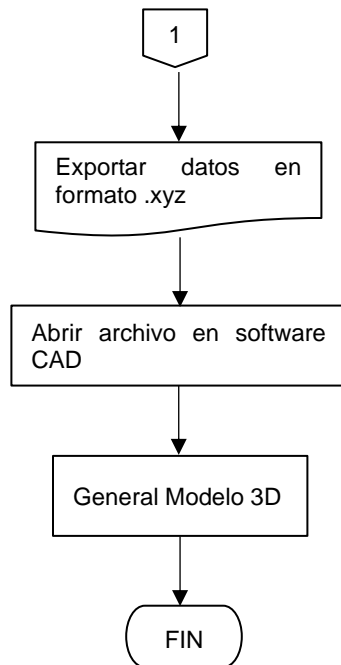




5. Se ordena el corte desde el computador

6. Se extrae la pieza final y se retiran los excesos de material y se verifica que la pieza cumpla con características planeadas





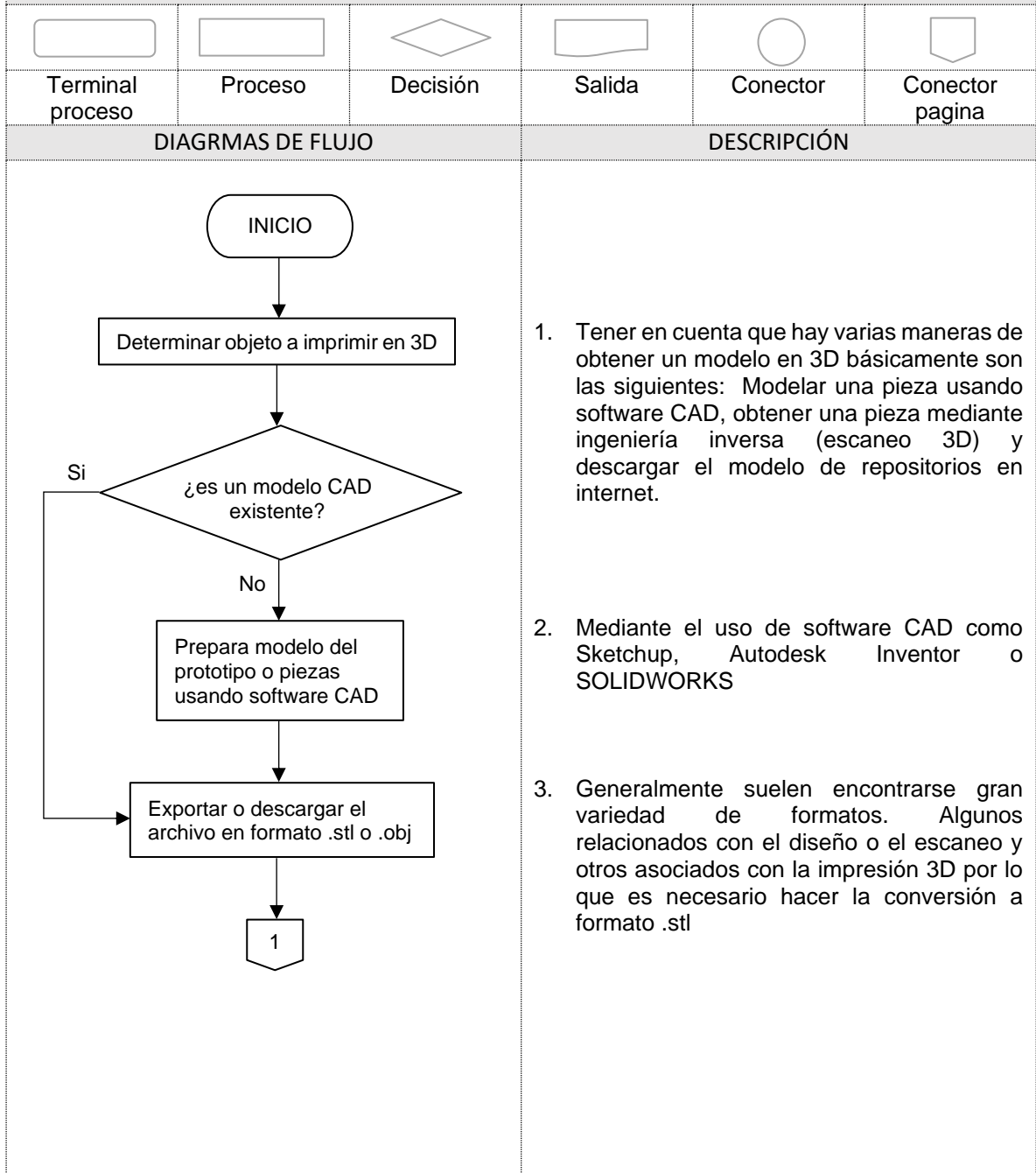
6. Por último, se importa este archivo a un software de diseño asistido por computadora como solidworks
7. Teniendo el archivo dentro del software CAD es posible trabajar sobre el modelo como hacer mejoras o modificaciones incluso imprimir el modelo.

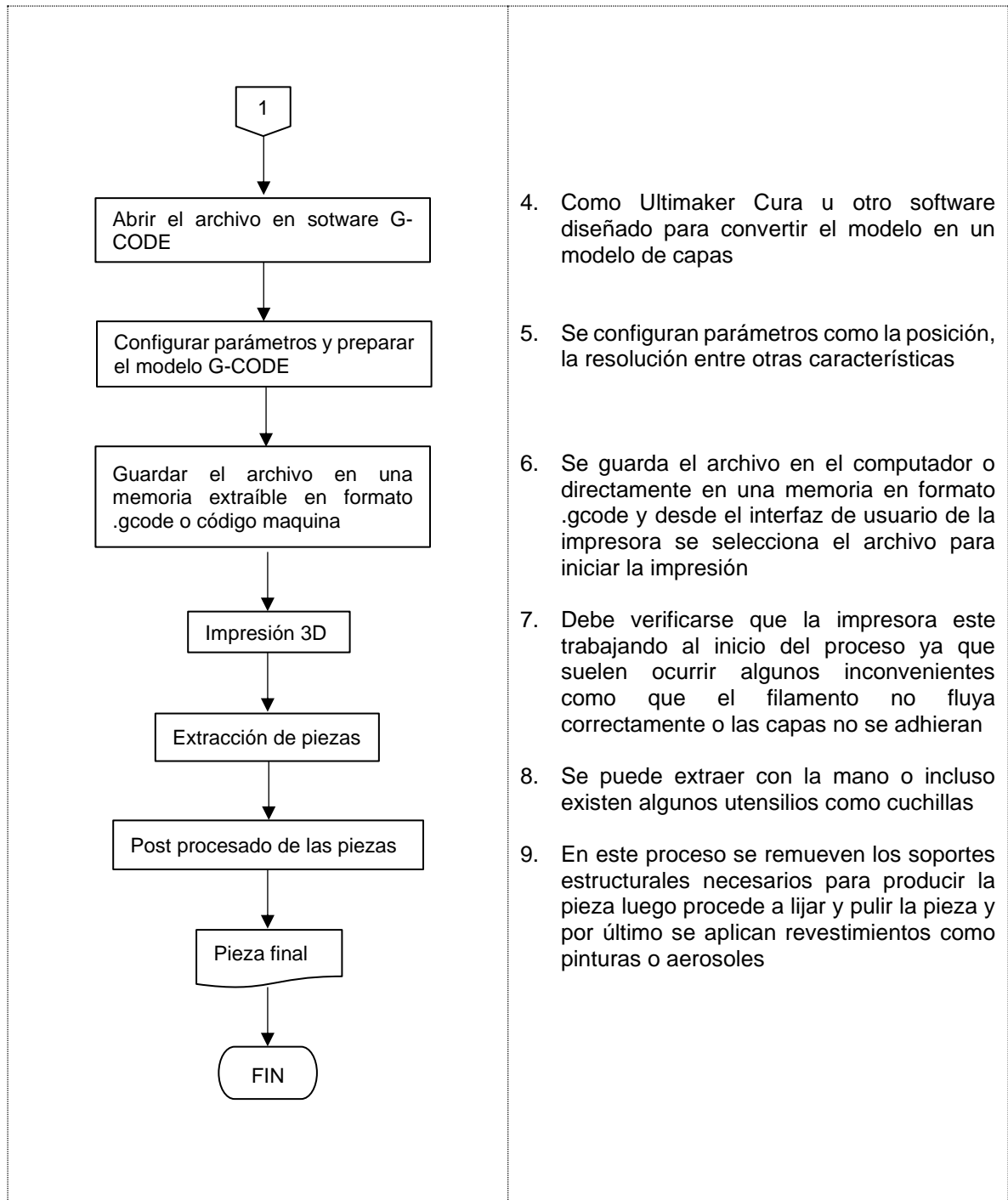


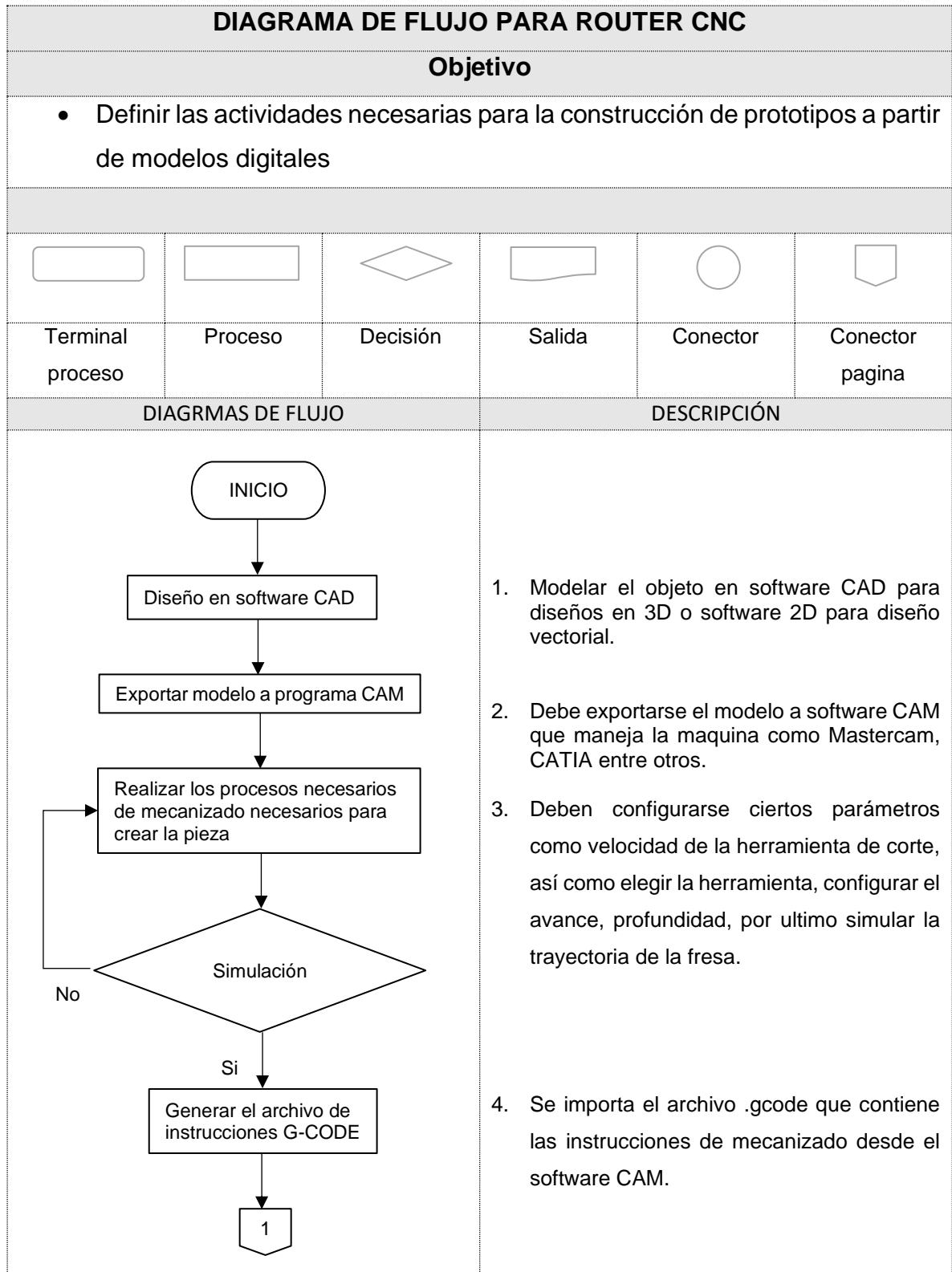
DIAGRAMA DE FLUJO PARA EL PROCESO DE IMPRESIÓN 3D MEDIANTE MODELADO POR DEPOSICION FUNDIDA FDM

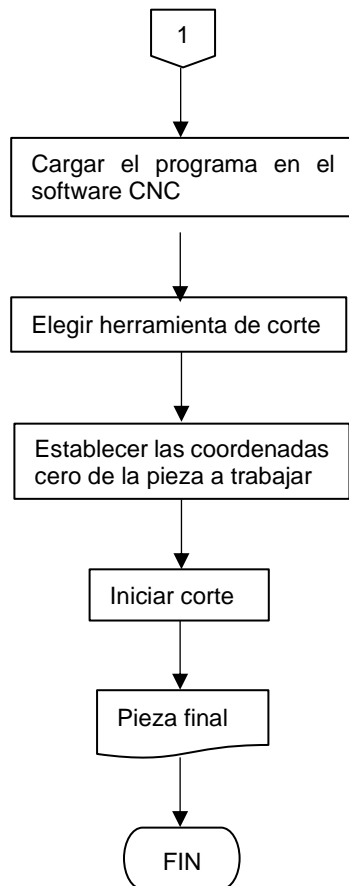
Objetivo

- Definir las actividades necesarias para la construcción de prototipos a partir de modelos digitales









5. Se guarda el archivo en el computador o directamente en una memoria en formato .gcode y desde el interfaz de usuario de la maquina CNC se busca el archivo.
6. Se hace la instalación manual de la fresa o herramienta de trabajo.
7. Se eligen los puntos cero de referencia de la máquina de acuerdo con la configuración que se tiene en el software CAM, procurando que la maquina haga el trabajo según lo planeado.
8. Verificar que la pieza de trabajo está asegurada e iniciar el proceso de corte.



FAB LAB
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA UIS

Universidad Industrial de Santander
Escuela de Ingeniería Mecánica
Página 96 de 100

Anexo E Optimización en producción de modelos en 2D y 3D.



FAB LAB
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA UIS

FAB LAB Escuela de ingeniería mecánica UIS

Actividades Laboratorio de Fabricación Digital

OPTIMIZACIÓN EN PRODUCCIÓN DE MODELOS EN 2D y 3D.



Introducción

Determinar los procesos de manufactura más adecuados, son los procedimientos y sistemas utilizados por las compañías para resolver problemas técnicos en producción, por tal motivo los laboratorios de fabricación digital no están exentos de encontrarse con conflicto similares.

En esta guía se pretende abordar algunos puntos de vista de la transición del diseño digital hasta la manufactura del producto físico, con el objetivo de optimizar la manufactura dentro del laboratorio

Objetivos

- Valoración de proyectos según criterio
- Diseño para manufactura y ensamble

Valoración de proyectos según criterio

El usuario debe tener en consideración algunos criterios para determinar la viabilidad de la construcción, los criterios son los siguientes.

CRITERIO	DESCRIPCION
Originalidad	Esta característica hace que la obra se distinga de las demás, dado que este tipo de laboratorios esta diseñado a apoyar las ideas y lo novedoso
Posibilidad de materializar prototipo	Este aspecto refiere a la capacidad que tienen las maquinas para construir un objeto, dado que siempre se van a encontrar limitaciones en la construcción, resultado de diversos factores desde el diseño del modelo, materia prima, capacidad de construcción de la maquina entre otros.
Funcionalidad	Hace referencia a que es capaz de desempeñar una función eficientemente y trabaje según el diseño.
Costos de producción	Es uno de los criterios mas importantes que debe tener en cuenta el usuario al momento de tomar decisiones pues siempre se busca que el costo de producción sea mínimo y genere la mayor utilidad posible.
Tiempo de producción	Tiempo de producción es el tiempo que toma el proceso en desarrollarse completamente, es decir es el tiempo que toma la pieza finalizar completamente su fase de producción.

Aunque en la industria existen muchos otros factores que influyen en la sostenibilidad de un producto, estos razonamientos se van adquiriendo a medida



que el usuario adquiriera experiencia con el laboratorio y desarrolle nuevas habilidades según el trabajo que este desarrollando.

Diseño para manufactura y ensamble

Es un enfoque para el diseño de productos que incluye sistemáticamente consideraciones sobre la manufacturabilidad y la ensamblabilidad en el diseño. El incluye cambios organizacionales y principios y directrices de diseño.

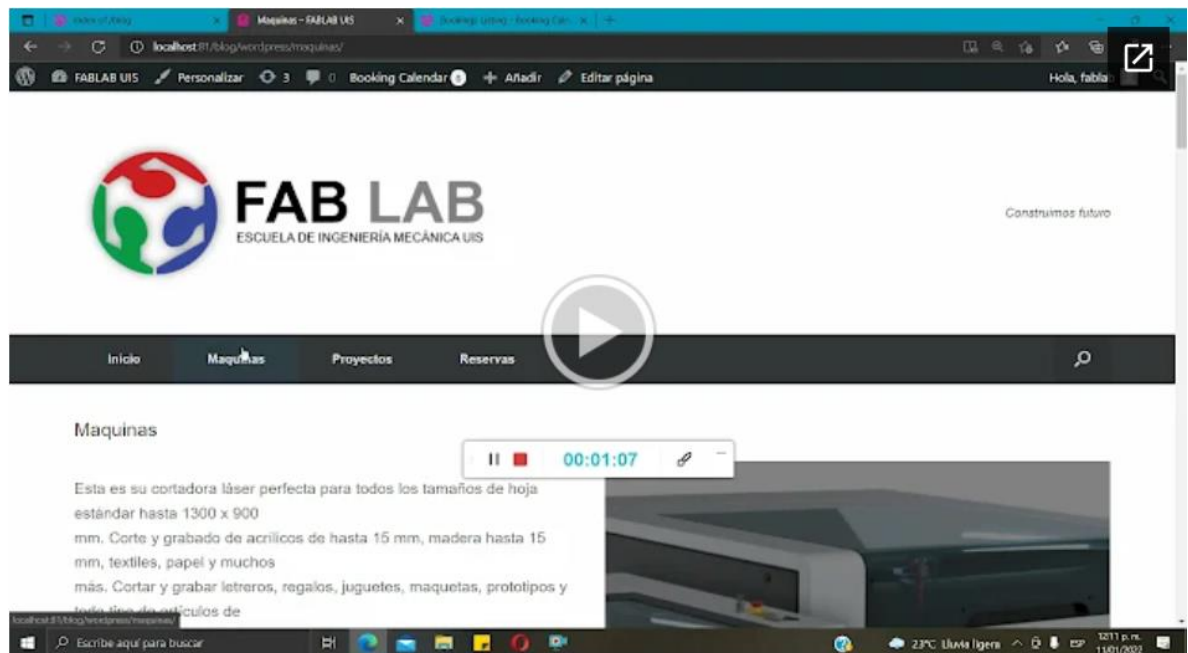
Principios y directrices generales en el diseño para manufactura y ensamble se resumen en la siguiente tabla

Directriz	Ventajas y oportunidades
Minimizar la cantidad de componentes	<ul style="list-style-type: none">• Se reducen los costos de ensamble• El producto final es más confiable porque hay menos conexiones.• Deben comprarse menos piezas, lo que reduce los costos por ordenar
Utilizar componentes estándar disponibles comercialmente	<ul style="list-style-type: none">• Se reduce el tiempo y el esfuerzo de diseño• Se evita el diseño de componentes con ingeniería personalizada.• Existe una menor cantidad de piezas.
Diseñar para facilitar la fabricación de piezas.	<ul style="list-style-type: none">• Simplifica la configuración geométrica de piezas; evita características innecesarias.• Deben evitarse los requerimientos de acabado superficial innecesarios porque podría requerirse un procesamiento adicional.
Diseñar el producto para que no puedan cometerse equivocaciones durante el ensamble.	<ul style="list-style-type: none">• El ensamble no debe ser ambiguo• Los componentes deben diseñarse para que sólo puedan ensamblarse de un modo• En ocasiones deben agregarse características geométricas especiales a los componentes.



Diseñar para facilitar el ensamble.	<ul style="list-style-type: none">• Diseñar el ensamble usando piezas base a la que se agregan otros componentes.• Los sujetadores roscados (tornillos, pernos, tuercas) deben evitarse siempre que sea posible, en especial cuando se usa ensamble automatizado; en su lugar pueden usarse técnicas de ensamble rápido, como sujeción automática y pegado.
Usar un diseño modular.	<ul style="list-style-type: none">• Cada subensamble debe constar de cinco a 15 piezas.• Reduce los requerimientos de inventario• Se minimiza el tiempo de ensamble final.
Eliminar o reducir los ajustes requeridos	<ul style="list-style-type: none">• Los ajustes consumen tiempo en el ensamble.• Los ajustes consumen tiempo en el ensamble.
<p>Aunque suele suceder que algunas de las directrices mencionadas entren en conflicto como por ejemplo algunas veces son deseables características adicionales de piezas, para evitar el acoplamiento incorrecto de los componentes, por tales motivos debe encontrarse un equilibrio entre diseño para manufactura y diseño para ensamblaje.</p>	

Anexo F Video plataforma web y sistema de reservas en WordPress



Clic sobre la imagen o a través del siguiente enlace:

<https://drive.google.com/file/d/1FQGUuX9sC7-mlqfbMBMVplbLIII8PANg/view?usp=sharing>