

Nombre del semillero de investigación

SEMILLERO DE INVESTIGACION EN MOVILIDAD (SEMOVIL)

Nombre del proyecto

USOS Y APLICACIONES DE LA ARCILLA DE PROTOTIPADO-CLAY EN EL ECOSISTEMA DE MANUFACTURA DIGITAL CAD-CAM-CAE DE LA ESCUELA DE INGENIERIAS.

Año

2022

Marco del Proceso de ASC: Fortalecimiento o solución de asuntos de interés social.

Este semillero de investigación forma parte de la estrategia de Investigación Formativa de la Universidad EAFIT que ratifica su compromiso con el desarrollo de la Ciencia, la Tecnología, la Innovación y la Creación y lo establece como uno de sus ejes misionales. Con el desarrollo de iniciativas como estas, aportamos a los procesos científico-tecnológicos y creativos que se desarrollan en el seno de su comunidad universitaria y cómo estos permean las experiencias de aprendizaje de los estudiantes.

En el propósito de cultivar talentos y vocaciones científicas y creativas el rol del profesor es vital, ya que es quien desde su pasión, experiencia y conocimiento acerca a los estudiantes a las técnicas propias del saber científico y diseña experiencias de aprendizaje que aporten a la construcción de procesos investigativos.

En consonancia con los [Lineamientos de Investigación Formativa de la Universidad](#), se describe a continuación los principios que rigieron la ejecución del componente con sus resultados, en términos del fortalecimiento de asuntos de interés social, del presente proyecto:

Objetivos del semillero en clave de fortalecimiento de la práctica educativa

El semillero de movilidad SEMOVIL; se formó en el año 2009; como parte de los semilleros de investigación del programa de ingeniería de diseño de producto; con el fin de explorar temas relacionados con: Movilidad sostenible, Diseño de Vehículos y Procesos de diseño de productos, enfocados en transformación digital y nuevas

MedellínNIT 890901389
Carrera 49 # 7 sur-50
(57) 604 261 95 00**Pereira**Carrera 19 # 12-70
Megacentro Pinares
(57) 606 321 41 15**Bogotá**Carrera 15 # 88-64
oficina 401
(57) 601 611 46 18**Llanogrande**Km 3.5 vía Don Diego –
Rionegro
(57) 322 529 4323

tecnologías para aplicar a los mismos. Todo ello a partir de inculcar los principios metodológicos de la Investigación; a través de proyectos de carácter exploratorio y experimental en su mayoría. Dentro de los proyectos destacados del semillero; está el desarrollo de una “Arcilla de Prototipado” o CLAY industrial (2013-2019), junto con Ingeniería de Procesos; proyecto con el cual se obtuvo una Patente de Invención por parte de la SIC en Colombia.

Metodología

Al optimizar las aplicaciones de la arcilla de prototipado industrial desarrollada en EAFIT, se hace posible el empleo de un material que es más amigable con el medio ambiente, más barato y de mayores prestaciones que los materiales de prototipado comúnmente encontrados en el mercado (vgr. icopor, espuma, etc.) Dicho material ya se comercializa en la Universidad EAFIT para cursos de pregrado, pero todavía debe ser estandarizado para su uso con máquinas herramientas, más allá de aplicaciones de moldeado manual o con herramientas de esculpido manual usadas para tallar arcillas o cerámicas. Actualmente no se cuenta con un procedimiento estandarizado para el uso del CLAY con las diferentes máquinas-herramientas y/o de control numérico (CNC) tales como Tornos, Fresadoras, Ruedadoras, Cortadoras o Robots de manufactura etc. con los cuales cuenta el centro de laboratorios. Por esta razón es importante abordar esta investigación en donde se desarrollarán flujos de trabajo óptimos, procesos y herramientas adecuadas para maximizar las formas de trabajo con el material. Adicional a esto se pretende definir las diferentes presentaciones en las cuales la arcilla industrial se venderá y se podrá ofrecer para las diferentes aplicaciones investigadas previamente. Igualmente se harán diversos trabajos de tipo creativo (Diseño de Objetos) con la arcilla; para demostrar los diferentes alcances y aplicaciones del producto. Por ésta razón; el proyecto entra en la categoría de: INVESTIGACIÓN-CREACIÓN

Resultados obtenidos

Como conclusión general pudimos evidenciar que la arcilla de prototipado o clay, debe tratarse como material plástico ya que la velocidad de uso de las máquinas para este tipo de material es óptimo ya que permite trabajar de manera más adecuada y los acabados superficiales son más precisos. • Siempre es necesario tener un proceso previo y posterior al trabajo con clay, en el que se requiere adecuar el espacio de trabajo y la máquina o herramienta seleccionada para trabajar y aprovechar al máximo el material resultante de los procesos ya que esta arcilla

podría rehusarse. • Después de haber terminado los procesos, es necesario retirar los excesos de clay que pudieron haber quedado adheridos en la máquina o herramienta, hacer un buen aseo general y retirar los aditamentos que fue necesarios utilizar para la máquina. • En cada uno de los diferentes vaciados durante el proyecto; se evidenció que cuando se refunde el clay es necesario llevarlo al punto de material particulado ya que si se usan partes grandes en el proceso de fundición éste se verá afectado y por consiguiente el próximo vaciado que se haga, no será homogéneo y se afectará en sus capacidades mecánicas. • Las herramientas electromanuales requieren cierta habilidad manual-artesanal debido a las características maleables del material. Por ejemplo, el torno del bloque 19 es más preciso y no requiere de un tratamiento previo del material para poder usarse. • Es necesario definir adecuadamente los procesos requeridos en el mecanizado del material para poder definir de manera más adecuada las herramientas o máquinas a usar. • Se recomienda emplear procesos que aproximen al detalle final si la máquina/ herramienta no es precisa y luego hacer los detalles y acabados de forma manual empleando las herramientas de tallado disponibles en el taller de clay.

Descripción del fortalecimiento, la solución o el mejoramiento de la práctica educativa

Después de las mejoras realizadas es posible tener una producción estándar y controlada de la arcilla de modelado clay en la universidad EAFIT. Con los cambios realizados no solo se recortó el tiempo de producción sino que se logró mejorar drásticamente la calidad del material. • El nuevo rol del semillero SEMOVIL como proveedor de Clay para actividades académicas abre las puertas para la futura comercialización del material en un contexto local. Sin embargo, para lograr este objetivo es necesario antes demostrar el valor de este producto en las industrias creativas colombianas. • Debido a la manipulación de equipos industriales y sustancias a altas temperaturas, se recomienda que el proceso de fabricación se lleve a cabo con dos operarios mínimo para poder responder a accidentes o imprevistos. • Para la demanda actual de clay, las instalaciones provistas por la universidad EAFIT son adecuadas. Para una escala de producción mayor puede ser prudente la búsqueda de equipos que automatizan ciertas tareas de alto consumo de tiempo y energía como el partir la parafina y la medición de los materiales.

A partir de estas consideraciones, a continuación, se encuentra la sistematización del proceso.

UNIVERSIDAD EAFIT

PROYECTO
CLAY

ESCUELA DE INGENIERÍA - EAFIT

Semillero de Investigación SEMOVIL

INFORME DE INVESTIGACIÓN

AUTORES

Sebastian Giraldo Gómez, Alejandro Martínez Vanegas

ASESOR

Prof. Luis Fernando Sierra Z.

2022

UNIVERSIDAD
EAFIT[®]

TABLA DE CONTENIDOS:

1. INTRODUCCIÓN	3
2. JUSTIFICACIÓN	3
3. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	5
4. OBJETIVOS	5
3.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	5
5. MARCO TEÓRICO	6
6. METODOLOGÍA DE TRABAJO	6
7. CRONOGRAMA DEL PROYECTO	7
7.1 CUMPLIMIENTO DE ACTIVIDADES	8
8. ECOSISTEMA DE MANUFACTURA EAFIT-CLAB	10
8.1 DISEÑO DE PRUEBAS	10
8.2 FORMATOS DE PRUEBAS	12
9. EJECUCIÓN DE PRUEBAS	13
9.1 TALLER DE MADERAS	13
9.2 HERRAMIENTAS ELECTROMANUALES	13
9.3 MAQUINARIA ESTACIONARIA	13
10. TALLER DE METALMECÁNICA	25
11. MANUAL DE USO	27
12. EXPERIENCIAS Y RECOLECCIÓN DE DATOS	28
12.1 RÁPIDO DE DISEÑO	29
13. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES GENERALES	35
14. PARTICIPANTES	36
15. BIBLIOGRAFÍA	36

1. INTRODUCCIÓN

Las “Arcillas industriales” (Industrial Clay), son materiales que se pueden trabajar tanto de manera manual (esculpido) o digital (ruteado en CNC entre otros) y por sus propiedades es posible usarlas y reutilizarlas nuevamente, sin tener que desperdiciar material. Esta capacidad de modificar su estructura permite que se utilicen como material de moldeado para diferentes aplicaciones y campos; sobre todo en las etapas tempranas y finales del proceso de desarrollo de nuevos productos, es usada ampliamente para definir las características estéticas y visuales de los productos (forma y corporificación). La universidad EAFIT desarrolló una arcilla industrial con características similares a las importadas (Automotive Clay) con componentes locales; con lo cual se obtuvo una patente de invención ante la SIC; con el nombre: “PROCESO PARA LA OBTENCIÓN DE ARCILLAS INDUSTRIALES PARA PROTOTIPADO Y ARCILLAS OBTENIDAS” (2019). El presente proyecto, pretende determinar las posibilidades de uso de dicho material; a partir de su integración, dentro del ecosistema de manufactura digital del centro de laboratorios (Máquinas-Herramientas) de la Escuela de Ingenierías (CLAB); de la Universidad EAFIT.

2. JUSTIFICACIÓN:

Al optimizar las aplicaciones de la arcilla de prototipado industrial desarrollada en EAFIT, se hace posible el empleo de un material que es más amigable con el medio ambiente, más barato y de mayores prestaciones que los materiales de prototipado comúnmente encontrados en el mercado (vgr. icopor, espuma, etc.) Dicho material ya está disponible en la Universidad EAFIT para cursos de pregrado, pero todavía debe ser estandarizado para su uso con máquinas herramientas, más allá de aplicaciones de moldeado manual o con herramientas de esculpido usadas para tallar arcillas o cerámicas.

Actualmente no se cuenta con un procedimiento estandarizado para el uso del CLAY con las diferentes máquinas-herramientas y/o de control numérico (CNC) tales como Tornos, Fresadoras, Ruedadoras, Cortadoras o Robots de manufactura etc. con los cuales cuenta el centro de laboratorios. Por esta razón es importante abordar esta investigación en donde se desarrollarán flujos de trabajo óptimos, procesos y

herramientas adecuadas para maximizar las formas de trabajo con el material.

Adicionalmente, se pretende definir las diferentes presentaciones en las cuales la arcilla industrial se podrá ofrecer para las diferentes aplicaciones. Igualmente se harán diversos trabajos de tipo creativo (Diseño de Objetos) con la arcilla; para demostrar los diferentes alcances y aplicaciones del producto. Por ésta razón; el proyecto entra en la categoría de: INVESTIGACIÓN-CREACIÓN.

3. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

Las “Arcillas industriales o de prototipado” (Industrial Clay), son materiales maleables y moldeables y por sus propiedades es posible usarlas y reutilizarlas nuevamente, sin tener que desperdiciar material o descartar modelos ya hechos durante el proceso. Sin embargo, es necesario determinar las posibilidades de aplicación y uso del material; en el Ecosistema de manufactura digital de tecnologías de control numérico o 4.0 (CAD/CAM/CAE): Robot, Tornos, Fresadoras, Ruteadoras, Cortadoras etc. Con el fin de desplegar el potencial del mismo en otras aplicaciones que aún no se han explorado. Así mismo se pretende generar las bases en cuanto a parámetros, consideraciones y variables a tener en cuenta para el uso material (Clay) en éstos procesos y sus futuras aplicaciones. Por tanto, la pregunta o planteamiento de investigación inicial con la cual se partió para proponer éste proyecto fué:

Con qué equipos (Máquinas-Herramientas) del Centro de Laboratorios de la universidad EAFIT (CLAB); se puede usar la Arcilla de Prototipado-CLAY para aumentar sus posibilidades de aplicación y fomentar su uso; teniendo en cuenta las características inherentes del material y las capacidades y limitaciones de los equipos; así como sus posibilidades de trabajo con dicho material.?

4. OBJETIVOS

DETERMINAR los parámetros de uso de la arcilla industrial de prototipado para su implementación dentro del ecosistema de manufactura digital o de Industrias 4.0 del centro de laboratorios; a través del uso de máquinas-herramientas digitales (CAD-CAM-CAE) que interactúen con el material, para determinar sus posibilidades de uso y las características necesarias para dichos procedimientos en la fabricación de modelos, piezas o moldes en CLAY.

4.1 Objetivos Específicos:

- **Identificar** las posibilidades de aplicación del Clay a partir de un proceso de diseño, en relación con diferentes máquinas herramientas y/o de manufactura digital, para su esculpido a partir de diferentes procesos digitales en diseño y manufactura (CNC y otras); con el fin de potenciar el uso del material.
- **Caracterizar** todas las variables implicadas en los procesos para la manufactura de piezas, moldes o carcasas a partir de los modelos en CLAY; normalizando los procesos definidos por medio de valores, rangos de trabajo e inputs clave para una implementación exitosa en un ecosistema de manufactura digital.
- **Evaluar** el desempeño de la arcilla de prototipado industrial como material para fabricar modelos y moldes de piezas con diferentes máquinas-herramientas; para determinar las formulaciones más óptimas para éstos procedimientos.
- **Presentar** los resultados obtenidos a través de un manual de procedimientos para estandarizar el uso y aplicación del material con estos dispositivos y equipos para su implementación final en el centro laboratorios de la universidad EAFIT y replicable en otros contextos.

5. MARCO TEÓRICO

Partiendo del proyecto de investigación realizado por Umberto Cugini y Mónica Bordigoni, publicado en el 2007 titulado: “Touch and design: novel haptic interfaces for the generation of high-quality surfaces for industrial design” se toman en cuenta los siguientes aspectos: En el sector del diseño de productos y particularmente en el campo automotriz, el diseñador es el responsable del aspecto formal y tridimensional del producto. Normalmente, el diseñador construye el modelo o prototipo de un nuevo producto de forma manual utilizando materiales maleables, como la arcilla, espumas o resinas, con el fin de evaluar la estética del producto, superficies, brillos y proporciones entre otros aspectos. Los modelos sufren continuos cambios hasta satisfacer los requerimientos y deseos del director del proyecto o el grupo de diseño; por lo que se evidencia la necesidad de usar materiales que permitan una amplia flexibilidad a la hora de trabajo, aptos para posibles modificaciones y en lo posible, amigables con el medio ambiente. En la etapa de evaluación del diseño, están primero los programas de diseño asistido por computadora (CAD, por sus siglas en inglés), y luego aquellos de manufactura digital (CAM por sus siglas en Inglés) los cuales son esenciales para la creación directa de modelos de nuevos productos.

6. METODOLOGÍA DE TRABAJO

En el desarrollo del presente proyecto se realizó un tipo de investigación exploratoria, basada en el libro “Fundamentos epistemológicos de la investigación y la metodología de la investigación” (Toro, I. D. y Parra, R. D. (2010) el cual se dividió en 3 fases (investigar – analizar – desarrollar) basadas en los tipos de investigación exploratoria y descriptiva, donde todas las fases están asociadas al cumplimiento de cada uno de los objetivos. Sin embargo, dada la importancia del resultado; se adicionó una fase para la presentación y divulgación de los resultados de esta investigación (Manual de Aplicación).

FASE 1: Investigar: Donde se consultó y se recopiló toda la información

necesaria de todas los temas y variables necesarias para el proyecto desde diferentes fuentes, primarias y secundarias; para su posterior análisis y categorización.

FASE 2: Analizar: A partir de la información recolectada, se definieron las diferentes variables y los protocolos de pruebas necesarios para determinar las características del material y las especificaciones necesarias para los diferentes dispositivos involucrados.

FASE 3: Desarrollar: En esta fase se hicieron todas las pruebas necesarias para identificar las posibilidades reales del material y su comportamiento con los diferentes dispositivos de manufactura; con el fin de determinar las características para su implementación final.

FASE 4: Presentación: Por último se elaboró un informe y un manual para capacitar a posibles usuarios del material; para que pueda ser usado como parte de su proceso de diseño y fabricación dentro del ecosistema digital de manufactura de la universidad (CLAB) de la escuela de ingenierías.

7. CRONOGRAMA DEL PROYECTO

Se planteó un cronograma básico de actividades necesarias para el cumplimiento de actividades según semana a semana donde se buscó optimizar el tiempo distribuyendo labores entre el taller del bloque 19 y el bloque 21 en los que se buscaba ordenar los espacios de trabajo y el tiempo del mismo debido a la alta demanda de los talleres universitarios; iniciando con la identificación de las maquinarias, su caracterización y posteriormente pasando a las pruebas de tipo ensayo y error, en las que se pretendía tener variaciones en las especificaciones de cada máquina buscando el punto más óptimo para trabajar con clay, hasta llegar a las conclusiones, un proyecto que reuniera lo aprendido, informe y por último cartilla de uso.

5.1 CUMPLIMIENTO DE ACTIVIDADES

Para el desarrollo del proyecto de investigación, se planean las siguientes actividades para su desarrollo a lo largo del año académico 2022

1. Identificación de la maquinaria disponible en el ecosistema de la universidad

Eafit:

- En el primer semestre del año se logra identificar la totalidad de maquinaria disponible en el taller del bloque 21 Porcentaje: **100%**
- En el primer semestre del año se logra identificar la totalidad de maquinaria disponible en el taller del bloque 19 Porcentaje: **100%**

2. Caracterización de las máquinas disponibles para uso de clay:

- Definir cada una de las variables por máquina en las que se definió factible el uso del material clay en sus diferentes variaciones en el taller bloque 21 Porcentaje: **100%**.
- Definir cada una de las variables por máquina en las que se definió factible el uso del material clay en sus diferentes variaciones en el taller bloque 19 Porcentaje: **100%**.

3. Definición de una metodología de aplicación de pruebas para el uso adecuado del clay en el ecosistema de talleres en la universidad Eafit.

- Durante el primer semestre, se logra definir una metodología para las pruebas con el material. Porcentaje: **100%**

4. Aplicación de pruebas en el taller bloque 21 y bloque 19 de la universidad Eafit:

- En el primer semestre se logró abarcar todas las herramientas electro manuales y máquinas estacionarias del bloque 21, sin embargo no se pudo grabar clay con la máquina de corte láser. Porcentaje: **95%**

- En el primer semestre se logró abarcar todas las herramientas electro manuales y máquinas estacionarias del bloque 19. Porcentaje: **100%**

-

5. Analizar los diferentes resultados obtenidos y definir las características óptimas de trabajo con clay en los talleres de la universidad:

- En el segundo semestre se analizan las pruebas y se definen las condiciones de uso y post uso de cada una de las máquinas, exponiendo la manera más adecuada de trabajar con clay en el taller del bloque 19 y 21. Porcentaje: **100%**

6. Definición de proyecto aplicativo en el que se permita evidenciar el uso de las diferentes técnicas, herramientas y maquinaria de la universidad Eafit:

- En el segundo semestre del año se desarrolla proyecto de diseño de interior automotriz, finalizando con un prototipo en clay en el que se usaron las herramientas y maquinarias disponibles según las características aprendidas en las pruebas anteriores, Este se desarrolla parcialmente debido retrasos con las máquinas de cnc con la universidad : **85%**

7. Realizar un manual e informe en donde se consignen todas las variables y settings óptimos para las diferentes máquinas y herramientas del bloque 19 y 21 de la universidad Eafit:

Definir pasos y lineamientos necesarios para la replicabilidad de los procesos y post uso de las herramientas/máquinas

- El manual se desarrolla haciendo uso de los resultados obtenidos Porcentaje: **100%**

8. ECOSISTEMA DE MANUFACTURA EAFIT-CELAB

Para iniciar este proyecto de investigación se llevó a cabo un sondeo general para la identificación de toda la maquinaria de manufactura disponible en el Centro de Laboratorios de la universidad EAFIT (CLAB).

En primera instancia, se dividió esta indagación en los 2 tipos de talleres de manufactura con los que cuenta la universidad para la escuela de Ingenierías; el taller de maderas (Bloque 21) y el taller de metalmecánica (Bloque 19). Después de haber identificado el 100% de la maquinaria disponible en ellos; se hizo el primer filtro para el uso con CLAY, se descartaron en principio, las máquinas en las cuales su uso no cumpliría ningún trabajo o simplemente tenían prestaciones no compatibles en lo absoluto con el material. El segundo filtro fueron las restricciones impuestas por el personal de los talleres, quienes indicaron que el riesgo de averiar algunas máquinas o herramientas por las características del clay era muy alto como para proceder con las pruebas. Al tener claro las máquinas que podían ser o no utilizadas con el clay se prosigue a la ejecución de las pruebas con estas.

8.1 DISEÑO DE PRUEBAS

El diseño de experimentos (DOE) es una técnica que *“consiste en realizar una serie de experimentos en los que se inducen cambios deliberados en las variables de un proceso, de manera que es posible observar e identificar las causas de los cambios en la respuesta de salida”* [7] de esta misma idea sistemática, se desglosa la metodología de Montgomery [8] seleccionada para aplicar al desarrollo del proyecto de investigación del semillero.

Como se ve demostrado en la Ilustración 1 (Método Montgomery) es importante no solo proponer pruebas que se alineen con el propósito principal de investigación sino que *“se deben considerar, además, varias etapas previas y posteriores a la ejecución”* [7] de estos mismos. Teniendo en cuenta el flujo de trabajo de la Ilustración 1 (Método Montgomery), se tiene el siguiente orden de ideas para la propuesta de los protocolos de prueba para los experimentos necesarios:

- Reconocer el problema: esto implica identificar una *“situación no deseable en la que algo está funcionando mal”* [7] la cual se expone al proponer el proyecto

expresando que este material ofrece un sinnúmero de posibilidades para ser utilizada en la fabricación de piezas, modelos o prototipos pero actualmente no se tiene conocimiento de la utilización de la arcilla industrial en actividades comerciales o académicas en Colombia para lo que se quiere crear aplicaciones con materiales locales para ser implementados con la arcilla.

- Selección de factores y niveles:
 - Primarios: serán modificados en cada aplicación, al ser diferentes materiales que modifican los parámetros de la experimentación.
 - Constantes: Este se toma como la formulación dura y sus recomendaciones de uso principales, que podrían tener una influencia en el problema, pero modificarlas no son de interés.
 - Molestos: Estos pueden ser factores de quiebre o fallo de moldes previos a finalizar o pérdidas de detalle superficial, los cuales son difíciles de mantener constantes para las unidades experimentales y durante todo el proceso. Estos no necesariamente tienen efecto en el problema principal de la investigación, pero sí en los resultados de replicabilidad de cada aplicación.
- Selección de variable respuesta: respuesta o variables dependiente con la que se evalúa el problema. Se propone que sea una respuesta “*continua, fácil y precisa de medir*” [7]. A pesar de que las aplicaciones que se le quieren dar al material son diferentes y se deba proponer experimentos individuales para cada una, se puede concluir que las variables que más se hacen evidentes a evaluar en todos son:
 - Derretimiento.
 - Acabado superficial.
 - Tiempo del proceso.
 - RPM óptimas
 - Dificultad de uso
 - Preparación previa
 - Dificultad de limpieza

Es importante saber también, que las variables de respuesta de estas pruebas evalúan son pueden variar, pero tienen la misma finalidad de determinar la efectividad y resistencia del material al proceso.

- **Diseño experimental:** En esta etapa del proceso se deben plantear la *“cantidad de experimentos, condiciones experimentales y el orden”*[7]. Se tiene la idea de realizar 5 pruebas diferentes, teniendo en cuenta todas las aplicaciones que se tienen propuestas para utilizar con el material y el tiempo disponible necesario para realizar cada una completamente.
- **Realizar experimentos:** Es de gran importancia *“asegurarse de que todos los recursos necesarios estén disponibles”*[1] por esto se plantea desarrollar una lista de materiales necesarios, con especificaciones de cantidad, proveedores y precios de cantidades mínimas para desarrollar cada prueba.
- **Conclusiones:** Para tener información concisa de los procesos realizados se debe tener en cuenta que estas conclusiones y recomendaciones debe únicamente *“definir si se han cumplido los objetivos propuestos”* [7] del semillero. La información extra, que puede ser de valor para otras investigaciones y campos diferentes al de aplicaciones del material, se tendrá registrada en el Anexo # “Observaciones adicionales”.

8.2 FORMATOS DE PRUEBAS

Cada prueba se clasificara de la siguiente manera, para así dar resultados más organizados y eficientes para análisis posterior:

Item	Evaluación	Observaciones
Velocidad		
Derretimiento		
Tiempo de proceso		
Acabado		

superficial		
Dificultad de uso		
Preparación previa		
Post Uso		

9. EJECUCIÓN DE PRUEBAS

9.1 TALLER DE MADERAS: En el taller de maderas o Laboratorio de Diseño, ubicado en el bloque 21; encontramos 2 tipos de maquinarias, las herramientas electromanuales y la maquinaria estacionaria.

9.2. HERRAMIENTAS ELECTROMANUALES:

MOTOTOOL:

Esta herramienta de velocidad rotativa es útil para desbaste de material, hacer pequeños cortes o detalles en la arcilla de prototipado.



Item	Evaluación	Observaciones
Velocidad	Mejor funcionamiento a altas revoluciones	Entre más altas las RPM se facilita más el desplazamiento de la herramienta sobre el clay.
Derretimiento	Muy bajo	No muestra imperfecciones post uso.
Tiempo de proceso	Corto	Depende del nivel de detalle al que se quiera llegar. Pero facilita mucho el proceso a comparación del uso de herramientas de tallado manuales.
Acabado superficial	Excelente	Gracias a la gran variedad de fresas disponibles se puede conseguir el acabado deseado con facilidad.
Dificultad de uso	Muy bajo	Depende de la habilidad del usuario, amigable para principiantes.
Preparación previa	No necesaria	
Post Uso	Limpieza del área de trabajo y la herramienta	Para la limpieza de la herramienta se recomienda usar disolventes como varsol, thinner o acetona. No olvidar el uso de guantes y gafas!

TALADRO:

Permite hacer orificios precisos en la arcilla de prototipado.



Item	Evaluación	Observaciones
Velocidad	Mejor funcionamiento a altas revoluciones	Entre más altas las RPM se facilita más el desplazamiento de la herramienta sobre el clay.
Derretimiento	Muy bajo	
Tiempo de proceso	Muy corto	
Acabado superficial	Excelente	No muestra imperfecciones post uso.
Dificultad de uso	Muy baja	No se debe ejercer mucha fuerza sobre el clay, ya que esto lo puede fracturar.
Preparación previa	Baja	Se debe sujetar fijamente el material a intervenirlo. Se recomienda usar prensas para esto.
Post Uso	Limpieza del área de trabajo y la herramienta	Para la limpieza de la herramienta se recomienda usar disolventes como varsol, thinner o acetona. No olvidar el

		uso de guantes y gafas!
--	--	-------------------------

RECIPROCANTE:

Esta herramienta permite realizar cortes al material de altas dimensiones.



Item	Evaluación	Observaciones
Velocidad	Mejor funcionamiento a altas revoluciones	Entre más altas las RPM se facilita más el desplazamiento de la herramienta sobre el clay.
Derretimiento	Bajo	
Tiempo de proceso	Corto	
Acabado superficial	Malo	Deja rebaba a lo largo del corte
Dificultad de uso	Alta	Es una herramienta muy pesada que genera muchas vibraciones en el

		usuario, afectando la precisión y acabados.
Preparación previa	Baja	Se debe sujetar fijamente el material a intervenirlo. Se recomienda usar prensas para esto.
Post Uso	Limpieza del área de trabajo y la herramienta	Para la limpieza de la herramienta se recomienda usar disolventes como varsol, thinner o acetona. No olvidar el uso de guantes y gafas!

(Herramienta no recomendada)

PISTOLA DE CALOR:

Permite derretir el material.



Item	Evaluación	Observaciones
Velocidad	Potencia máxima	Para lograr derretir el clay con mayor velocidad se debe usar la potencia máxima disponible.
Derretimiento	Muy Alto	Esto es lo que se busca con esta

		herramienta para corregir posibles errores y demás intervenciones.
Tiempo de proceso	Corto	
Acabado superficial	Bueno	Se debe trabajar el clay mientras siga semi líquido para evitar que se endurezca de una forma no deseada.
Dificultad de uso	Baja	Usar guantes resistentes al calor para evitar quemaduras.
Preparación previa	Baja	Trabajar sobre superficies que resistan el calor.
Post Uso	Limpieza del área de trabajo y la herramienta	Se puede usar una espátula para remover el clay que se pegue a las superficies no deseadas una vez se haya secado completamente.

CALADORA:

Permite realizar cortes pequeños y precisos pueden ser parciales o totales.



Item	Evaluación	Observaciones
Velocidad	Mejor funcionamiento a altas revoluciones	Entre más altas las RPM se facilita más el desplazamiento de la herramienta sobre el clay.
Derretimiento	Bajo	
Tiempo de proceso	Corto	
Acabado superficial	Excelente	No muestra imperfecciones post uso si se usa adecuadamente.
Dificultad de uso	Muy baja	Herramienta óptima para hacer pequeños cortes, no se recomienda su uso para cortes de más de 10cm .
Preparación previa	Baja	Se debe sujetar fijamente el material a intervenirlo. Se recomienda usar prensas para esto.
Post Uso	Limpieza del área de trabajo y la herramienta	Para la limpieza de la herramienta se recomienda usar disolventes como varsol, thinner o acetona. No olvidar el uso de guantes y gafas!

9.3 MAQUINARIA ESTACIONARIA:

SIERRA SINFÍN:

Permite realizar cortes totales al material.



Item	Evaluación	Observaciones
Velocidad	Mejor funcionamiento a altas revoluciones	Entre más altas las RPM se facilita más el desplazamiento de la herramienta sobre el clay.
Derretimiento	Bajo	
Tiempo de proceso	Muy corto	
Acabado superficial	Excelente	
Dificultad de uso	Muy bajo	Requiere haber sido capacitado para su uso
Preparación previa	No requiere	
Post Uso	Limpieza del área de trabajo y la herramienta	El uso de clay en esta máquina puede llegar a afectar sus mecanismos internos, por lo que no se recomienda

		hacerlo.
--	--	----------

(Herramienta no recomendada)

TALADRO ESTACIONARIO:

Este taladro permite una mayor precisión a la hora de hacer perforaciones al material.



Item	Evaluación	Observaciones
Velocidad	Mejor funcionamiento a altas revoluciones	Entre más altas las RPM se facilita más el desplazamiento de la herramienta sobre el clay.
Derretimiento	Bajo	
Tiempo de proceso	Bajo	
Acabado superficial	Excelente	
Dificultad de uso	Muy baja	No ejercer mucha presión sobre la pieza para evitar estropearla.

Preparación previa	No requiere	
Post Uso	Limpieza del área de trabajo y la herramienta	El uso de clay en esta máquina puede llegar a afectar sus mecanismos internos, por lo que no se recomienda hacerlo.

TORNO:

Permite hacer desbaste de material para obtener formas en revolución con un eje de simetría.



Item	Evaluación	Observaciones
Velocidad	Mejor funcionamiento a altas rpm	
Derretimiento	Bajo	
Tiempo de proceso	alto	Puede llegar a ser un proceso largo
Acabado superficial	Excelente	
Dificultad de	Medio	Requiere habilidad artesanal para el

uso		desbaste del material
Preparación previa	Alto	Requiere de ubicación de guardas de plástico para la recolección del material y alma de madera central que evite el deslizamiento, se recomienda alma de perfil cuadrado con perforaciones a lo largo de su longitud
Post Uso	Alto	Requiere una limpieza minuciosa ya que el material particulado es expulsado en muchas direcciones

RUTEADORA CNC:

Esta máquina de control numérico permite obtener formas previamente diseñadas mediante software paramétrico.



Item	Evaluación	Observaciones
Velocidad	Altas rpm	

Derretimiento	Bajo	
Tiempo de proceso	Alto	Dependiendo de la pieza puede llegar a ser un proceso muy largo
Acabado superficial	Bueno	El acabado de esta máquina es bueno, sin embargo se evidencia los trazados de la fresa de rooteo
Dificultad de uso	Baja	Requiere ayuda de encargado
Preparación previa	Alta	Requiere modelo 3D y código de mecanizado
Post Uso	Limpieza del espacio	Requiere una limpieza minuciosa de la máquina y del espacio de uso de la misma

10. TALLER DE METALMECÁNICA:

TORNO RUSO:

Torno de alta precisión con un grado de control numérico, permite hacer cortes y desbaste de material.



Item	Evaluación	Observaciones
Velocidad	Mejor funcionamiento a altas revoluciones	
Derretimiento	Bajo	
Tiempo de proceso	Bajo	
Acabado superficial	Buen acabado	
Dificultad de uso	Requiere capacitación previa	
Preparación previa	No requiere	
Post Uso	Limpieza de herramienta y de la máquina.	Esta máquina está diseñada para soportar material particulado y viruta metálica por lo que su limpieza se facilita, este material no es apto para su rehuso

FRESADORA:

Esta máquina permite desbastar el material de manera controlada y precisa dejando un muy buen acabado superficial.



Item	Evaluación	Observaciones
Velocidad	RPM para plásticos	Usar fresas para plásticos o metales de acero rápido
Derretimiento	Bajo	
Tiempo de proceso	Bajo	
Acabado superficial	Excelente	No muestra imperfecciones post uso
Dificultad de uso	Muy baja, requiere capacitación previa	Se requiere dejar una tolerancia en el vaciado para el soporte en la máquina
Preparación previa	No requiere	
Post Uso	Limpieza de herramienta y de la máquina	Esta máquina está diseñada para soportar material particulado y viruta metálica por lo que su limpieza se

		facilita, este material no es apto para su rehuso
--	--	---

11. MANUAL DE USO:

Como parte del proceso de registro para el semillero de investigación, se entrega como anexo, un manual de uso para el ecosistema de manufactura de EAFIT con la arcilla de prototipado. Este tendrá contenidos similares expuestos en este informe como información general del uso de cada tipo de maquinaria disponible para el uso con arcilla industrial producida en EAFIT y también las distintas aplicaciones que tendrán.

Este manual va de la mano con las pruebas que se plantean para el semillero y algunos flujos de trabajo de aplicaciones serán planteados y reportados de acuerdo al proceso realizado con cada protocolo de prueba.

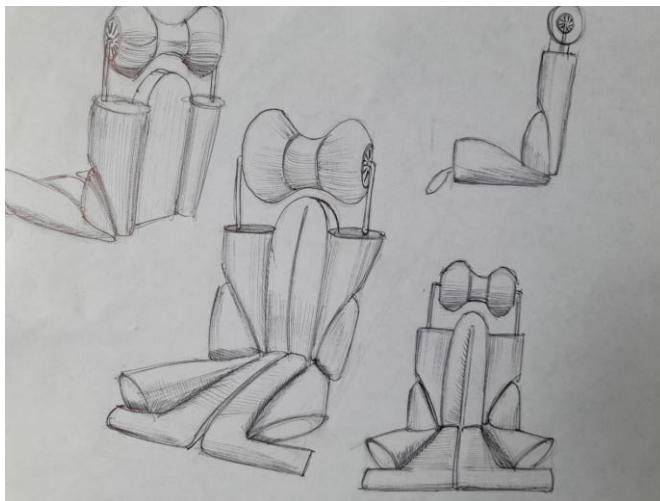
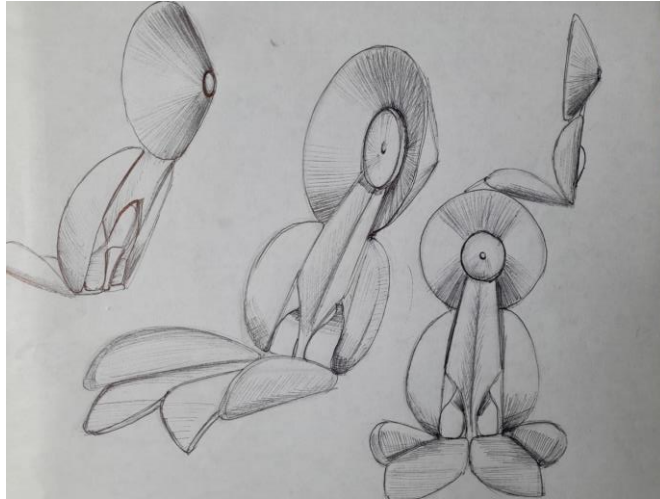
12. EXPERIENCIAS Y RECOLECCIÓN DE DATOS:

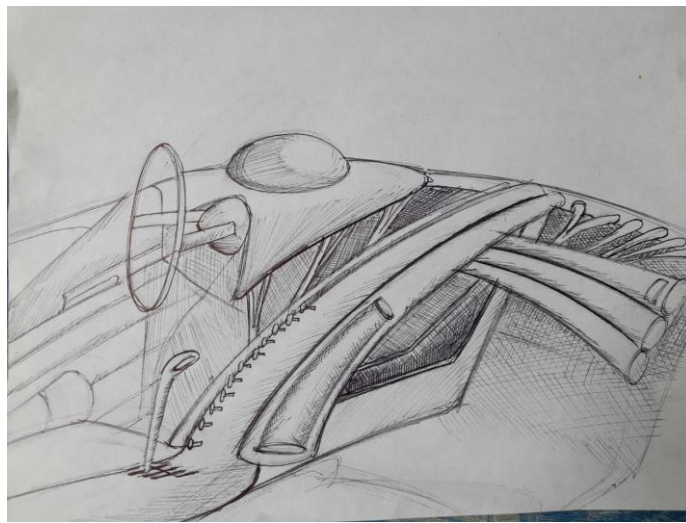
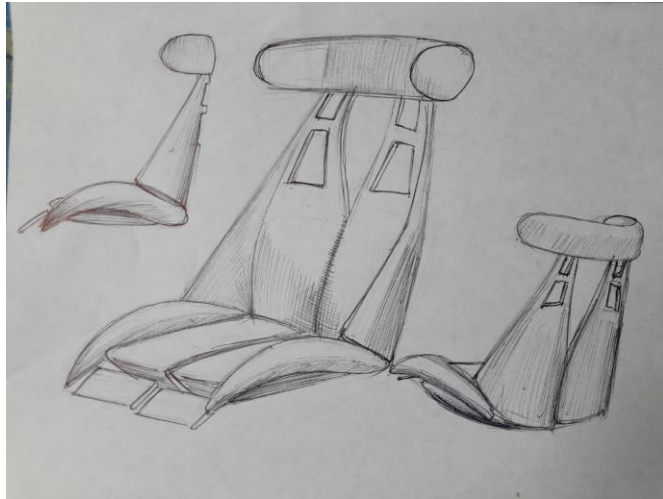
Para el semillero es importante tener una retroalimentación del trabajo con el material, además es vital plantear nuevos proyectos y acercamientos a este mismo con la guía y ayuda de diferentes expertos en temas como materiales, procesos y diferentes ámbitos del diseño de productos y prototipos como se plantea en los pasados proyectos del semillero, en este caso, el aprendizaje fue experimental y de procesos muy teóricos, por lo que como objetivo final se planteó un rápido de diseño en el que se evidenciara la mejoría de un prototipo al aplicar procesos industriales con la maquinaria disponible en el taller del bloque 19 y 21 de la universidad eafit.

12.1 RÁPIDO DE DISEÑO:

Se plantea el diseño de un interior conceptual siguiendo las tendencias de diseño orgánicas en el cual sea posible manufacturar su prototipo mediante procesos de mecanizado en arcilla de prototipado clay en el sistema de talleres de eafit.

Se generaron propuestas iniciales a partir de moodboards de inspiración:





Se puso a votación mediante la plataforma Miro y Se modela digitalmente en el software Creo la propuesta seleccionada.

Se desarrolla el plan de prototipado, teniendo en cuenta los parámetros necesarios para llegar al resultado final del prototipo, conociendo los factores de la arcilla de prototipado clay tales como fragilidad en volúmenes laminares y la restricción de maquinado por CNC de 3 ejes.

Es así como se obtiene el código de mecanizado inicial para dos bloques, el asiento y el espaldar, creando una estructura volumétrica con la forma preliminar donde se requiere mecanizar posteriormente (anexos carta de procesos, MFG mecanizado, negativo asiento, negativo silla).







Posteriormente se procede a mecanizar mediante herramientas electromanuales y llegar a un prototipo más fiel, corrigiendo detalles y agregando material en las zonas que el maquinado cnc no pudo detallar correctamente o se presentaron inconvenientes debido a la fragilidad tales como puntas despicadas:





Para por último, obtener así el resultado final:



7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES GENERALES

- Como conclusión general pudimos evidenciar que la arcilla de prototipado o clay, debe tratarse como material plástico ya que la velocidad de uso de las máquinas para este tipo de material es óptimo ya que permite trabajar de manera más adecuada y los acabados superficiales son más precisos.
- Siempre es necesario tener un proceso previo y posterior al trabajo con clay, en el que se requiere adecuar el espacio de trabajo y la máquina o herramienta seleccionada para trabajar y aprovechar al máximo el material resultante de los procesos ya que esta arcilla podría rehusarse.
- Después de haber terminado los procesos, es necesario retirar los excesos de clay que pudieron haber quedado adheridos en la máquina o herramienta, hacer un buen aseo general y retirar los aditamentos que fue necesarios utilizar para la máquina.
- En cada uno de los diferentes vaciados durante el proyecto; se evidenció que cuando se refunde el clay es necesario llevarlo al punto de material particulado ya que si se usan partes grandes en el proceso de fundición éste se verá afectado y por consiguiente el próximo vaciado que se haga, no será homogéneo y se afectará en sus capacidades mecánicas.
- Las herramientas electromanuales requieren cierta habilidad manual-artesanal debido a las características maleables del material. Por ejemplo, el torno del bloque 19 es más preciso y no requiere de un tratamiento previo del material para poder usarse.
- Es necesario definir adecuadamente los procesos requeridos en el mecanizado del material para poder definir de manera más adecuada las herramientas o máquinas a usar.
- Se recomienda emplear procesos que aproximen al detalle final si la máquina/ herramienta no es precisa y luego hacer los detalles y acabados de forma manual empleando las herramientas de tallado disponibles en el taller de clay.

9. PARTICIPANTES

El presente informe fue desarrollado por el semillero de investigación SEMOVIL, adscrito al Grupo de Investigación de Ingeniería de Diseño-GRID con la participación directa de los estudiantes; Sebastian Giraldo, Alejandro Martinez y Felipe Londoño; bajo la dirección del profesor: Luis Fernando Sierra Zuluaga, director del mismo.

10. BIBLIOGRAFÍA

- Acosta, Diego; Luis Fernando Sierra; Julián Jaramillo Vallejo; Andrés Restrepo Montoya; Alexander Jaramillo Rodríguez; José Luis Cadavid Cárdenas, “Proceso para obtener una arcilla industrial.” COL. 16,119,223, Patent application Aug 3, 2016.
- Clay modeling: techniques for giving three-dimensional form to idea. Yamada, Yasusato, 1993. One-dimensional viscous behavior of clay and its constitutive modeling. FANG-LE, PENG, autor; JIAN-ZHONG, LI, LISHENG, XU, autores.
- Automobile Design Techniques & Design Modeling: The Men, Methods & Materials (TaH Productions (September 1999) Frederick E. Hoadley. Techniques for giving Three-Dimensional Form to Idea, Yasusato Yamada, 1993. <http://www.kolbtechnology.com/en.html> <http://www.stylingclay.co.uk/stylingclay> http://www.chavant.com/chavant_ob/index.shtml.
- Parra, J. A. V., Valencia, B. A. R., & Espinosa, W. J. M. (2020). Materiales compuestos reforzados con residuos cerámicos y matriz de poliéster insaturado para aplicaciones en la industria automotriz/Composite materials reinforced with ceramic waste and matrix of unsaturated polyester for applications in the automotive industry. *Dyna*, 87(212), 251.
- Tovey, M., & Owen, J. (2000). Sketching and direct CAD modelling in automotive design. *Design Studies*, 21(6), 569-588.
- Scaglia, S., & Moriena, S. (2005). Prototipos y estereotipos en geometría. *Educación matemática*, 17(3), 105-120

PROYECTO
CLAY

ESCUELA DE INGENIERÍA - EAFIT