

Información General

Facultad: Ciencias Naturales e Ingeniería			
Programa Académico Ingeniería Electromecánica		Grupo(s) de Investigación DIANOIA	
Nombre del semillero /Sigla Semillero de Investigación en Tecnologías Disruptivas (GITEDI)		Fecha creación: 06 de abril de 2016	
		Regional: Barrancabermeja	
Líneas de Investigación			
<ul style="list-style-type: none"> • Eficiencia energética y energías renovables • Control, automatización e instrumentación • Diseño, simulación y prototipado, • Mantenimiento e integridad de equipos, • Materiales y Nanotecnología, • Educación, pedagogía y didáctica 			
Áreas del saber (1)			
	1. Ciencias Naturales	X	2. Ingeniería y Tecnologías
	3. Ciencias Médicas y de la Salud		4. Ciencias Agrícolas
	5. Ciencias sociales		6. Humanidades

Información del Director del Proyecto

Nombre Luis Omar Sarmiento Álvarez		No. de identificación y lugar de expedición 91267002	
Nivel de Formación Académica Maestría		Asesor: Líder de semillero Luis Omar Sarmiento Álvarez	
Celular: 91267002		Correo Electrónico: luisomar.sarmiento@gmail.com	

Información de los autores

Nombre	No. Identificación y lugar de expedición:	Celular	Correo Electrónico
Roland Eduardo Quitian Motta	1098621704	3204771347	roland.quitian@gmail.com
Gustavo José Beleño Campos	1096182491	3153044088	gustavobelenoc@gmail.com

Proyecto

1. Título del Proyecto Fortalecimiento del sector metalmeccánico mediante aplicación de nuevas tecnologías de diseño asistido por computador en el sector metalmeccánico de Barrancabermeja	Modalidad del Proyecto (2)				
	PA	PI	TG	RE	Otra. Cuál?
			X		
2. Planteamiento de la Problemática:					
<p>En el sector metalmeccánico no solo a nivel regional sino nacional predominan las tecnologías tradicionales, con un nivel tecnológico bajo y en la mayoría de las empresas que han implementado nuevas tecnologías, una subutilización de estas. Los cambios han sido lentos y poco acogidos por las empresas del sector, sin embargo, se ha visto mayor utilización de nuevas técnicas, y nuevas tecnológicas que apoyan los procesos especialmente</p>					

en la adquisición e implementación de software CAD, reflejado en el desarrollo de nuevos productos y procesos.

Por tanto a pesar de la utilización de nuevas técnicas, el nivel tecnológico en el sector metalmecánico a la fecha es precario, muy por debajo de lo ideal, pocas empresas han logrado incorporar mejoras en tecnologías en el área de diseño y manufactura, por esto es necesario que las empresas metalmecánicas empleen el modelamiento de sus productos por medio del Diseño Asistido por Computador (CAD) aprovechando así la gran demanda de los avances tecnológicos que brindan múltiples herramientas como prever y estructurar propiedades, comportamiento y esfuerzos mecánicos de las piezas o elementos a construir.

En estos momentos el sector metalmecánico en Barrancabermeja no cuenta con capacitación actualizada y continua en sus operarios, viven en continua expectativa de desarrollo tecnológico para responder a los efectos de competitividad y crecimiento industrial que permita que tengan datos importantes antes de la fabricación de las piezas, como por ejemplo el diseñar planos, realizar los dibujos y modelado de figuras, observar el comportamiento del material a utilizar en cuanto a la parte mecánica, evidenciando así la necesidad existente en éste sector de la industria. Esta es la razón por la que demandan de capacitación tecnológica continuada que les permita mantener indicadores de eficiencia y efectividad en el desarrollo de la actividad industrial.

Lo anterior genera la siguiente pregunta problematizadora: ¿Cómo aplicar la tecnología en el sector metalmecánico capacitando a los operarios en tecnologías de diseño asistido por computador en Barrancabermeja?

3. Antecedentes:

Estudios Internacionales

En la actualidad el CAD es una pieza fundamental en estudios de diseño ingenieril, y se utilizan para desarrollar piezas complejas en dos dimensiones (2D) y modelos tridimensionales (3D)

Cita basada en el autor "AutoCad Software en Diseño de Estructuras. Tapia (2016) manifiesta: "AutoCad ha sido escrito teniendo en mente, y como objetivo principal, el diseño de planos, dibujos y modelado de figuras", y ofrece una extensa librería de recursos como colores, grosor de líneas y texturas utilizables para tramados, entre muchos más complementos a usar.

Toapanta (2015) presentó en su tesis de grado para optar al título de Ingeniero Electromecánico el "Diseño e implementación de un laboratorio de modelado y diseño mecánico asistido por computadora mediante software CAD 3D-2D y SolidWork en la Universidad Técnica de Cotopaxi sede La Maná Cantón, La Maná provincia de Cotopaxi año 2013", el cual pudo concluir que con la implementación del software se pueden realizar diseños asistidos por computadora, mejorando calidad y producción de las piezas.

Báez & Rodríguez (2013) realizaron un proyecto previo a la obtención del título de Ingenieros Mecánicos en el cual se realizó el "Diseño de los sistemas estructural, de alimentación de energía solar y construcción de prototipo estructural de un picosatélite para el C.I.E. de la ESPE"; obteniendo como resultado que la plataforma de software SolidWork Simulation es útil para el análisis de elementos hasta su respectivo límite elástico, ya que analiza compartimientos lineales, para trabajar con cargas críticas y analizar los elementos sometidos a éstas se debe utilizar una plataforma obtener resultados de comportamiento no lineal.

Borbor & Crespo (2012), realizaron un trabajo de investigación con el fin de obtener el título de Ingenieros Mecánicos, el cual se llamó "Diseño de una línea de producción de fertilizantes pulverizados usando molino de pines". Su objetivo principal era diseñar una línea de producción de mezclas de fertilizantes inorgánicos en polvo con el fin de elaborar un diseño funcional, donde todos los criterios se fundamentaron en tablas, catálogos, experiencia y la aplicación de herramientas como SolidWork y Autocad.

Estudios nacionales

Builes & Gamboa (2011), en su proyecto de investigación "Diseño, modelado y simulación de un prototipo de fijación para fractura de radio distal". Uno de sus objetivos era diseñar y modelar un prototipo de fijación interna para fractura de radio distal estándar, para personas entre 15 y 55 años de edad, asistido por medio del software CAD SolidWork. El proyecto generó una metodología de diseño en base a análisis de esfuerzos y deformaciones por medio de elementos finitos para realizar el desarrollo de prototipos de fijación para fractura de radio distal en implantes utilizado para osteosíntesis. Además, al realizar las simulaciones del prototipo por medio del software Ansys, se comprobaron que las deformaciones reales de la placa son mínimas cuando paciente en recuperación realiza un esfuerzo de carga combinada equivalente al que ejecuta una persona sana en sus actividades cotidianas.

Loaiza (2012), realizó un estudio titulado "Diseño y simulación de un prototipo de prótesis de mano bioinspirada con cinco grados de libertad" el cual permitió concluir que al utilizar el modelo cinemático como base para el modelo en CAD, se asegura la convergencia entre ambos, de tal forma que la descripción de los movimientos obtenidos en Matlab permita construir el algoritmo de control para un prototipo fabricado a partir del modelo CAD. Además, el análisis de

funcionalidad arrojó buenos resultados respecto de la capacidad del diseño para cumplir con los movimientos propuestos, de forma que las simulaciones de movimiento realizadas en SolidWork permitieron prever los resultados.

Los ingenieros Oswaldo Rojas Lazo y Luis Rojas Rojas manifiestan que: “los software CAD son una técnica de análisis, una manera de crear un modelo del comportamiento de un producto aún antes que se haya construido; además su aplicación en la ingeniería abarca la elaboración de diagramas, gráficos estadísticos, representación normalizada de piezas para su diseño y fabricación, representación tridimensional de modelos dinámicos en multimedia, análisis con elementos finitos, aplicaciones en realidad virtual, etc.” (Rojas & Rojas, 2006).

Se han hecho múltiples trabajos de investigación referentes a los diseños asistidos por computador como el realizado en Perú por Silvano Cárdenas “Aplicación del software AUTOCAD sobre el aprendizaje de la expresión gráfica en dibujo técnico de los estudiantes del primer ciclo en ingeniería industrial de la universidad Ricardo Palma” (Cárdenas, 2015).

Se han realizado investigaciones como “Aplicativo CAD para generación de geometrías porosas internas en implantes óseos”, realizada por Javier Sierra en la ciudad de Bogotá, el objetivo del proyecto era Elaborar una aplicación para un programa CAD (Computer Aided Design) que a partir de la geometría externa del implante genere un modelo de la estructura interna porosa para el mismo. (Sierra, J. 2015).

4. Justificación:

El diseño en ingeniería es el proceso de concebir ideas en el desarrollo de la solución de un problema tecnológico, para lo cual usa conocimientos, recursos y productos existentes para satisfacer una necesidad o resolver un problema.

Aplicar herramientas multimediales para el diseño, simulación y fabricación de piezas se considera como un pilar para los procesos y toma de decisiones, permitiendo así que tanto la empresa fabricante como sus clientes, tengan la oportunidad de prever muchos inconvenientes que se pudieran presentar en su funcionamiento.

Por lo anterior, el presente proyecto de investigación está direccionado al fortalecimiento del sector metalmecánico mediante aplicación de nuevas tecnologías de diseño asistido por computador.

Además, hay muchas ventajas de trabajar usando diseño: existe una orientación acertada para los trabajadores, ya que cada uno puede tener diferentes ideas en la construcción; evitar que en un trabajo adelantado en la construcción se tenga que desechar porque se asumieron cosas incorrectas o por falta de consistencia, ahorrará tiempos, permitiendo realizar una evaluación de avance en el proceso de fabricación.

Se llega así a la conclusión de que la presente investigación es de gran importancia ya que se evidencia la necesidad de implementar los avances tecnológicos que la informática brinda en los procesos de fabricación, el contar con ellos hace que las empresas tengan una carta de presentación actualizada, ofreciendo un servicio exclusivo e importante a aquellas que si brindan a sus usuarios los estudios y análisis propios de un CAD.

5. Marcos Referenciales:

Marco Histórico

La evolución y desarrollo de las aplicaciones CAD han estado relacionados con los avances del sector informático. El nacimiento del CAD, se sitúa al final del período de los ordenadores de primera generación, y su desarrollo a partir de la aparición de los ordenadores de cuarta generación donde aparecen los circuitos de alta escala de integración LSI (Large Scale Integration) y lenguajes altamente desarrollados. Las grandes empresas desde el principio han apostado por el CAD y ello supone importantes inversiones, que lógicamente potencian y convierten el CAD en un producto estratégico con un gran mercado, debido al impacto enorme en la productividad. En 1955, se presenta el primer sistema gráfico SAGE (Semi Automatic Ground Environment) de la Fuerzas aéreas norteamericanas (US Air Force's), es desarrollado en el Lincoln Laboratory del MIT (Massachusetts Institute of Technology). Este sistema CAPÍTULO II 11 procesaba datos de radar y otras informaciones de localizaciones de objetos mostrándolos a través de una pantalla CRT. Más tarde, en el año 1962, Ivan E. Sutherland desarrolló su tesis doctoral denominada “A Machines Graphics Communications System” desarrolla en el Lincoln Laboratory (MIT) el sistema Sketchpad, el cual establece las bases de los gráficos interactivos por ordenador tal y como hoy se conoce. También propuso la idea de utilizar un teclado y un lápiz óptico para seleccionar situar y dibujar, conjuntamente con una imagen representada en la pantalla. Este autor utilizó una innovadora estructura de datos. A diferencia de todo lo que se había hecho hasta entonces, tal estructura estaba basada en la topología del objeto que iba a representar, es decir describía con toda exactitud las relaciones entre las diferentes partes que lo componía, introduciendo así, lo que conoce como Programación orientada a Objetos. En 1982 John Walker funda AUTODESK con 70 personas con la idea de producir un programa CAD para PC y luego se inicia la aplicación del sistema universal de transferencia de datos STEP (Standard for the Exchange of Product model data). En 1992 se realiza el primer AutoCAD sobre plataforma SUN (procesadores Risc), tres años más tarde sobre Windows. El crecimiento de Autodesk es vertiginoso y en el año de 1999 ya poseía 1.000.000 de usuarios y partir de entonces esta ha sido la pionera en el desarrollo de sistemas de dibujo asistido por computadora. En el año 2001 se presentó la versión de AutoCAD 2002 que destaca la función de asociación de funciones de las dimensiones en el dibujo, el editor gráfico de atributos. La definición de bloques y un conversor de capas asociado a la funcionalidad del gestor de normas.

Marco Teórico

El diseño en ingeniería es el proceso de concebir ideas en el desarrollo de la solución de un problema tecnológico, para lo cual usa conocimientos, recursos y productos existentes para satisfacer una necesidad o resolver un problema.

En un sentido amplio, se puede entender el Diseño Asistido por Computador (CAD) como la "aplicación de la informática al proceso de diseño" (Salm87). Puntualizando la definición, se entiende por Sistema CAD, un sistema informático que automatiza el proceso de diseño de algún tipo de ente, para descartar, como sistemas CAD las aplicaciones que incidan tan solo en algún aspecto concreto del proceso de diseño.

Dentro del trabajo CAD, los dibujos asistidos por computador, básicamente son utilizados en la creación de la geometría paramétrica, en la exhibición del sólido y en la generación de los planos ortogonales, proporciona al usuario diferentes posibilidades de acuerdo a la necesidad del producto.

El diseño de un objeto debe realizarse respetando normas nacionales e internacionales como: ANSI (American National Standards Institute), ASME (American Society of Mechanical Engineers), ISO (Internacional Standards Organization), STEP (Standard for the Exchange of Product Data), HTML (Hyper Text Markup Language), etc. Dichas normas permitirán que el proceso realizado se encuentre bajo estándar cumpliendo las reglamentaciones y parámetros establecidos que permiten entregar un producto con óptimas condiciones de calidad y confiabilidad.

Marco Conceptual

Básicamente todos los programas CAD operan con entidades que se pueden crear y modificar, para obtener entidades más complejas que representen finalmente el objeto o idea que en definitiva se pretende diseñar. Este es el núcleo del programa, y todo lo demás está enfocado a facilitar los procesos de creación, modificación, visualización e impresión.

CAD 2D: Funciones básicas El fundamento de las herramientas de dibujo en 2D en programas CAD se encuentra en la creación y modificación de geometrías vectoriales como líneas, arcos y polígonos realizados mediante comandos del programa y representados a través de una interfaz gráfica. Generalmente, para la creación de líneas deben determinarse dos puntos (punto inicial y final). El programa encadena segmentos de línea, solicitando el primer punto y luego el resto de puntos de segmentos consecutivos o introduciendo la distancia e indicando la dirección. Para la creación de segmentos circulares la manera más habitual es a través de especificación de centro y el radio o diámetro. Además existen funciones de duplicación de elementos dibujados previamente, obtención de objetos simétricos a otros ya existentes, creación de secuencias de objetos a partir de uno o varios de referencia, mover o girar objetos respecto a un punto de base.

CAD 3D: Funciones básicas para el modelado de sólidos El núcleo geométrico en el que se basa un sistema de CAD de los que actualmente se pueden encontrar en el mercado, tiene un conjunto básico de funciones de modelado para crear o modificar las formas detalladas del diseño de sólidos, funciones:

- Instanciación de primitivas.
- Barridos.
- Operaciones booleanas.
- Redondeados.

Instanciación de primitivas

Son los objetos básicos predeterminados de un sistema de CAD, a partir de los cuales se construirá el diseño completo. Habitualmente, las primitivas de un sistema de CAD suelen admitir uno o más parámetros para dar flexibilidad al diseño. Las primitivas de un sistema de CAD serán más o menos complejas en función del grado de especialización del sistema. Por ejemplo, muchos sistemas disponen de objetos paramétricos elementales, como bloques rectangulares, cilindros, esferas, conos, toros, etc., con los parámetros necesarios para fijar sus dimensiones, posición y orientación. La instanciación de una primitiva consiste en crear un objeto concreto asignando valores determinados a los parámetros que la definen. Cada una de estas con la posibilidad de modificar sus dimensiones, aspecto, posicionamiento de acuerdo a las necesidades del usuario.

Operaciones booleanas

Una operación booleana consiste en combinar dos objetos mediante una unión, una intersección o una diferencia, obteniéndose como resultado un tercer sólido cuyo interior es el resultado de la operación booleana correspondiente del interior de los dos sólidos originales. Para una correcta definición del resultado, las operaciones booleanas entre sólidos deben estar regularizadas, es decir, deben trabajar teniendo en cuenta que la operación trabaja sobre el interior de los objetos originales, sin tener en cuenta su superficie limitante. De esta forma, se evita que el resultado pueda contener

caras o aristas superfluas que no limitan el interior del exterior del sólido resultante.

Según Lluís Solano redondeados es la función de modelado en la que un vértice o arista de un sólido se sustituye por una curva o superficie suave. Los vectores normales de la curva de sustitución varían de forma continua con respecto a los vectores de las superficies que son adyacentes al elemento sustituido. En el caso de que el redondeado se aplique a una arista cóncava recibe el nombre de fillet. Como elemento geométrico en la sustitución también se puede utilizar un plano en vez de una curva, de modo que se genera un chaflán en el sólido que se esté modelando. En los redondeados se pueden tener inconsistencias en el caso de redondeadas variables o en vértices donde confluyen redondeados de diferentes valores. Dichas situaciones pueden no ser válidas y la mayoría de sistemas no permiten generar la operación de modelado en estos casos (Lluís Solano, 2001).

Marco Legal

Protección del Software en Colombia.

La Organización Mundial de la Propiedad Intelectual (OMPI), debatió sobre qué normativa regularía al software, a partir de las "Disposiciones Tipo de la OMPI" de 1976. El primer documento que hizo énfasis en la protección para el software mediante la disciplina de la Propiedad Intelectual, fue el "Model Provisions on the Protection of Computer Software" de 1978. Este documento propendía por un sistema sui generis, para proteger de manera íntegra al software, eliminando su consideración como una obra protegida exclusivamente por el Derecho de Autor o por la Propiedad Industrial. Sin embargo, esta protección no se consideró necesaria en su momento.

Posteriormente, "La OMPI y la UNESCO, en Ginebra, 1985, ratificaron [mediante los "Copyright Aspects of the Protection of Computer Programs"] que los programas o soportes lógicos son obras sujetas a los derechos de autor. Su fijación se materializa en el disco duro, disquetes, manuales y descripciones impresas". Se consideró al software como una obra literaria, entendiendo que los símbolos mediante los cuales se expresa (código objeto y código fuente), hacen parte de "un lenguaje natural creado artificialmente por el hombre para una comunicación especializada"; como lenguaje, hace parte de las obras literarias.

Las discusiones parecían haber llegado a su fin en los años noventa, cuando la OMPI y la OMC regularon de manera clara y concreta, la protección del software. Por remisión expresa del artículo 4 del Tratado de la OMPI sobre Derecho de Autor (TODA) de 1996, y del artículo 10 del Acuerdo sobre los Aspectos de los Derechos de Propiedad Intelectual relacionados con el Comercio (ADPIC), se determinó que la protección mediante el Derecho de Autor, consignada en el artículo segundo del Convenio de Berna para la protección de las Obras literarias y artísticas (en adelante Convenio de Berna), "*se aplica a los programas de ordenador, cualquiera que sea su modo o forma de expresión*".

La ley 33 de 1987 y la ley 565 del 2000, ratifican las obligaciones internacionales para la protección del software como objeto del Derecho de Autor. A partir de lo anterior, el Estado Colombiano, cumple con lo establecido en el TODA y en el Convenio de Berna, en su normativa:

La Ley 23 de 1982, al igual que el Convenio de Berna, tiene una lista no taxativa de obras protegidas por el Derecho de Autor, en la que, aunque no se encuentra el software, fue incluido posteriormente. Al respecto, Ernesto Rengifo argumenta que ante la aparición del software, en Colombia se "*consideró que no era necesario reformar la ley de derechos de autor, dada la evidente naturaleza de obra intelectual que detentaba el software*".

El Decreto 1360 de 1989, "por el cual se reglamenta la inscripción del soporte lógico (software en el Registro Nacional del Derecho de Autor)", incorporó el concepto del software en la normativa colombiana. Este decreto define al software "como una creación propia del dominio literario" comprendiendo el programa de computador (u ordenador), su descripción y el material auxiliar. Sin embargo, el artículo 7 señala que "la protección otorgada al soporte lógico, no excluye otras formas de protección", dando cabida a considerar que pudieran tener protección otros componentes que interactúan con el software.

La ley 44 de febrero 5 de 1993, "*por la cual se modifica y adiciona la ley 23 de 1982 y se modifica la ley 29 de 1944*", no considera al software como una obra literaria, dado que lo menciona de manera independiente a las obras literarias en su artículo 51: "*Si en el soporte material, carátula o presentación de la obra literaria, fonograma, videograma, soporte lógico u obra cinematográfica se emplea...*".

La Decisión 351 de 1993 (régimen común sobre Derecho de Autor y Derechos conexos en los países suscriptores del Acuerdo de Cartagena), define a los programas de ordenador en el artículo 3, como la "Expresión de un conjunto de instrucciones mediante palabras, códigos, planes o en cualquier otra forma que, al ser incorporadas en un dispositivo de lectura automatizada, es capaz de hacer que un ordenador –un aparato electrónico o similar capaz de elaborar informaciones-, ejecute determinada tarea u obtenga determinado resultado". El capítulo VIII de la misma normativa, regula algunos aspectos del software, señalando que su protección se da "en los mismos términos que las obras literarias". De nuevo, no se entiende al software como una obra literaria. Al respecto, la Dirección Nacional de Derecho de Autor (DNDA) planteó que el software "pretende describir la secuencia ordenada de instrucciones destinadas a ser asimiladas por un computador, a fin de lograr un resultado específico, estableciendo el carácter independiente que tiene el software, aun cuando sea protegido de igual manera que las obras literarias.

Finalmente, la Decisión 486 del año 2000 (régimen de Propiedad Industrial para la Comunidad Andina), señala en el

artículo 15 literal “e”, que no son invenciones “los programas de ordenadores o el soporte lógico, como tales”. Se requirió prohibir expresamente la protección del software bajo el régimen de Propiedad Industrial, dada la discusión frente a su patentabilidad. “El software eventualmente puede ser protegido por patente cuando su naturaleza sea inescindible con otra invención, pero si no es este el caso, sino que se trata de programas o soporte lógico separados o en sí mismos (“como tales”), no se consideran invenciones y no serán protegidas por patentes”. La Superintendencia de Industria y Comercio (SIC), ha señalado al respecto que no quedan excluidas de protección mediante patente “las invenciones que si bien se relacionan o hagan uso de programas de ordenador, no consistan únicamente en estos últimos”, acercando un poco la protección a las creaciones de software (Paez, 2016).

6. Objetivo General y Objetivos específicos

Objetivo general

Implementar un proceso de capacitación en diseño asistido por computador (CAD) para diez empresas del Sector Metalmecánico de Barrancabermeja.

Objetivos específicos

- Estructurar un curso de capacitación en Software (CAD) para el sector metalmecánico de Barrancabermeja con una duración de 3 meses.
- Orientar un curso de capacitación en Software (CAD) para al menos diez empresas del sector metalmecánico de Barrancabermeja.
- Asesorar a los asistentes al curso para que pongan en práctica los conocimientos adquiridos mediante la realización de un proyecto que resuelva una necesidad de alguno de sus clientes.
- Gestionar acuerdos de consultoría y certificados respectivos entre las Unidades Tecnológicas de Santander y las empresas participantes.

7. Metodología

Durante la elaboración y consecución del proyecto nos basamos en un tipo de investigación descriptiva cuantitativa con la cual se busca delimitar el problema sobre el uso de herramientas CAD en el sector metalmecánico por medio de encuesta, con lo cual se tendrá información acerca de las 10 empresas con las que se va ejecutar el proyecto, sus metodologías de trabajo y los medios manuales o tecnológicos para la fabricación de elementos mecánicos, para todo este proceso se tiene planteado la ejecución en dos fases que se ejecutaran de la siguiente manera:

Fase 1

- Realizar encuesta para establecer conocimientos previos de los asistentes, tipos de piezas que realizan en cada una de las empresas y métodos de fabricación.
- Recopilación y análisis de información obtenida en las empresas seleccionadas del sector metalmecánico.
- Estructurar el plan de capacitación basado en 40 horas teóricas en aulas de informática de las unidades tecnológicas de Santander.
- Visita a tres empresas seleccionadas durante la capacitación para asesorar a detalle métodos de solución y obtener información sobre técnicas utilizadas.

Fase 2

- Realizar visitas a empresas para realizar una solución sobre análisis estático de piezas y materiales.
- Entregar a las empresas seleccionadas un reporte sobre el análisis a las piezas o montajes a fabricar y que estos sean entregados a sus clientes.
- Realizar prueba final de conocimiento y satisfacción a los asistentes al curso.

8. Avances realizados

Estado del arte

Diseño de guías de aprendizaje

9. Resultados esperados:

- Documento físico acerca de la estructura de la capacitación, desde conocimientos teóricos hasta metodologías de modelamientos de piezas en 3D a partir de planos 2D.
- Registro de asistencia a la capacitación por parte de las 10 empresas seleccionadas.
- Informe físico y magnético acerca del modelamiento y análisis de las piezas escogidas para cada empresa para su desarrollo.
- Respetivos documentos físicos y magnéticos acerca de la consultoría y certificados avalados por la institución a los asistentes.

10. Cronograma:

Actividad	Mes 1	Mes2	Mes3	Mes4	Mes5	Mes6
Selección de 10 empresas participantes						
Encuesta de preconceptos						
Plan de capacitación						

Asesoría para desarrollo de proyectos						
Entrega de reportes a empresarios						
Encuesta de satisfacción						

12. Bibliografía:

Cárdenas, S. (2015). Aplicación del Software Autocad sobre el aprendizaje de la expresión gráfica en dibujo técnico de los estudiantes del primer ciclo de Ingeniería Industrial de la Universidad Ricardo Palma.

Lima, Perú: Universidad Nacional de Educación Enrique Guzmán y Valle.

Sierra, J. L. (2015). Aplicativo CAD para generación de geometrías porosas internas en implantes óseos.

Bogotá, Colombia: Universidad Santo Tomás.

Tapia, C. (2016). Autocad software en diseño de estructuras.

Puebla: Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.

Toapanta, E. G. (2015). Diseño e implementación de un laboratorio de modelado y diseño mecánico asistido por computadora mediante software CAD 3D-2D y SolidWorks en la Universidad Técnica de Cotopaxi sede La Maná Cantón La Maná Provincia de Cotopaxi, año 2013. La Maná: Universidad Técnica de Cotopaxi.

Báez, A. A., & Rodríguez, O. A. (2013). Diseño de los sistemas estructural, de alimentación de energía solar y construcción de prototipo estructural de un picosatélite para el C.I.E. de la ESPE. Sangolquí: Escuela Politécnica del Ejército.

Borbor, A. I., & Crespo, A. G. (2012). Diseño de una línea de producción de fertilizantes pulverizados usando molino de pines.

Guayaquil: Escuela Superior Politécnica del Litoral.

Builes, G. I., & Gamboa, S. F. (2011). Diseño, modelado y simulación de un prototipo de fijación para fractura de radio distal.

Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander.

Loaiza, J. L. (2012). Diseño y simulación de un prototipo de prótesis de mano bioinspirada con cinco grados de libertad.

Bogotá: Universidad Nacional de Colombia.

Lluís Solano, M. V. (2001). <https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/97839/R01-46.pdf>

Paez, C. D. (11 de Septiembre de 2016).

<https://propintel.uexternado.edu.co>.

Obtenido de <https://propintel.uexternado.edu.co/la-proteccion-del-software-desde-la-propiedad-intelectual-en-colombia-conveniencia-de-la-creacion-de-una-normativa-especial-que-garantice-los-derechos-de-los-desarrolladores/>

Rojas, O., & Rojas, L. (2006). Diseño asistido por computador. Revistas de investigación UNMSM.

<http://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/idata/article/download/5709/4938>

(1) Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico (OCDE)

(2) PA: Plan de Aula, PI: Proyecto integrador, TG: Trabajo de Grado, RE: Reda