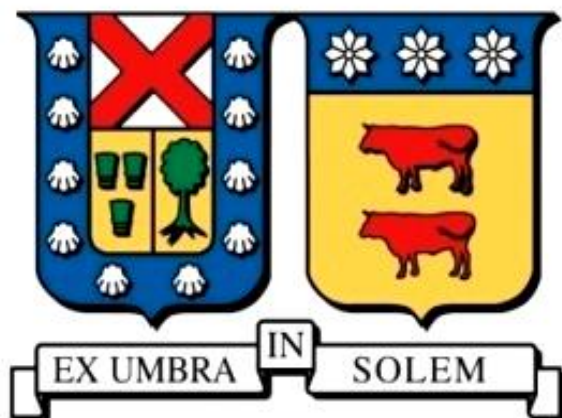


UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA

DEPARTAMENTO DE INDUSTRIAS

VALPARAÍSO – CHILE



**PROPUESTA DE METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN DE
COSTOS EN EL PROCESO PRODUCTIVO DE UN
PROTOTIPO EN CONTEXTO UNIVERSITARIO**

ANAÍS DEL PILAR FUENZALIDA SOLIS

TRABAJO DE TÍTULO PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL INDUSTRIAL

PROFESOR GUÍA:

CHRISTOPHER NIKULIN

PROFESOR CORREFERENTE:

PABLO VIVEROS

NOVIEMBRE – 2018

1 Agradecimientos

Este trabajo representa el punto de término de un capítulo en mi vida. Cuando me posiciono en ese punto, y observo las páginas escritas, puedo decir que lo más valioso que me dejó mi paso por la universidad fueron sus personajes. En esta historia encontré personajes complejos, amables y de un intelecto y ética que me enorgullece enormemente.

Agradezco a mis papás por creer en mí aún más que yo misma. Por ofrecerme su incondicionalidad, que asusta, porque no veo en ella límites. Por ofrecerme un lugar físico y espiritual al que puedo regresar al origen. Quiero que sepan que lo que he logrado y aquello que logre les pertenece completamente a ustedes.

Agradezco a mis amigos de la universidad, por compartir la emoción y enfrentarla con la intensidad que era necesario vivirla. Guardo en mi caja negra todas esas conversaciones de los primeros años, en donde estuvimos al borde de la locura, puesto que nunca antes ninguno de nosotros había aprendido tanto sobre física y matemáticas. Un lugar especial ocupan las conversaciones más metafísicas que aún se guardan frescas en mi memoria, por allá en el patio el cañón o bajo el árbol del magnolio.

Agradezco a mis profesores por transmitirme su conocimiento. En especial a aquellos que disfrutaban enseñar porque amaban su arte. A mi profesor guía por apoyarme y guiarme en este proceso, por respetar mis ritmos y acelerar la marcha de manera tan orgánica, refrescando el pensamiento.

Agradezco a mi hermana por participar de esta suerte de experimento en el cual hemos tomado decisiones a la par. A ella, gracias por ser más que un cable a tierra, mi línea de vida que me ha salvado tantas veces del colapso. Comienza la siguiente etapa del experimento.

Agradezco a mis amigos de la roca por amarla como yo y drenarnos del miedo y del apego en cada regreso a la esencia humana y ser libres y eternos allá arriba. Si la catarsis no hubiera sido compartida no hubiera sido tan bella esa purga.

A la incertidumbre doy gracias, porque desde hoy todo puede ser y todo está siendo. Agradezco a todos esos gatos de Schrödinger potencialmente vivos y potencialmente muertos y por esa decisión que ha de ser la siguiente importante que ha de moverme al siguiente nivel, esta vez con más herramientas y más conciencia.

2 Resumen

A continuación, se presentará una metodología de costeo de producto único, específicamente, prototipos de emprendimientos desarrollados bajo contexto universitario. Dicha metodología pretende detectar las oportunidades para reducir los costos en los emprendimientos de universitarios, para que estos no pierdan fuerza en etapas tempranas de la puesta en marcha del proyecto y de este modo potenciar el éxito de las iniciativas que nacen en el marco de la universidad. La metodología a presentar integra herramientas del sistema de costos ABC, diagramación IDEFØ y clasificación de recursos según TRIZ, la cual será presentada y probada con dos casos de estudio.

3 Abstract

Next, a single product costing methodology will be presented, specifically, prototypes of ventures developed under a university context. This methodology aims to detect the opportunities to reduce costs in the undertakings of university students, so that they do not lose strength in the early stages of the implementation of the project and in this way enhance the success of the initiatives that are born within the framework of the university. . The methodology to present integrates ABC cost system tools, IDEFØ layout and resource classification according to TRIZ, which will be presented and tested with two case studies.

4 Índice de Contenido

Contenido

1	Agradecimientos	2
2	Resumen.....	3
3	Abstract.....	4
4	Índice de Contenido	5
5	Índice de Tablas.....	7
6	Índice de Figuras.....	8
7	Introducción	10
8	Objetivos.....	12
8.1	Objetivo General.....	12
8.2	Objetivos Específicos.....	12
9	Alcance	13
10	Estado del Arte.....	14
10.1	Sistema de costos tradicionales	14
10.2	ABC (Activity Based Costing)	16
10.2.1	Etapas para la Implementacion del sistema ABC.....	19
10.3	IDEFØ	20
10.3.1	Modelación de un proceso.....	20
10.3.2	Metodología IDEFØ	21
10.3.3	Representación grafica	22
10.4	Clasificación TRIZ de los requerimientos	23
11	Metodología	24
11.1	Clasificación de la lista de materiales usando TRIZ.....	26
11.2	Clasificación de las partes del sistema que consumen actividades.....	28
11.3	Reconocimientos de recursos consumidos por actividades	29
11.4	Estructura del problema del análisis de costo	31
11.5	Oportunidades de mejora.....	31
12	Casos de Estudio	32
12.1	Caso de estudio: Mesa NATURE	33
12.1.1	Clasificación de la lista de materiales usando TRIZ en sistema Mesa NATURE	33
12.1.2	Clasificación de las partes del sistema que consumen actividades en sistema Mesa NATURE	35
12.1.3	Estructura del problema del análisis de costo en sistema Mesa NATURE	36

12.1.4	Reconocimientos de recursos consumidos por actividades en sistema Mesa NATURE	39
12.1.5	Oportunidades de mejora en sistema Mesa NATURE	40
12.2	Caso de estudio: Mesa WOODCHILD	43
12.2.1	Clasificación de la lista de materiales usando TRIZ en sistema Mesa WOODCHILD	43
12.2.2	Clasificación de las partes del sistema que consumen actividades en sistema Mesa WOODCHILD	45
12.2.3	Estructura del problema del análisis de costo en sistema Mesa WOODCHILD	47
12.2.4	Reconocimientos de recursos consumidos por actividades en sistema Mesa WOODCHILD	46
12.2.5	Oportunidades de mejora en sistema Mesa WOODCHILD	47
13	Conclusiones	53
14	Bibliografía	55
15	Anexos	57
15.1	Manual de Fabricación Mesa NATURE	58
15.2	Manual de Fabricación Mesa WOODCHILD	64
15.3	Planimetría Mesa NATURE	68
15.4	Planimetría Mesa WOODCHILD	71

5 Índice de Tablas

Tabla 1 Comparación entre Costeo Basado en Actividades y Costeo Tradicional, de acuerdo a Sáez y Gutiérrez (1993)	16
Tabla 2 Lista de Materiales, presupuesto e inductor de costo.....	27
Tabla 3 Identificación de las actividades consumidas por las partes del sistema.....	28
Tabla 4 Matriz de Requerimiento de Actividades.....	30
Tabla 5 Lista de Materiales, presupuesto e inductor de costo de mesa NATURE	34
Tabla 6 Potencias de equipos para la fabricación de mesa NATURE.....	35
Tabla 7 Identificación de las actividades consumidas por las partes de mesa NATURE.	35
Tabla 8 Matriz de Requerimiento de Actividades para mesa NATURE	39
Tabla 9 Tiempos requeridos por cada actividad para mesa NATURE.....	39
Tabla 10 Resultados escenario 1, mesa NATURE	40
Tabla 11 Resultados escenario 2, mesa NATURE	41
Tabla 12 Resultados escenario 3, mesa NATURE	42
Tabla 13 Lista de Materiales, presupuesto e inductor de costo de mesa WOODCHILD...	44
Tabla 14 Potencias de equipos para la fabricación de mesa WOODCHILD	44
Tabla 15 Identificación de las actividades consumidas por las partes de mesa WOODCHILD.....	45
Tabla 16 Matriz de Requerimiento de Actividades para mesa WOODCHILD	46
Tabla 17 Tiempos requeridos por cada actividad para mesa WOODCHILD.....	46
Tabla 18 Resultados escenario 1, mesa WOODCHILD	50
Tabla 19 Resultados escenario 2, mesa WOODCHILD	51
Tabla 20 Resultados escenario 3, mesa WOODCHILD	52

6 Índice de Figuras

Ilustración 1 Modelo de asignación de costo según metodología tradicional, de acuerdo a Kaplan R. & Cooper R. (1999).....	15
Ilustración 2 Sistema ABC y Sistema Tradicional de contabilidad de costos, de acuerdo a Emblemsvåg (2004)	17
Ilustración 3 La sintaxis básica para un modelo IDEFØ, de acuerdo a Knowledge Based Systems (2018).....	22
Ilustración 4 Etapas de la metodología propuesta para la cuantificación de los costos de un producto único en ambiente universitario	25
Ilustración 5 IDEFØ de la Estructura General de mesa NATURE	36
Ilustración 6 IDEFØ de la Base de mesa NATURE.....	37
Ilustración 7 IDEFØ del Sistema de Soporte de mesa NATURE	37
Ilustración 8 IDEFØ del Sistema de Soporte de mesa NATURE	38
Ilustración 9 IDEFØ de la Estructura General de mesa WOODCHILD	47
Ilustración 10 IDEFØ de la Base de mesa WOODCHILD.....	48
Ilustración 11 IDEFØ de Apoyaderas de mesa WOODCHILD.....	49
Ilustración 12 IDEFØ de Uniones de mesa WOODCHILD	49
Ilustración 13 Paso 1, Fabricación de la base de mesa NATURE, de acuerdo a (Campos, 2017).....	59
Ilustración 14 Paso 6, Fabricación de la base de mesa NATURE, de acuerdo a (Campos, 2017).....	60
Ilustración 15 Paso 9, Fabricación de la base de mesa NATURE, de acuerdo a (Campos, 2017).....	60
Ilustración 16 Paso 4, Fabricación del sistema de giro de mesa NATURE, de acuerdo a (Campos, 2017)	61
Ilustración 17 Paso 7, Fabricación del sistema de giro de mesa NATURE, de acuerdo a (Campos, 2017)	61
Ilustración 18 Paso 1, Fabricación del sistema de giro de mesa NATURE, de acuerdo a (Campos, 2017)	62
Ilustración 19 Paso 4, Fabricación del sistema de giro de mesa NATURE, de acuerdo a (Campos, 2017)	62
Ilustración 20 Paso 2, Armado e instalación de mesa NATURE, de acuerdo a (Campos, 2017).....	63
Ilustración 21 Paso 4, Armado e instalación de mesa NATURE, de acuerdo a (Campos, 2017).....	63
Ilustración 22 Paso1, Fabricación de la base de mesa WOODCHILD, de acuerdo a (Campos, 2017).....	65
Ilustración 23 Paso 9, Fabricación de la base de mesa WOODCHILD, de acuerdo a (Campos, 2017)	65
Ilustración 24 Paso 3, Fabricación de apoyaderas de mesa WOODCHILD, de acuerdo a (Campos, 2017)	66

Ilustración 25 Paso 3, Armado e instalación de mesa WOODCHILD, de acuerdo a (Campos, 2017)	67
Ilustración 26 Plano Base mesa NATURE, de acuerdo a (Campos, 2017)	68
Ilustración 27 Plano Sistema de Giro mesa NATURE, de acuerdo a (Campos, 2017)	69
Ilustración 28 Plano Sistema de Soporte mesa NATURE, de acuerdo a (Campos, 2017)	70
Ilustración 29 Plano Base mesa WOODCHILD, de acuerdo a (Campos, 2017)	71
Ilustración 30 Plano Apoyaderas mesa WOODCHILD, de acuerdo a (Campos, 2017)	72
Ilustración 31 Plano uniones mesa WOODCHILD, de acuerdo a (Campos, 2017)	73

7 Introducción

En sentido antropológico, se advierte un cambio cultural propiciado por la inestabilidad y fragmentación del nuevo capitalismo, un cambio que apunta a un nuevo tipo de humano capaz de navegar en estas nuevas condiciones improvisando el curso que toma la vida, readaptándose y reciclando sus habilidades (Sennett, 2006). En respuesta a este fenómeno social, se desata una menor predisposición a la delegación y sumisión a un orden burocrático fuertemente jerarquizado (Inglehart, 2002). Por esta razón cada vez son más los jóvenes que quieren trabajar para sí mismos y se embarcan en su propia empresa. Por otro lado, las instituciones educativas buscan potenciar el emprendimiento universitario, a fin de validar su investigación y activar el negocio de las áreas afines (Stuart & Ding, 2002). A su vez, las licencias asociadas a emprendimientos universitarios son concedidas a universidades con alto nivel de investigación y los inversionistas se ven tentados a financiar emprendimientos que se gestan en las mismas (Di Gregorio & Shane, 2003).

Entiéndase emprendimiento universitario como una iniciativa emprendedora que nace en el ambiente universitario (Ortín, Salas, Trujillo, & Vendrell, 2008) y que reúne ciertas características taxonómicas señaladas por (Rothaermel, Agung, & Jiang, 2007) dadas por el marco teórico de la institución, el nivel de traspaso de tecnologías de la institución, el nivel de financiamiento que promueve el emprendimiento de los estudiantes de la institución y el acceso a redes de contacto con el entorno que tiene y facilita la institución.

Un entorno factible para emprender de manera exitosa conjuga factores tales como los incentivos del sistema, ubicación, industria, estatus del emprendimiento, tecnología, cultura del emprendimiento, políticas de protección de propiedad intelectual, redes de contactos, experiencia entre otros (Rothaermel, Agung, & Jiang, 2007).

Se ha constatado que los emprendimientos universitarios gestionados por externos, más aún, aquellos que tienen escasa participación universitaria en la gestión, son los que han resultado más exitosos (Di Gregorio & Shane, 2003). Esto debido a que la mayoría de los emprendedores universitarios tienen poca experiencia, en consecuencia el riesgo es una variable que limita la inversión (Kacperczyk, 2013). Los estudiantes con conocimiento del comportamiento del riesgo tendrían más oportunidad de ser emprendedores, dado que un entendimiento del riesgo fortalece la puesta en marcha de la empresa en sus primeros pasos en el mercado (Solesvik, Westhead, Matlay, & Parsy, 2013). Es importante conocer métodos que se adapten al emprendimiento y que permitan evaluar el riesgo, suponiendo distintos escenarios y de este modo comprender cómo se conjuga el riesgo de acuerdo a las decisiones.

Actualmente, la manera en cómo se forman emprendedores en las universidades está en la fase inicial de desarrollo. Existen estudios concluyentes sobre la alta potencialidad de las universidades que centran sus esfuerzos en la formación de capital intelectual para las empresas si destinan parte de dichos esfuerzos en la formación de emprendedores (Rideout & Gray, 2013). Para aprovechar este potencial, se deben reconocer las debilidades constatadas en los emprendedores universitarios reconocidas por (Blenker, Dreisler, Fsergemann, & Kj, 2013) quien expone un listado de debilidades características de los emprendedores universitarios y

plantea la importancia de generar nuevos métodos y modelos pedagógicos que se adecuen a la innovación y emprendimiento, incorporándolos de manera didáctica.

Dentro de las problemáticas detectadas en la fase inicial de los emprendimientos universitarios está la limitación de recursos, los cuales se relacionan directamente por la débil o inexistente red de contacto, que detona en escases de recursos financieros y de capital humano. A fin de enfrentar las limitaciones, los emprendedores universitarios usan métodos basados en estrategias de negocios (Blackburn & Ram, 2006). Dichos métodos ofrecen directrices que permiten definir los objetivos, pero la operación queda a la deriva, por esta razón, es importante ordenar y jerarquizar los recursos disponibles utilizando herramientas que permitan estructurar el conocimiento y exponer la información y los recursos a fin de alzar los objetivos del emprendimiento. Sin embargo, es necesario métodos más flexibles y simples que soporten la ejecución de estrategias, planteando diferentes escenarios en los cuales el emprendimiento se puede ver circunscrito.

Desde esta perspectiva, los métodos de costeo de prototipo constituyen un valioso rol, dado que permite vaticinar qué actividades y bajo qué escenarios son más incentivas en capital financiero, uno de los recursos de criticidad, debido a la escasez de este, en emprendimientos universitarios. Actualmente no existe ninguna metodología que permita dar una valorización de prototipo. En esta memoria, se propone una metodología sistemática y estructurada que permite desglosar una propuesta de emprendimiento, desde el diseño del prototipo. La propuesta combina el método de costeo ABC, que se basa en la premisa de que cualquier empresa para producir un producto o prestar un servicio, está basada en actividades que consumen recursos (Cooper & Kaplan, Measure costs right: make the right decisions, 1998). Esta herramienta será reforzada con la clasificación de recursos dado por TRIZ y por el desglose IDEFØ.

8 Objetivos

A continuación se detalla el objetivo general y los objetivos específicos del presente trabajo de memoria, que deberán ser desarrollados.

8.1 Objetivo General

Proponer, definir y probar una metodología de evaluación de costos del desarrollo de un prototipo único en un contexto de emprendimiento universitario. Esto a partir de la integración de Activity-based costing (ABC), el cual será apoyado por técnicas de diagramación del sistema a resolver usando IDEFØ y mediante la clasificación de recursos según TRIZ. De este modo, se pretende establecer los factores claves y las oportunidades que deben tenerse en cuenta para el éxito de dichos emprendimientos.

8.2 Objetivos Específicos

1. Integrar a las técnicas de la metodología Activity-based costing, la clasificación de recursos según TRIZ y elementos de diagramación de IDEFØ.
2. Desarrollar un algoritmo que permita explicar la metodología de evaluación de costos, que detalle un paso a paso y los resultados de cada intervención.
3. Probar la aplicabilidad de la metodología a través de dos casos de estudio en el marco del contexto universitario.
4. Identificar los puntos fuertes y las oportunidades de mejora de la metodología propuesta.

9 Alcance

El desarrollo del presente trabajo de memoria se enfoca en la generación de una propuesta metodológica que permita evaluar el proceso productivo de un producto único, a saber, un prototipo desarrollado en un contexto universitario.

La metodología expondrá de manera gráfica el proceso productivo del sistema y de sus partes, y a partir de ello, se podrá extraer la información que permita evaluar los costos en cada actividad del proceso productivo, y de cada parte del sistema, considerando que son las actividades las que consumen recursos y no las partes del sistema.

La metodología propuesta es transversal y flexible, y queda a disposición de ser utilizada para futuros estudios que pretendan aptarla a otros contextos.

10 Estado del Arte

A continuación se presentará una breve descripción de las herramientas utilizadas en el diseño de la metodología de costeo de producto único, específicamente, prototipos de emprendimientos desarrollados bajo contexto universitario. Esto, con el fin de que el lector pueda tener un entendimiento correcto de la metodología y pueda ser aplicada en escenarios distintos a los descritos en los casos de estudio, en el margen de contexto universitario.

10.1 Sistema de costos tradicionales

Los sistemas de costeo son subsistemas de la contabilidad general, los cuales manipulan los detalles referentes al costo total de fabricación. La manipulación incluye clasificación, acumulación, asignación y control de datos, para lo cual se requiere un conjunto de normas contables, técnicas y procedimientos de acumulación de datos tendentes a determinar el costo unitario del producto (Sinisterra, 1997).

Los métodos tradicionales de costeo fueron diseñados entre 1870-1920, para entonces los costos indirectos de fabricación eran despreciables comparados con lo que son ahora. Además la mano de obra era un recurso que con gran peso dentro de las empresas, debido a la baja automatización. De este modo los sistemas de costos de las empresas realizan funciones básicas como valorización de inventarios, cuantificar costos de mercancías vendidas para elaborar cuentas anuales, calcular costos de actividades, productos y clientes, además de entregar un reporte a directivos y empleados respecto a la eficiencia de los procesos (Balboa Paz, 2013).

Los sistemas de costos tradicionales buscan asignar los costos a los centros de producción generales y luego a los productos (Cooper & Kaplan, Coste y Efecto, 1999).

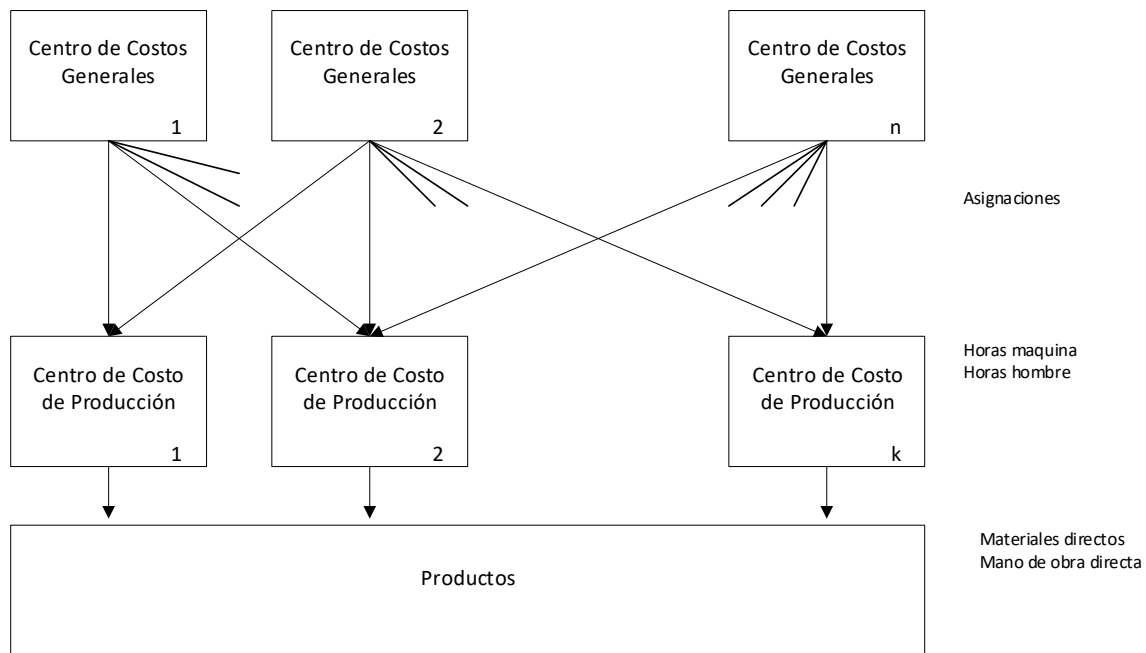


Ilustración 1 Modelo de asignación de costo según metodología tradicional, de acuerdo a Kaplan R. & Cooper R. (1999)

En los años ochenta, Thomas Johnson y Robert Kaplan diagnosticaron una crisis de los sistemas de costos y los sistemas de control de gestión tradicionales. Estos habían sido creados para procesos estandarizados de producción y mano de obra directa y el trabajo comenzó a revelar algunas limitaciones, especialmente en cuanto a la asignación de costos indirectos de los productos (Johnson & Kaplan, 1987).

En cuanto a las debilidades de la metodología tradicional evidenciadas, (Cooper & Kaplan, Coste y Efecto, 1999) reconocen:

- Deficiencia e inexactitud de la información respecto a los costos individuales por producto.
- Información distorsionada que impide tomar decisiones a nivel gerencial.
- Costos indirectos no considerados a fondo, no se identifican ni analizan.
- Generadores de volumen tienden a ser los mismos por cada tipo de producto, sin considerar diversidad.

10.2 ABC (Activity Based Costing)

El sistema ABC es una metodología que mide el costo y el rendimiento de las actividades, de los recursos y de los objetos de costo. El método ABC es un proceso de repartición de costos indirectos dividido en dos etapas: en la primera, los recursos son consumidos por las actividades y en la segunda, los objetos de costo (productos, clientes, mercados, etc.) consumen las actividades (Cooper & Kaplan, Coste y Efecto, 1999).

El ABC no es solamente un método de cálculo del costo de producción, sino también un método de control de gestión. Este provee información contable útil y fundamental para reflejar el posicionamiento competitivo de la empresa. El sistema ABC supera estas cuestiones. Más aún, el ABC fue considerado como una de las innovaciones más importantes de la gestión en los últimos cien años (Emblemsvåg, 2004, Jan).

Algunos autores han publicado artículos que proponen que la aplicación de un nuevo método de costeo, el ABC, proporcionaría una mejoría en el tratamiento de costeo indirecto ya que incluiría un mayor porcentaje de costos totales (Amat, 2003).

En cuanto a las diferencias esenciales del ABC con respecto a otros métodos tradicionales se tiene que el ABC plantea que los objetos de costo (productos o servicios) son los que consumen actividades, en tanto, los métodos tradicionales plantean que los productos consumen recursos. El ABC dice que la asignación de hace a partir de generadores de costos, en tanto, los métodos tradicionales asignan por volumen. El ABC se orienta según procesos, en tanto, los métodos tradicionales se orientan por estructura de la organización. Lo anterior queda sucinto en la siguiente tabla elaborada por (Saéz & Gutiérrez, 1993), y se detalla en los párrafos siguientes de este apartado.

ABC	Costeo tradicional
Asigna costos indirectos, primero a las actividades y luego a los objetos de costo.	Asigna los costos generales, primero a los departamentos y luego a los objetos de costo.
Utiliza inductores de costo para cada actividad.	Utiliza base volumétrica.
Se preocupa en ¿cómo se gastan los recursos?	Se preocupa en ¿qué se gastó?
Tiene un enfoque de proceso	Tiene un enfoque de responsabilidad administrativa.
Aparecen nuevos costos, como los de oportunidad.	No se generan más costos que los que se miden.

Tabla 1 Comparación entre Costeo Basado en Actividades y Costeo Tradicional, de acuerdo a Sáez y Gutiérrez (1993)

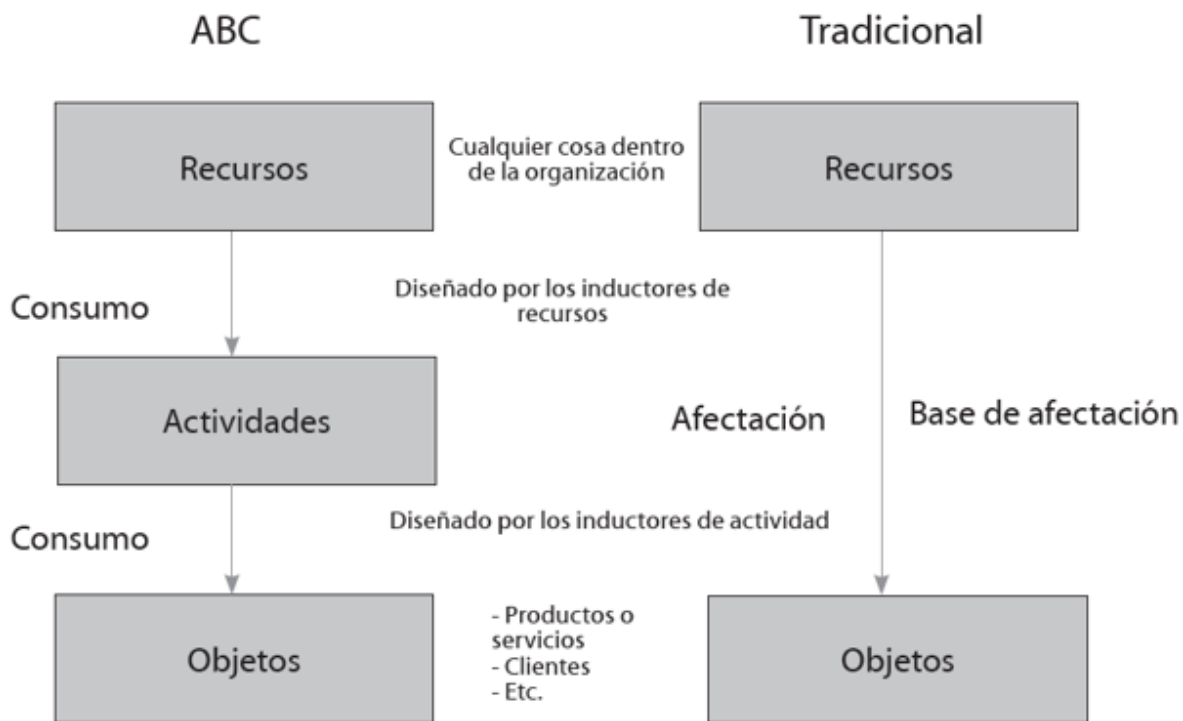


Ilustración 2 Sistema ABC y Sistema Tradicional de contabilidad de costos, de acuerdo a Emblemsvåg (2004)

Desde la comparación, es posible observar que el ABC, acierta en la relación de causalidad entre los recursos y actividades y entre estas y los objetos de costo. Son las actividades las que consumen recursos. Por ejemplo, para el caso de una institución educativa, un estudiante como objeto de costo no consume “medios didácticos”, estos son consumidos por una actividad que se denomina “hacer docencia”, pero un estudiante sí consume la actividad “hacer docencia”. En efecto, el método de costo tradicional parte de una premisa falsa y no se prescribe sobre la auténtica relación causa-efecto (Tafur & Osorio, 2016). En efecto, la base de soporte del sistema ABC es que todo producto surge como consecuencia de la adopción de un proceso, o sea, una serie de actividades sucesivas que determinan el consumo de los factores productivos durante el proceso (Castelló-Taliani, 2003). Con base en este presupuesto, las actividades son las que originan el consumo de los factores productivos —no los productos—, como tradicionalmente se había asumido.

Según (Carvalho, Pina-Martínez, & Torres-Pradas, 1999), el sistema de costos ABC se fundamenta en tres premisas básicas:

1. Los productos requieren actividades
2. Las actividades consumen recursos
3. Los recursos cuestan dinero.

Por esta simple razón, el ABC tiene un enfoque sistematico, en donde poco importan las jerarquias departamentales. Es mas importante la actividad y el proceso que la division o el departamento. Este enfoque, permite conocer al gerente las actividades, determinar las fallas y corregirlas y encontrar la via adecuada para lograr los objetivos (Tafur & Osorio, 2016).

De esta manera más importante que conocer el costo de los objetos de costo, es disponer de una vision de las oportunidades de reduccion de costo y de la mejora del rendimiento, que permita que las empresas logren viabilidad, no porque se calcula sus costos, sino porque se gestiona estrategicamnete (Tafur & Osorio, 2016). Esto dado que ABC permitiría una mayor visibilidad del costo; medida más correcta de la actividad; mayor capacidad de observación de la influencia del costo en el producto o servicio; mayor comprensión de la información para la gestión por parte de los dirigentes y mayor información segmentada (Carvalho, Pina-Martínez, & Torres-Pradas, 1999).

10.2.1 Etapas para la Implementación del sistema ABC

Los autores (Carvalho, Pina-Martínez, & Torres-Pradas, 1999) reconocen las 4 etapas siguientes:

1. Identificación de todas las actividades que consumen recursos o factores; se define actividad como un conjunto de acciones o tareas que tienen como objetivo conferir, por lo menos a corto plazo, valor agregado a un objeto y permitir medir ese valor.
2. Determinación de la unidad de medida de cada actividad, designada “inductor de costo”, que representa el factor que influencia el nivel de desempeño de actividades y su consumo de recursos.
3. Agrupamiento de las actividades directamente relacionadas para su posterior repartición a los productos.
4. Repartición de las actividades agrupadas por los diferentes productos en función de los inductores de costos.

Palabras claves

Recursos: personas y máquinas, pero también materiales, suministros, sistemas de información, seguros, activos fijos productivos, repuestos e incluso algunos intangibles.

Actividades: procesos representados por personas y máquinas.

Inductores de recurso: medida de la frecuencia e intensidad de búsqueda de recursos en la actividad.

Inductores de actividad: miden la frecuencia e intensidad de búsqueda de actividades por los objetos de costo, lo que posibilita la afectación de los costos a los objetos de costo.

Objeto de costo: son los productos y servicios producidos, cliente, proveedor, sector del mercado o infraestructura.

Inductores de costo: son los factores que afectan a los costos de actividades, ejemplo: Tiempo de mano de obra.

10.3 IDEFØ

10.3.1 Modelación de un proceso

Un modelo es una representación de una realidad compleja. Modelar es desarrollar una descripción lo más exacta posible de un sistema y de las actividades llevadas a cabo en él. Cuando un proceso es modelado con ayuda de una representación gráfica, (diagrama de proceso) pueden apreciarse con facilidad las interrelaciones existentes entre distintas actividades, analizar cada actividad, definir los puntos de contacto con otros procesos, así como identificar subprocesos comprendidos (Alexander, s.f).

La representación gráfica facilita el análisis, uno de sus objetivos es de hecho, la descomposición de los procesos de trabajo en actividades discretas. También hace posible la distinción entre aquellos que aportan valor añadido de las que no lo hacen. Hay a veces procesos que es difícil encontrar que aporten algo directo al cliente del proceso o al resultado deseado. En este punto debe tenerse mucho cuidado, ya que no todas las actividades que no proveen de valor añadido han de ser innecesarias, estas pudiesen ser actividades de apoyo y ser necesarias para hacer más eficaces las funciones de gestión y control (Alexander, s.f).

Para entender la metodología que se expondrá en el Capítulo 11 de este documento, es importante entender nociones sobre concepto de proceso de negocio desde distintas perspectivas, puesto que la metodología considera determinar los alcances de un problema de estimación de costo utilizando una diagramación. (Smith, 2002), entiende el proceso de negocio como una compleja y coordinada secuencia de actividades, las cuales son necesarias para proporcionar valor al cliente. (Harmon, 2003), lo considera como un sistema de actividades de negocio que son llevadas a cabo a razón de un acontecimiento, transformando la información y los materiales, en la producción de un producto. Las cadenas de valor y los procesos de negocio producen salidas (productos o servicios) que son valoradas por los clientes. Del mismo modo, otros procesos generan las salidas que son requeridas por otros procesos. (Mili, Jaoude, & Lefebvre, 2004), en su definición introducen el concepto de rol y consideran los procesos de negocio como actividades desarrolladas por dichos actores representando diferentes papeles, consumiendo unos recursos y produciendo otros. Las actividades pueden ser desencadenadas por hechos y pueden del mismo modo, producir hechos por ellas mismas. A la luz de estas definiciones, queda en evidencia la reiteración de elementos que definen al modelo de negocio, estos elementos son actividades, recursos e información.

10.3.2 Metodología IDEFØ

El IDEFØ es la forma más práctica de representar los flujos de información y la interacción que tiene el proceso con las demás áreas de la empresa y sus partes interesadas (Waissi, 2015) o de otra manera, relacionar los subprocessos y determinar su interdependencia. La metodología IDEFØ, se inicia con un diagrama “Padre”, la cual permite contextualizar el problema, a partir de este, se desglosan los diagramas que representan flujos de información. Esta técnica es utilizada para producir un “Modelo de Función”, el cual es una representación estructurada de funciones, actividades o procesos que son internos del sistema que se pretende modelar o de un área específica de ese sistema (Alexander, s.f). De este modo se obtiene el panorama estratégico de un proceso, desde lo más general hasta lo más detallado, permitiendo realizar los análisis correspondientes para identificar falencias del proceso; de manera que se puedan establecer acciones de mejora. La metodología IDEFØ, representa de manera estructurada y jerárquica, las funciones, actividades o procesos que conforman un sistema o empresa y los datos que soportan la interacción de esas actividades y se configura por medio de diagramas jerárquicos que se descomponen gradualmente, aumentando el nivel de detalle conforme se profundiza en la estructura del proceso; permite de una manera sencilla visualizar los procesos con sus respectivas entradas, salidas, herramientas y controles (Mejía, E.; Fabián, A.; Galofre, V.; Silva, G., & Andrés, E., 2017).

10.3.3 Representación gráfica

La representación gráfica "caja y flecha" de un diagrama IDEFØ muestran la función como un cuadro y las interfaces hacia o desde la función como flechas que entran o salen del recuadro. Para expresar funciones, las cajas funcionan simultáneamente con otras cajas, con las flechas de interfaz "restringiendo" cuándo y cómo se desencadenan y controlan las operaciones. (Knowledge Based Systems, 2018). La sintaxis básica para un modelo IDEFØ se muestra en la figura a continuación.

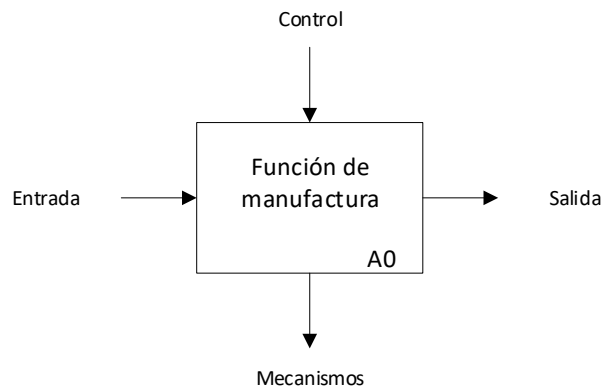


Ilustración 3 La sintaxis básica para un modelo IDEFØ, de acuerdo a Knowledge Based Systems (2018)

10.4 Clasificación TRIZ de los requerimientos

La clasificación de recursos representa la base para resolver las contradicciones, incluido contradicciones que se puedan producir al costear actividades que consumen recursos.

Además de la clasificación de recursos, se propone la separación entre el todo y sus partes, tal que los parámetros en conflicto puedan ser separados a través de la distinción o diferenciación de las propiedades del todo y de sus partes (Nikulin, Viveros, & Dorochesi, 2017).

Según los autores (Nikulin, Graziosia, & Cascinia, 2013) TRIZ (Teoría de Resolución de Problemas de Innovación) categoriza los recursos de la siguiente manera:

1. **Material:** hace referencia a todo tipo de materia prima, productos semiterminados, materiales manufacturados (por ejemplo: equipos tecnológicos pertenecientes a la planta de producción), material de descarte, etc. De manera más general, considera cualquier tipo de producto manufacturado que pueda ser catalogado como recurso. (Nikulin, Graziosia, & Cascinia, 2013)
2. **Energía:** se refiere a cualquier tipo de energía que provenga tanto en forma interna como externa a la compañía. Se puede considerar en este apartado la energía humana, en caso de que se esté utilizando solo el uso de fuerza física (Nikulin, Graziosia, & Cascinia, 2013).
3. **Información:** es acerca de cualquier tipo de información perceptible del sistema (por ejemplo, propiedades del sistema y sus cambios, información temporal, etc.). También puede clasificarse la información proveniente del recurso humano, cuando este aporta con su conocimiento y creatividad
4. **Tiempo:** se refiere a cualquier intervalo de tiempo relevante para la situación actual (trabajos preliminares, trabajo programado, procesos paralelos, pausas, etc.).
5. **Espacio:** hace referencia a cualquier espacio o recinto no utilizado y disponible para la empresa o su entorno (Nikulin, Graziosia, & Cascinia, 2013). Si algo es conflictivo en términos de espacio, se deben separar los parámetros en conflicto, con el objetivo de que ambos puedan cumplir sus funciones sin los efectos negativos que esto implicaría (Nikulin, Viveros, & Dorochesi, 2017).

11 Metodología

Se propone una metodología que intenta determinar el costo de un único producto, esto, a partir de un desglose del producto en partes y piezas, las cuales consumen actividades, que se caracterizan por ser repetitivas y consumir recursos o factores productivos. Dicho modelo, está basado en elementos de la metodología de estimación de costos ABC, el cuál será asistido mediante una conceptualización del problema de manera consecutiva para delimitar los alcances de este, respecto a las etapas del proceso que será cuantificado. Para llevar a cabo esta conceptualización se usará IDEFØ. Además respecto al uso de los factores productivos, estos serán clasificados de manera conveniente según TRIZ.

Dicho procedimiento, tiene una aplicabilidad en casos sencillos como el presentado en la sección de casos de estudio, es decir, la estimación de costos para prototipos de manufactura de emprendimientos universitarios.

A continuación se representan las etapas de la metodología propuesta, cuyas directrices constituyen el algoritmo que se propone como método de cuantificación de los costos de la fabricación de un prototipo de producto de manufactura desarrollado por emprendedores en el ambiente universitario, a partir de ello es posible estructurar y jerarquizar el trabajo, la información y el conocimiento de los procesos productivos y de este modo asignar los recursos de manera eficiente, de acuerdo a los distintos escenarios en los cuales el proyecto puede verse circunscrito.

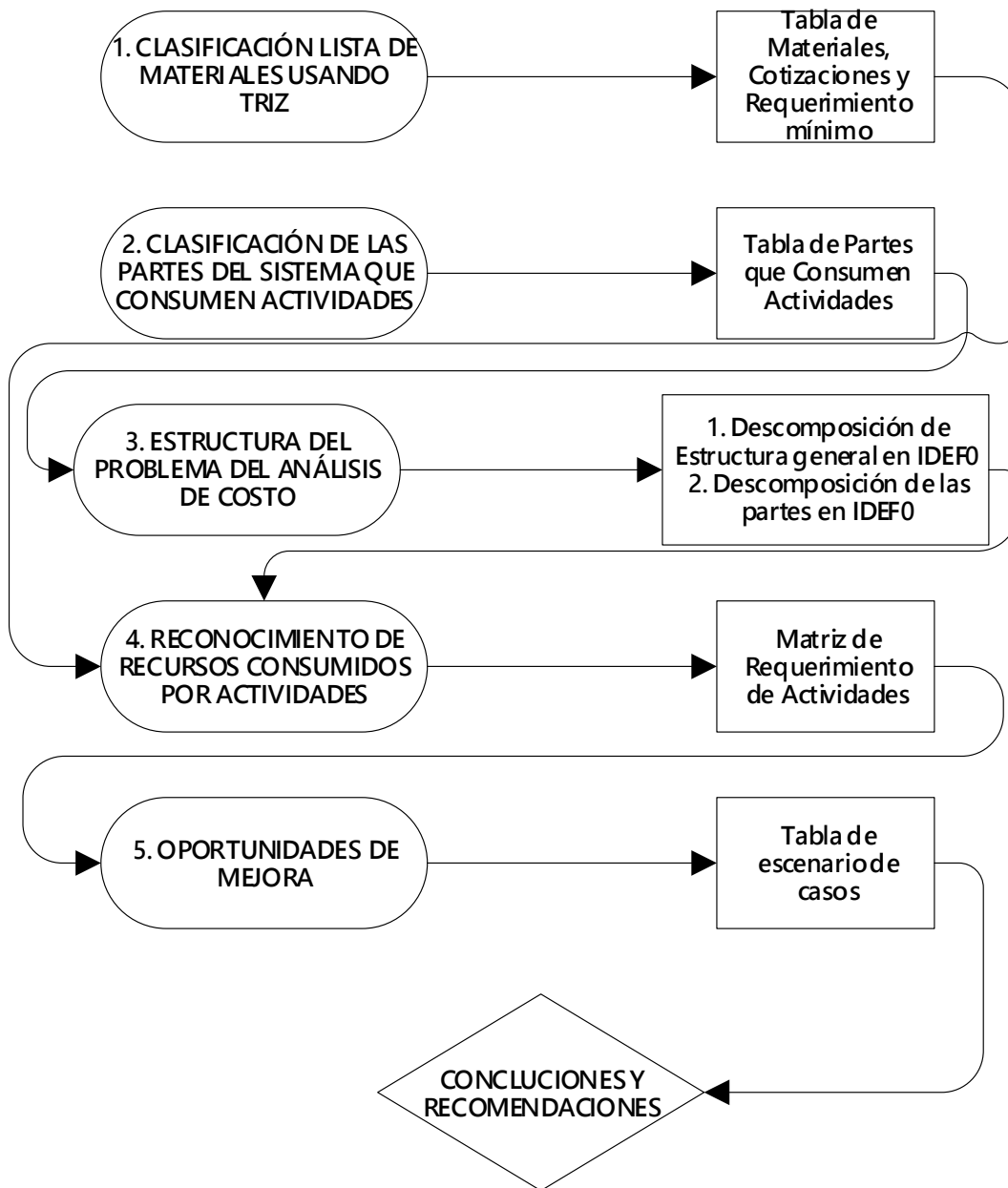


Ilustración 4 Etapas de la metodología propuesta para la cuantificación de los costos de un producto único en ambiente universitario

11.1 Clasificación de la lista de materiales usando TRIZ

Enlistar los materiales utilizados, calificándolos según TRIZ, realizar una evaluación de presupuesto y el rendimiento de cada producto, de manera de identificar en la siguiente columna la cantidad mínima del producto cotizado a comprar para la elaboración del prototipo. Generar una columna que dicte el número de mínimo que es necesario comprar del producto cotizado para la elaboración del sistema que es costeadado. Para evaluar prototipos, este valor será usualmente uno para materias primas, herramientas y equipos, dado que el rendimiento del producto cotizado satisface los requerimientos de producto en todo el proceso productivo y se usarán las mismas herramientas y equipos para cada estación de trabajo, a menos que existan restricciones de uso, como por ejemplo, ha de considerarse dos brochas distintas para pintar con acrílico o con cola fría. Para el caso de los equipos, generar una base de datos con las potencias que estos tienen.

Nota: Dado que el alcance de la metodología es para la estimación del costo de un producto único- un prototipo-, se tiene, que el inductor de costo será el rendimiento del producto cotizado por el número de veces que es necesario comprar dicho producto, esto debido a que para la fabricación de la unidad es necesario comprar el producto en su totalidad, independiente si sobra o no material.

Lista de Materiales	Presupuesto	Rendimiento Inductor de Costo	Min uso
Materia Prima	\$	dato	dato
	...	...	...
	\$	dato	dato
Herramienta	\$	unidad	dato
	...	...	...
	\$	unidad	dato
Equipo	\$	unidad	dato
	...	...	...
	\$	unidad	dato
Mano de obra	\$	hora/mensual	dato
	...	...	...
	\$	hora/mensual	dato
Energía	\$	kWh	dato
	...	...	...
	\$	kWh	dato
Espacio	\$	hora/mensual	dato
	...	...	...
	\$	hora/mensual	dato

Tabla 2 Lista de Materiales, presupuesto e inductor de costo

11.2 Clasificación de las partes del sistema que consumen actividades

Notación: A partir de la planimetría y del manual de fabricación, se identificará el sistema el cual será costado, por una letra mayúscula. Se reconocerán las partes constituyente del sistema, los cuales corresponderán a un número consecutivo a la letra que identifica al sistema y se identificará la actividad que consume la parte del sistema con un número al final de la notación descrita.

Sistema A						
Parte 0						
Actividad 0	Actividad 1	Actividad 2	Actividad 3	Actividad 4	...	Actividad n
A00	A01	A02	A03	A04	...	A0n
Parte 1						
Actividad 0	Actividad 1	Actividad 2	Actividad 3	Actividad 4	...	Actividad m
A10	A11	A12	A13	A14	...	A1m
Parte 2						
Actividad 0	Actividad 1	Actividad 2	Actividad 3	Actividad 4	...	Actividad p
A20	A21	A22	A23	A24	...	A2p
⋮						
Parte i						
Actividad 0	Actividad 1	Actividad 2	Actividad 3	Actividad 4	...	Actividad q
Ai0	Ai1	Ai2	Ai3	Ai4	...	Aiq

Tabla 3 Identificación de las actividades consumidas por las partes del sistema

Equipo 3													
⋮													
Equipo h													
Mano de obra 1													
Mano de obra2													
Mano de obra 3													
⋮													
Mano de obra j													
Energía 1													
Energía 2													
Energía 3													
⋮													
Energía k													
Espacio 1													
Espacio 2													
Espacio 3													
⋮													
Espacio l													

Tabla 4 Matriz de Requerimiento de Actividades

11.4 Estructura del problema del análisis de costo

A partir del procedimiento de fabricación, y de la tabla que condensa la información de las partes del sistema que consumen actividades, se realizará un IDEFØ de la estructura general del sistema constituido por sus partes. De este modo, se asignará a cada parte y al proceso de ensamble o armado final una caja con un rótulo que incluya una letra del sistema que se evaluará, seguido del número que identifica a la parte.

A partir de la clasificación de la lista de materiales y del procedimiento de fabricación del sistema que se está evaluando, se realizarán los IDEFØ individuales para cada parte identificada. Tal que funcione como un detalle de lo que ocurre en el IDEFØ de la estructura general. De este modo, cada actividad se identificará con una letra que reconoce al sistema, seguida de un número que identifica a la parte y que finaliza en otro número que designa la actividad realizada en la parte del sistema evaluado.

La estructuración de la información mediante el IDEFØ permitirá conceptualizar el problema y evidenciar de manera más explícita los requerimientos de cada actividad, dado que estos ingresan como input en las cajas que representan las actividades del proceso. Además permite visualizar la correspondencia entre estas.

11.5 Oportunidades de mejora

Esta parte de la metodología, consiste en plantear escenarios distintos que pudiesen sucederse en el contexto de emprendimientos universitarios. Se evaluarán los costos clasificando por materia prima, herramienta, equipo, mano de obra, energía y espacio. A su vez, se evaluarán los costos por actividad y por parte o pieza del diseño, así como también un costo total por escenario.

Para resolver los escenarios se sugiere generar una base de datos en la cual, se adjunta a la matriz de requerimiento la columna de presupuesto de la tabla de clasificación de la lista de materiales usando TRIZ diseñada en el paso 1. Además se debe incluir en la siguiente columna la potencia de los equipos, y en la última fila incluir el tiempo que se requiere para completar la actividad correspondiente a cada columna. Del mismo modo, comparar en las columnas siguientes el número de veces que se utiliza el recurso con la cantidad mínima de recurso que hay que comprar o Mínimo uso, de manera de poder prorratear los gastos en las actividades que dicho recurso es utilizado. Se recomienda modelar los escenarios, utilizando una tabla dinámica.

12 Casos de Estudio

A fin de poder visualizar la metodología de una manera más simplificada, se ha decidido abordar dos productos que ha desarrollado por alumnos del Taller VI del año 2015, en la carrera de Ingeniería en Diseño de Productos de la Universidad Técnica Federico Santa María, Campus Casa Central, que consiste en la respuesta a una problemática planteada por el Instituto Teletón en la ciudad de Valparaíso, dicha respuesta fue obtenida a partir de generación de prototipos y finalmente en la construcción individual del producto final. Los casos de estudio han sido rescatados de una memoria desarrollada por una alumna de Ingeniería en Diseño de Productos (Campos, 2017).

Ambos proyectos estaban destinados a diferentes tipos de usuario, bajo un contexto determinado, por lo que se crearon dos soluciones inclusivas que buscan satisfacer las necesidades de cada uno. Se abordará dos casos del área de manufactura, particularmente la descomposición de dos mesas para ser instaladas en una silla de ruedas.

Cabe mencionar, que dado que la elaboración de las mesas, se lleva a cabo de manera secuencial, siguiendo el procedimiento establecido por un manual de instrucciones. Es natural ordenar las actividades de izquierda a derecha porque, si una actividad genera un concepto que otra actividad utiliza como entrada, resulta más claro dibujar los cuadros de actividad y las conexiones conceptuales.

La visibilidad del modelo demostrará según su estructura jerárquica justamente lo dicho anteriormente, por cuanto las actividades de los últimos eslabones dependen de las primeras, en el modelo jerárquico.

12.1 Caso de estudio: Mesa NATURE

Este caso de estudio corresponde a una mesa abatible, ajustable a la silla de ruedas destinada para personas jóvenes entre 18 y 30 años que estudian y tienen limitaciones de desplazamiento.

12.1.1 Clasificación de la lista de materiales usando TRIZ en sistema Mesa NATURE

Antes de llevar a cabo la descomposición del diseño, es necesario tener la planimetría y/o los pasos a seguir de la fabricación. Esta información se puede encontrar en la sección de anexos.

Dado que se está evaluando el costo de un prototipo y los productos cotizados rinden lo suficiente como para la fabricación del sistema en todo el proceso productivo, se considerará como coeficiente de utilización para el ítem materias primas el entero 1. Exceptuando en la *lija fina* donde se requieren al menos 3 unidades, una para cada actividad que la utiliza, dado que su filo se va puliendo con el uso. Para el caso de herramientas, el hecho de que el Mínimo uso sea 1, quiere decir que se prorrateará el costo en partes iguales para cada actividad que utilice dicha herramienta. Lo mismo para los equipos. Si una herramienta o equipo es utilizada sólo por una actividad, evidentemente, el costo de dicha herramienta o equipo será absorbido enteramente por la única actividad que lo utiliza.

Cabe destacar que en la clasificación herramientas, se deja como mínimo uso en *brocha*, el valor 2, dado que se utilizarán brochas distintas para las actividades pegar con cola fría (A01) y pintar con esmalte al agua (A04).

Clasificación TRIZ	Lista de Materiales	Presupuesto (\$)	Rendimiento Inductor de Costo	Min uso
Materia Prima	Acero liquido	5990	28 gr	1
	Esmalte al agua	14990	45 m ²	1
	Formalita	6000	120x240 cm ²	1
	Insertos con tornillos	950	50 piezas	1
	Laca acrílica	5190	312 gr	1
	Madera terciada	15000	122x244cm ²	1
	Perfil tubular metálico	5490	6m	1
	Perno 3/8 con tornillo	11000	100 unidades	1
	Pieza metálica	20000	1x3 m	1
	Regatones	2490	4 unidades	1

	Cola fría	3890	4 m ²	1
	Lija fina	110	unidad	3
	Cinta de papel	1990	75 m	1
	Diario	0	-	1
	Masilla mágica	3790	700 ml	1
	No más clavos	5990	350 gr	1
	Agua ras	2150	1L	1
	Guaípe	2190	1kg	1
	Disco esmeril	2990	unidad	1
	Soldadura electrodo	3700	1kg	1
Herramientas	Bloque de madera	0	unidad	1
	Brocha	2990	unidad	2
	prensas		unidad	1
	Escuadra	8190	unidad	1
	lima	4290	unidad	1
	Martillo	4290	unidad	1
	Sierra manual metales	10990	unidad	1
	Tornillo metalico	90000		1
	Broca 3/8	3000		1
Equipos	Taladro pedestal	180000	unidad	1
	Cortadora láser	5000000	unidad	1
	Cortadora plasma	1300000	unidad	1
	Esmeril angular	60000	unidad	1
	Esmeril de banco	46000	unidad	1
	Fresadora	1200000	unidad	1
	Impresora 3D	9000000	unidad	1
	Sierra para metales	500000	unidad	1
	Soldadora de arco	220000	unidad	1
M.O.	Diseñador	7000	hora	1
Ener-gía	Eléctrica	140	kWh	1
Espacio	Taller externo	33291.475	hora	1
	Taller USM	0	hora	1

Tabla 5 Lista de Materiales, presupuesto e inductor de costo de mesa NATURE

Equipos	Potencia (kW)
Taladro pedestal	0.75
Cortadora láser	3
Cortadora plasma	2.5
Esmeril angular	0.72
Esmeril de banco	0.25
Fresadora	1.01
Impresora 3D	3.3
Sierra para metales	1.3
Soldadora de arco	5.5

Tabla 6 Potencias de equipos para la fabricación de mesa WOODCHILD

12.1.2 Clasificación de las partes del sistema que consumen actividades en sistema Mesa NATURE

A continuación se presenta una tabla que identifica el sistema que se está costeando, las partes del sistema y las actividades que cada parte consume con su notación respectiva. En la cual el sistema NATURE se identifica con la letra A, y las partes del sistema Base, Sistema de Soporte, Sistema de Giro se identifican con la numeración 0,1 y 2 respectivamente.

NATURE									
BASE									
Cortar	Pegar		Fresar	Lijar	Pintar 1		Pintar 2	Pegar Insertos	
A00	A01		A02	A03	A04		A05	A06	
SISTEMA DE SOPORTE									
Limpia r 1	Corta r	Lima r	Perfora r	Rebaja r	Unir	Soldar	Limpia r 2	Pinta r	Poner Regatone s
A10	A11	A12	A13	A14	A15	A16	A17	A18	A19
SISTEMA DE GIRO									
Cortar	Esmerila r		doblar	Enmasilla r	Pintar	Imprimir	Cortar Hilo		Unir
A20	A21		A22	A23	A24	A25	A26		A27

Tabla 6 Identificación de las actividades consumidas por las partes de mesa NATURE

12.1.3 Estructura del problema del análisis de costo en sistema Mesa NATURE

A continuación se presentará la diagramación del problema presentado mediante herramientas de IDEFØ. Para ello, siguiendo con la metodología descrita de procederá primeramente a diagramar la estructura general del sistema mesa NATURE y luego se diagramará las partes del sistema: Base, Sistema de Soporte y Sistema de Giro, sin considerar el armado en este análisis.

12.1.3.1 Estructura General

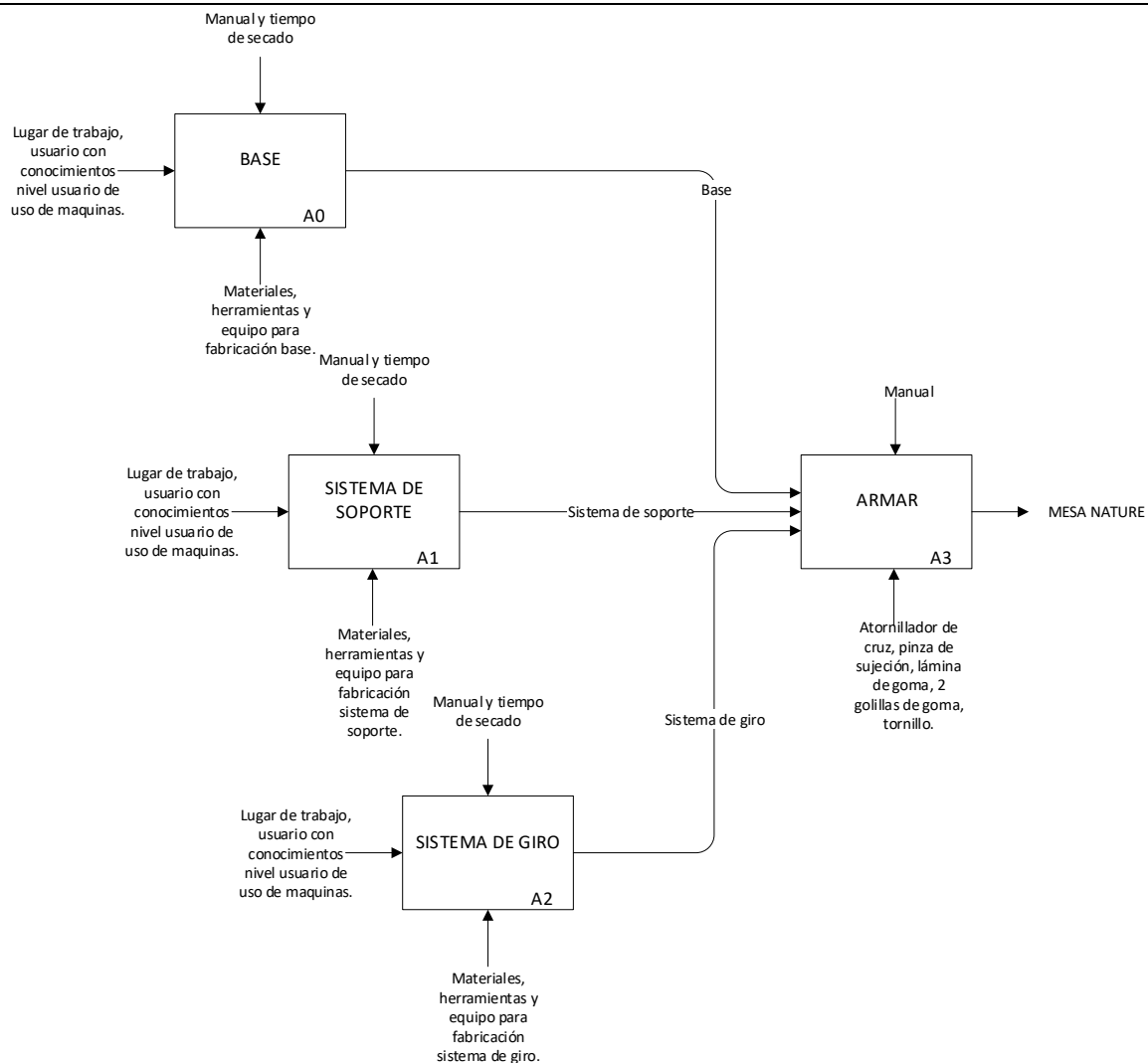


Ilustración 5 IDEFØ de la Estructura General de mesa NATURE

12.1.3.2 Base

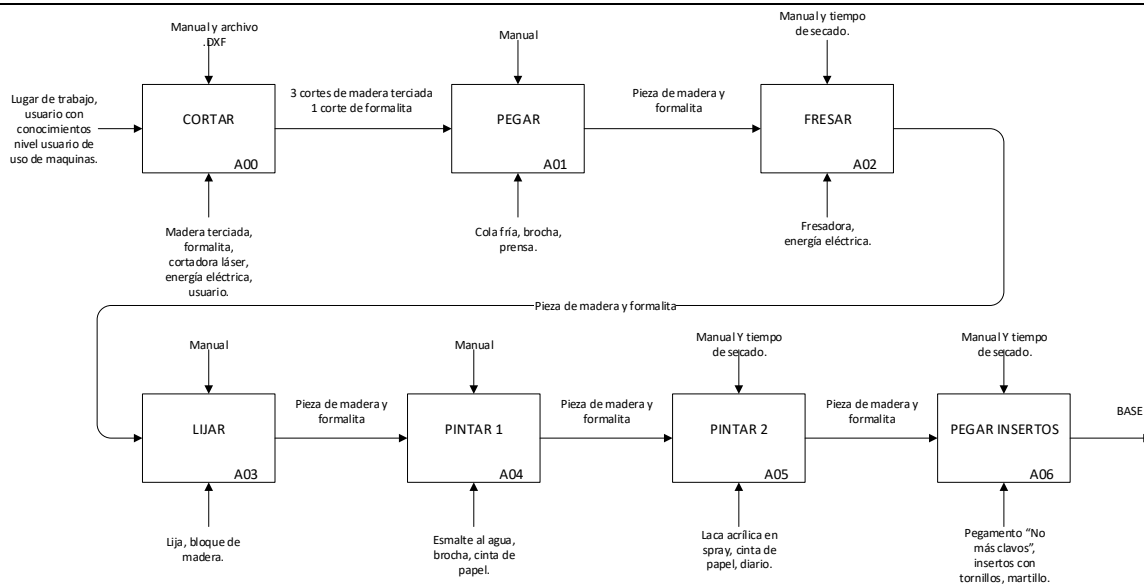


Ilustración 6 IDEF0 de la Base de mesa NATURE

12.1.3.3 Sistema de Soporte

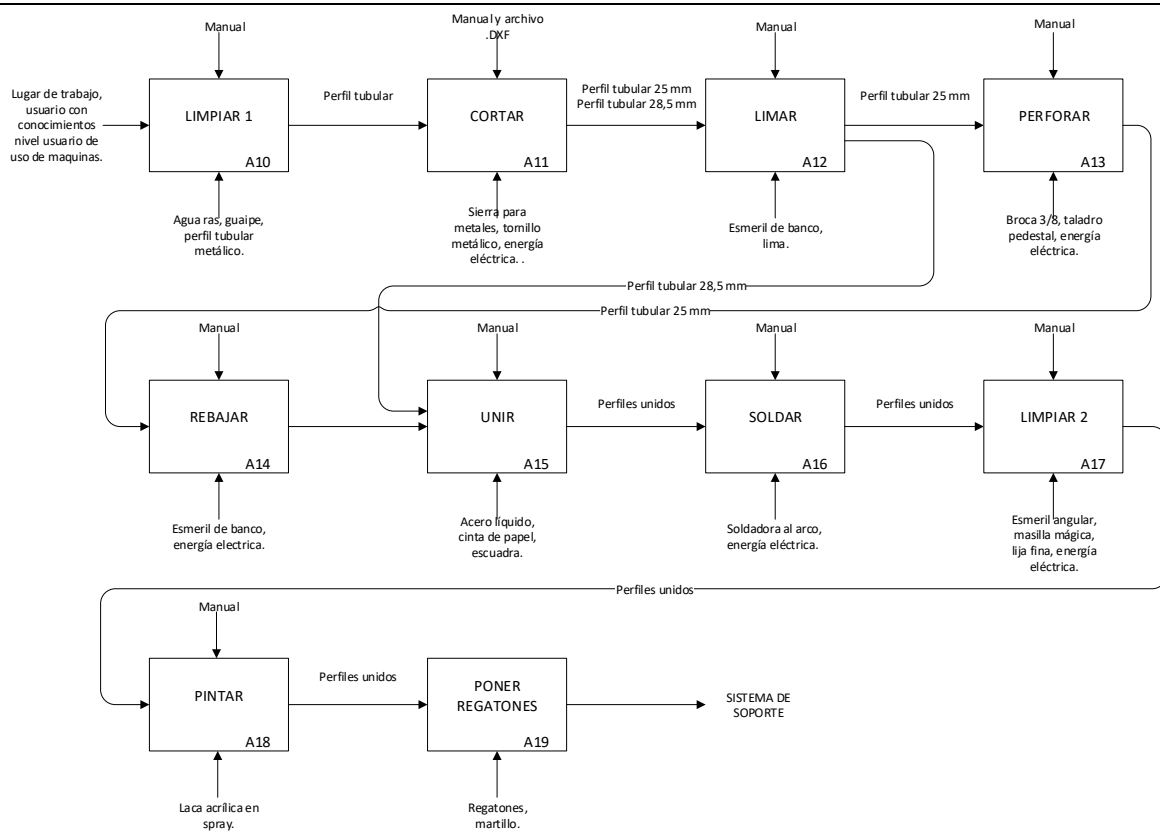


Ilustración 7 IDEF0 del Sistema de Soporte de mesa NATURE

12.1.3.4 Sistema de Giro

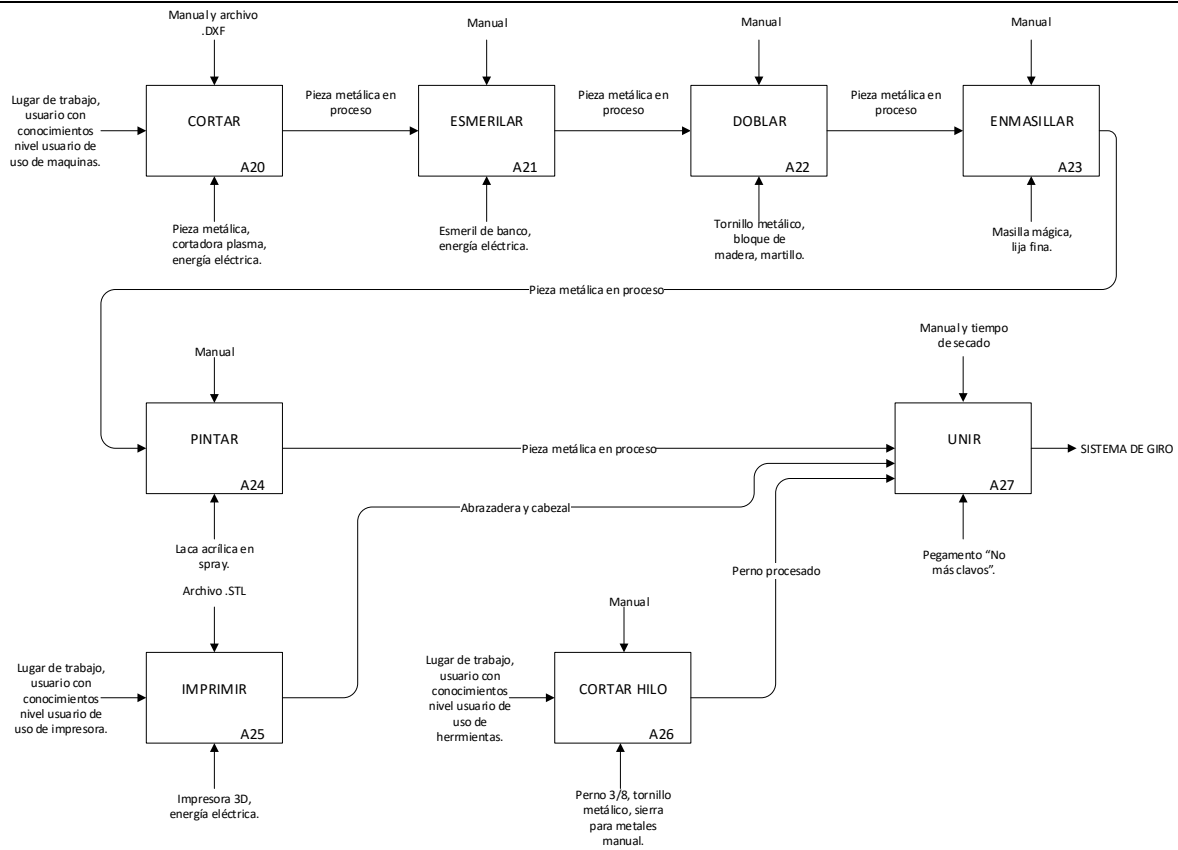


Ilustración 8 IDEF0 del Sistema de Soporte de mesa NATURE

12.1.4 Reconocimientos de recursos consumidos por actividades en sistema Mesa NATURE

A continuación se presentará la matriz de requerimiento la lista de materiales del caso de estudio mesa NATURE. En donde queda visible toda la información recogida hasta ahora.

		NATURE																										
Categoría		BASE									SISTEMA DE SOPORTE									SISTEMA DE GIRO								
	TRIZ	Lista de Materiales	A00	A01	A02	A03	A04	A05	A06	A10	A11	A12	A13	A14	A15	A16	A17	A18	A19	A20	A21	A22	A23	A24	A25	A26	A27	
Materia Prima	Acero liquido		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Esmalte al agua		0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Formalita		1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Insertos con tornillos		0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Laca acrílica		0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	
	Madera terciada		1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Perfil tubular metálico		0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Perno 3/8 con tornillo		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
	Pieza metálica		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
	Regatones		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
	Cola fria		0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Lija fina		0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
	Cinta de papel		0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Diario		0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Masilla mágica		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
	No mas clavos		0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	Agua ras		0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Guaípe		0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Disco esperil		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
	Soldadura electrodo		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Herramientas	Bloque de madera		0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	
	Brocha		0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Prensas		0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Escuadra		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Lima		0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Martillo		0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	
	Sierra manual metales		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
	Tornillo metalico		0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0
Broca 3/8		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Equipos	Taladro pedestal		0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Cortadora láser		1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Cortadora plasma		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	
	Esmeril angular		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Esmeril de banco		0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	
	Fresadora		0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Impresora 3D		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
	Sierra para metales		0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Soldadora de arco		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
M.O.																												
	Diseñador		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Ener- gía																												
	Eléctrica		1	0	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	1	1	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	
Espa- cio																												
	Taller		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	

Tabla 7 Matriz de Requerimiento de Actividades para mesa NATURE

Actividad	A00	A01	A02	A03	A04	A05	A06	A10	A11	A12	A13	A14	A15	A16	A17	A18	A19	A20	A21	A22	A23	A24	A25	A26	A27
Tiempo (h)	0.67	0.50	0.50	0.33	0.50	0.50	0.17	0.08	0.50	0.25	0.25	0.50	0.25	0.50	0.50	1.00	0.17	0.33	0.33	0.17	0.33	0.50	1.00	0.33	0.17

Tabla 8 Tiempos requeridos por cada actividad para mesa NATURE

12.1.5 Oportunidades de mejora en sistema Mesa NATURE

A continuación, se mostrarán 3 escenarios previsibles en un contexto universitario, en los cuales se resolverá el costo del prototipo mesa NATURE de acuerdo al escenario que se está evaluando, de manera de poder identificar en qué escenarios la metodología cobra mayor valor y, de manera indirecta identificar las acciones que las universidades podrían tomar a fin de potenciar el emprendimiento universitario al alero de la institución a la que pertenecen los emprendedores.

12.1.5.1 Escenario emprendedor universitario 1

Daniela que pertenece a la carrera de Diseño de Productos de la Universidad Técnica Federico Santa María, en la cual tiene a su disposición todos los equipos que son necesarios para su emprendimiento, incluyendo los equipos más costosos tales como cortadora láser, cortadora plasma. Además la universidad cuenta con todas las otras herramientas. Dado que Daniela posee conocimiento nivel usuario de los equipos y herramientas a utilizar, no es necesario pagar a un diseñador para que lleve a cabo las actividades, por lo que ella puede valorizar su propio trabajo. Por consiguiente, Daniela estima que trabajará en la universidad usando las herramientas, equipos y espacio que esta ofrece. La valorización de este escenario consiste en el costo de las materias primas usadas en cada actividad, cuya unidad cotizada alcanza para ejecutar todo el proceso y la valorización de su trabajo. De este modo la valorización se condensa en la tabla siguiente.

Escenario 1	NATURE										
	BASE										
Clasificación TRIZ	A00	A01	A02	A03	A04	A05	A06	Total A0			
Materia Prima	\$ 21 000	\$ 3 890	\$ -	\$ 110	\$ 15 653	\$ 2 393	\$ 3 945	\$ 46 992			
Mano de Obra	\$ 4 667	\$ 3 500	\$ 3 500	\$ 2 333	\$ 3 500	\$ 3 500	\$ 1 167	\$ 22 167			
Totales parciales	\$ 25 667	\$ 7 390	\$ 3 500	\$ 2 443	\$ 19 153	\$ 5 893	\$ 5 112	\$ 69 158			
Escenario 1	NATURE										
	SISTEMA DE SOPORTE										
Clasificación TRIZ	A10	A11	A12	A13	A14	A15	A16	A17	A18	A19	Total A1
Materia Prima	\$ 9 830	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 1 495	\$ 6 653	\$ 3 700	\$ 2 005	\$ 1 730	\$ 2 490	\$ 27 903
Mano de Obra	\$ 583	\$ 3 500	\$ 1 750	\$ 1 750	\$ 3 500	\$ 1 750	\$ 3 500	\$ 3 500	\$ 7 000	\$ 1 167	\$ 28 000
Totales parciales	\$ 10 413	\$ 3 500	\$ 1 750	\$ 1 750	\$ 4 995	\$ 8 403	\$ 7 200	\$ 5 505	\$ 8 730	\$ 3 657	\$ 55 903
Escenario 1	NATURE										
	SISTEMA DE GIRO										
Clasificación TRIZ	A20	A21	A22	A23	A24	A25	A26	A27	Total A2		
Materia Prima	\$ 20 000	\$ 1 495	\$ -	\$ 2 005	\$ 1 730	\$ -	\$ 11 000	\$ 2 995	\$ 39 225		
Mano de Obra	\$ 2 333	\$ 2 333	\$ 1 167	\$ 2 333	\$ 3 500	\$ 7 000	\$ 2 333	\$ 1 167	\$ 22 167		
Totales parciales	\$ 22 333	\$ 3 828	\$ 1 167	\$ 4 338	\$ 5 230	\$ 7 000	\$ 13 333	\$ 4 162	\$ 61 392		

Tabla 9 Resultados escenario 1, mesa NATURE

El costo total del escenario 1 es de \$186.453. Además más del 60% de los costos es debido a materias primas.

12.1.5.2 Escenario emprendedor universitario 2

Daniela se ha titulado de la universidad y dado que ha emprendido una vez antes, cuenta con un taller en su casa y con algunas herramientas, tales como escuadra, lima, martillo, sierra para metales y broca 3/8. Además también tiene un esmeril angular y un esmeril de banco. Por esta razón ha decidido trabajar en casa en las actividades en las cuales tiene o adquirirá las herramientas y equipos. Sin embargo, decidirá trabajar en un taller externo en las actividades que utilicen la impresora 3D y cortadora láser. De este modo hay que considerar una estructura de costo que incluya el costo de las materias primas, la adquisición de las herramientas y equipos que no tiene, exceptuando los dos equipos más costosos de la lista de materiales, la valorización de su trabajo, además incluye el costo de alquiler del taller para el uso de impresora 3D y cortadora láser y el costo de la energía empleada en el taller de su casa.

Escenario 2	NATURE										
	BASE										
Clasificación TRIZ	A00	A01	A02	A03	A04	A05	A06	Total A0			
Materia Prima	\$ 21 000	\$ 3 890	\$ -	\$ 110	\$ 15 653	\$ 2 393	\$ 3 945	\$ 46 992			
Herramientas	\$ -	\$ 1 495	\$ -	\$ -	\$ 1 495	\$ -	\$ -	\$ 2 990			
Equipos	\$ -	\$ -	\$ 1 200 000	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 1 200 000			
Mano de Obra	\$ 4 667	\$ 3 500	\$ 3 500	\$ 2 333	\$ 3 500	\$ 3 500	\$ 1 167	\$ 22 167			
Energía	\$ 280	\$ -	\$ 71	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 351			
Espacio (Taller externo)	\$ 22 194	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 22 194			
Totales parciales	\$ 48 141	\$ 8 885	\$ 1 203 571	\$ 2 443	\$ 20 648	\$ 5 893	\$ 5 112	\$ 1 294 693			
Escenario 2	NATURE										
	SISTEMA DE SOPORTE										
Clasificación TRIZ	A10	A11	A12	A13	A14	A15	A16	A17	A18	A19	Total A1
Materia Prima	\$ 9 830	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 1 495	\$ 6 653	\$ 3 700	\$ 2 005	\$ 1 730	\$ 2 490	\$ 27 903
Herramientas	\$ -	\$ 30 000	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 30 000
Equipos	\$ -	\$ 500 000	\$ -	\$ 180 000	\$ -	\$ -	\$ 220 000	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 900 000
Mano de Obra	\$ 583	\$ 3 500	\$ 1 750	\$ 1 750	\$ 3 500	\$ 1 750	\$ 3 500	\$ 3 500	\$ 7 000	\$ 1 167	\$ 28 000
Energía	\$ -	\$ 91	\$ 9	\$ 26	\$ 18	\$ -	\$ 385	\$ 50	\$ -	\$ -	\$ 579
Espacio (Taller externo)	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Totales parciales	\$ 10 413	\$ 533 591	\$ 1 759	\$ 181 776	\$ 5 013	\$ 8 403	\$ 227 585	\$ 5 555	\$ 8 730	\$ 3 657	\$ 986 482
Escenario 2	NATURE										
	SISTEMA DE GIRO										
Clasificación TRIZ	A20	A21	A22	A23	A24	A25	A26	A27	Total A2		
Materia Prima	\$ 20 000	\$ 1 495	\$ -	\$ 2 005	\$ 1 730	\$ -	\$ 11 000	\$ 2 995	\$ 39 225		
Herramientas	\$ -	\$ -	\$ 30 000	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 30 000	\$ -	\$ 60 000		
Equipos	\$ 1 300 000	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 1 300 000		
Mano de Obra	\$ 2 333	\$ 2 333	\$ 1 167	\$ 2 333	\$ 3 500	\$ 7 000	\$ 2 333	\$ 1 167	\$ 22 167		
Energía	\$ 117	\$ 12	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 462	\$ -	\$ -	\$ 590		
Espacio (Taller externo)	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 33 291	\$ -	\$ -	\$ 33 291		
Totales parciales	\$ 1 322 450	\$ 3 840	\$ 31 167	\$ 4 338	\$ 5 230	\$ 40 753	\$ 43 333	\$ 4 162	\$ 1 455 273		

Tabla 10 Resultados escenario 2, mesa NATURE

El costo del escenario 2 es de \$3.736.449. Además, el 90% de los costos totales corresponden a adquisición de equipos, aun cuando se han dejado de adquirir los equipos más costosos.

12.1.5.3 Escenario emprendedor universitario 3

Daniela está titulada de la universidad y ha decidido desarrollar todo el proceso productivo desde un taller externo, para evitar comprar equipo y herramientas y pagar gastos en electricidad. De este modo la estructura de costos, considerará la adquisición de materias primas, el costo de arriendo de taller con máquinas y equipos y la valorización de su trabajo.

Clasificación TRIZ	A00	A01	A02	A03	A04	A05	A06	Total A0			
Materia Prima	\$ 21 000	\$ 3 890	\$ -	\$ 110	\$ 15 653	\$ 2 393	\$ 3 945	\$ 46 992			
Mano de Obra	\$ 4 667	\$ 3 500	\$ 3 500	\$ 2 333	\$ 3 500	\$ 3 500	\$ 1 167	\$ 22 167			
Espacio (Taller externo)	\$ 22 194	\$ 16 646	\$ 16 646	\$ 11 097	\$ 16 646	\$ 16 646	\$ 5 549	\$ 105 423			
Totales parciales	\$ 47 861	\$ 24 036	\$ 20 146	\$ 13 540	\$ 35 799	\$ 22 539	\$ 10 660	\$ 174 581			
Escenario 3	NATURE										
	SISTEMA DE SOPORTE										
Clasificación TRIZ	A10	A11	A12	A13	A14	A15	A16	A17	A18	A19	Total A1
Materia Prima	\$ 9 830	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 1 495	\$ 6 653	\$ 3 700	\$ 2 005	\$ 1 730	\$ 2 490	\$ 27 903
Mano de Obra	\$ 583	\$ 3 500	\$ 1 750	\$ 1 750	\$ 3 500	\$ 1 750	\$ 3 500	\$ 3 500	\$ 7 000	\$ 1 167	\$ 28 000
Espacio (Taller externo)	\$ 2 774	\$ 16 646	\$ 8 323	\$ 8 323	\$ 16 646	\$ 8 323	\$ 16 646	\$ 16 646	\$ 33 291	\$ 5 549	\$ 133 166
Totales parciales	\$ 13 188	\$ 20 146	\$ 10 073	\$ 10 073	\$ 21 641	\$ 16 726	\$ 23 846	\$ 22 151	\$ 42 021	\$ 9 205	\$ 189 069
Escenario 3	NATURE										
	SISTEMA DE GIRO										
Clasificación TRIZ	A20	A21	A22	A23	A24	A25	A26	A27	Total A2		
Materia Prima	\$ 20 000	\$ 1 495	\$ -	\$ 2 005	\$ 1 730	\$ -	\$ 11 000	\$ 2 995	\$ 39 225		
Mano de Obra	\$ 2 333	\$ 2 333	\$ 1 167	\$ 2 333	\$ 3 500	\$ 7 000	\$ 2 333	\$ 1 167	\$ 22 167		
Espacio (Taller externo)	\$ 11 097	\$ 11 097	\$ 5 549	\$ 11 097	\$ 16 646	\$ 33 291	\$ 11 097	\$ 5 549	\$ 105 423		
Totales parciales	\$ 33 430	\$ 14 925	\$ 6 715	\$ 15 435	\$ 21 876	\$ 40 291	\$ 24 430	\$ 9 710	\$ 166 815		

Tabla 11 Resultados escenario 3, mesa NATURE

El costo total del escenario 3 es de \$530.456. El 65% de los costos totales corresponde al recurso espacio, debido al arriendo del taller externo. En este caso, se debe considerar, que no se cuantifican los costos de oportunidad, debido a que posiblemente, no todos los equipos se han de encontrar en un mismo taller.

12.2 Caso de estudio: Mesa WOODCHILD

Este caso de estudio corresponde a una estación de trabajo para niños entre 5 y 14 años ajustable a la silla de ruedas.

12.2.1 Clasificación de la lista de materiales usando TRIZ en sistema Mesa WOODCHILD

Antes de llevar a cabo la descomposición del diseño, es necesario tener la planimetría y/o los pasos a seguir de la fabricación. Esta información se puede encontrar en la sección de anexos.

Dado que se está evaluando el costo de un prototipo y los productos cotizados rinden lo suficiente como para la fabricación del sistema en todo el proceso productivo, se considerará como coeficiente de utilización para el ítem materias primas el entero 1. Para el caso de herramientas, el hecho de que el Mínimo uso sea 1, quiere decir que se prorrateará el costo en partes iguales para cada actividad que utilice dicha herramienta. Lo mismo para los equipos. Si una herramienta o equipo es utilizada sólo por una actividad, evidentemente, el costo de dicha herramienta o equipo será absorbido enteramente por la única actividad que lo utiliza.

Cabe destacar que en la clasificación herramientas, se deja como mínimo uso en *brocha*, el valor 2, dado que se utilizarán brochas distintas para las actividades pegar con cola fría (B01 y B11) y pintar con aceite de linaza (B09 y B14).

Clasificación TRIZ	Lista de materiales	Presupuesto (\$)	Rendimiento	Min uso
Materia Prima	Bisagra de piano	2100	unidad	1
	Madera terciada	15000	122x244cm ²	1
	Tuerca 3/8 c/ tornillo	4000	4 unidades	1
	Cola fría	3890	4 m ²	1
	Lija de grano 180	110	unidad	1
	Lija de grano 320	110	unidad	1
	Banda de lija	3490	2 unidades	1
	Aceite de linaza	4500	1,25 m ²	1
Herramientas	Brocha	2990	unidad	2
	Bloque de madera	0		1
	Destornillador de cruz	5990	unidad	1
	Lima de metal	4290	unidad	1
	Martillo	4290	unidad	1
	Prensas	50000	unidad	1
	Sierra manual metales	10990	unidad	1

	Broca guía	4990	3 unidades	1
Equipos	Taladro	179990	unidad	1
	Cortadora láser	5000000	unidad	1
	Fresadora	1200000	unidad	1
	Impresora 3D	9000000	unidad	1
	Esmeril de banco	46000	unidad	
	Lija de banda	349000	unidad	1
M.O.	Diseñador	7000	hora	1
Ener- gía	Eléctrica	140	kWh	1
Espa- cio	Taller externo	33291.475	hora	1
	Taller USM	0	hora	1

Tabla 12 Lista de Materiales, presupuesto e inductor de costo de mesa WOODCHILD

Equipo	Potencia (kW)
Taladro	1.1
Cortadora láser	3
Fresadora	1.01
Impresora 3D	3.3
Esmeril de banco	0.25
Lija de banda	0.85

Tabla 13 Potencias de equipos para la fabricación de mesa WOODCHILD

12.2.2 Clasificación de las partes del sistema que consumen actividades en sistema Mesa WOODCHILD

A continuación se presenta una tabla que identifica el sistema que se está costeando, las partes del sistema y las actividades que cada parte consume con su notación respectiva. En la cual el sistema WOODCHILD se identifica con la letra B, y las partes del sistema Base, Apoyaderas, Uniones, se identifican con la numeración 0,1 y 2 respectivamente.

WOODCHILD									
BASE									
Cortar	Pegar	Lijar	Fresar	Insertar tuerca	Pegar anillas	Lijar	Cortar bisagra	Unir	Pintar
B00	B01	B02	B03	B04	B05	B06	B07	B08	B09
APOYADERAS									
Cortar	Pegar	Lijar	Fresar	Pintar					
B10	B11	B12	B13	B14					
UNIONES									
Imprimir	Cortar	Hilar							
B20	B21	B22							

Tabla 14 Identificación de las actividades consumidas por las partes de mesa WOODCHILD

12.2.3 Reconocimientos de recursos consumidos por actividades en sistema Mesa WOODCHILD

A continuación se presentará la matriz de requerimiento la lista de materiales del caso de estudio mesa WOODCHILD. En donde queda visible toda la información recogida hasta ahora.

Como observación, el recurso materia prima tuerca 3/8 con tornillo, se consume en la actividad B04 y B08, “INSERTAR TUERCA” y “UNIR” respectivamente, sin embargo, para el caso práctico, dado que el recurso cotizado viene en conjunto, se considerará que este se consume completamente en la actividad B04, aun cando se ponen los tornillos en B08.

Categoría	WOODCHILD																					
	BASE											APOYADERAS						UNIONES				
	TRIZ	Lista de materiales	B00	B01	B02	B03	B04	B05	B06	B07	B08	B09	B10	B11	B12	B13	B14	B20	B21	B22		
Materia Prima	Bisagra de piano	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
	Madera terciada	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0		
	Tuerca 3/8 c/ tornillo	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0		
	Cola fría	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0		
	Lija de grano 180	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
	Lija de grano 320	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
	Banda de lija	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0		
	Aceite de linaza	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0		
Herramientas	Brocha	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0		
	Bloque de madera	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
	Destornillador de cruz	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
	Lima de metal	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
	Martillo	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
	Prensas	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0		
	Sierra manual metales	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0		
Equipos	Broca guía	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
	Taladro	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
	Cortadora láser	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0		
	Fresadora	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0		
	Impresora 3D	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0		
	Esmeril de banco	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0		
M.O.	Lija de banda	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0		
	Diseñador	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
Ener- gía	Eléctrica	1	0	1	1	0	0	0	0	1	0	1	0	1	1	0	1	0	1	1		
Espa- cio	Taller	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		

Tabla 15 Matriz de Requerimiento de Actividades para mesa WOODCHILD

Actividad	B00	B01	B02	B03	B04	B05	B06	B07	B08	B09	B10	B11	B12	B13	B14	B20	B21	B22
Tiempo (h)	0.8	0.5	0.75	0.50	0.08	0.25	0.17	0.25	0.50	0.75	0.75	0.50	0.75	0.50	0.75	1.00	0.33	0.17

Tabla 16 Tiempos requeridos por cada actividad para mesa WOODCHILD

12.2.4 Estructura del problema del análisis de costo en sistema Mesa WOODCHILD

A continuación se presentará la diagramación del problema presentado mediante herramientas de IDEFØ. Para ello, siguiendo con la metodología descrita de procederá primeramente a diagramar la estructura general del sistema mesa WOODCHILD y luego se diagramará las partes del sistema: Base, Apoyaderas y Uniones, sin considerar el armado en este análisis.

12.2.4.1 Estructura General

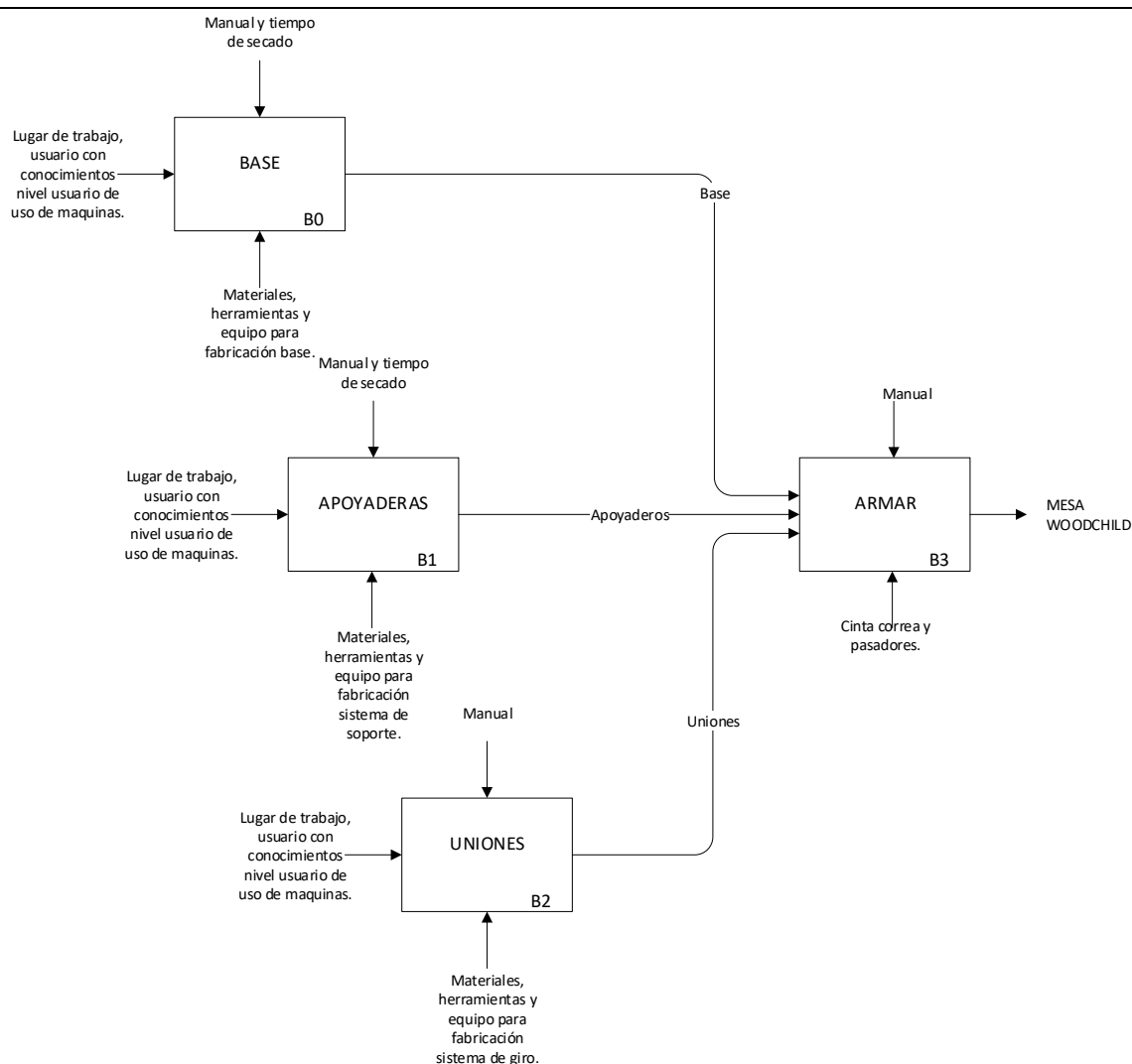


Ilustración 9 IDEFØ de la Estructura General de mesa WOODCHILD

12.2.4.2 Base

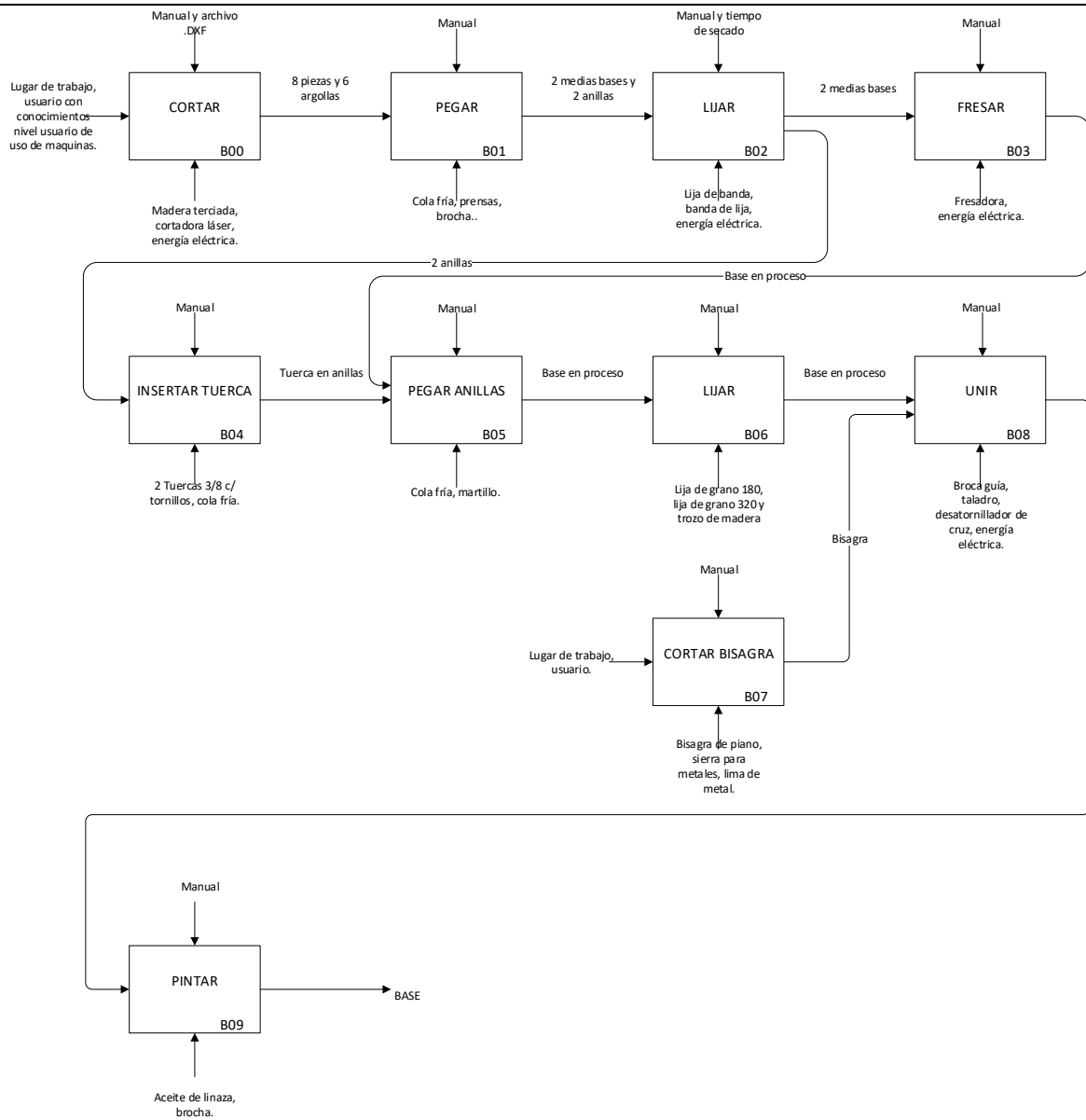


Ilustración 10 IDEF0 de la Base de mesa WOODCHILD

12.2.4.3 Apoyaderas

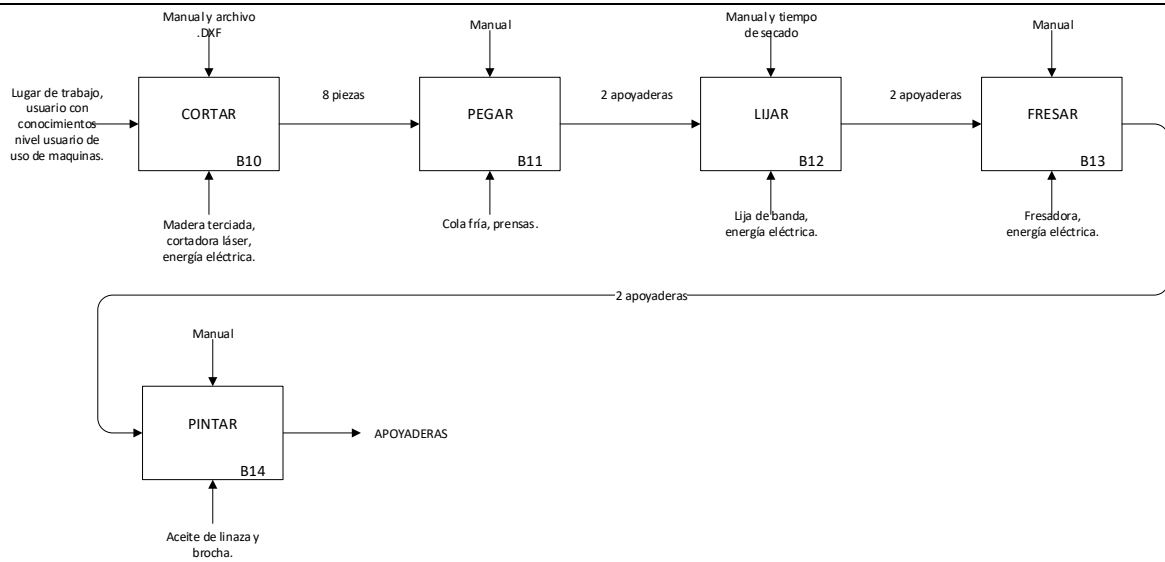


Ilustración 11 IDEF0 de Apoyaderas de mesa WOODCHILD

12.2.4.4 Uniones

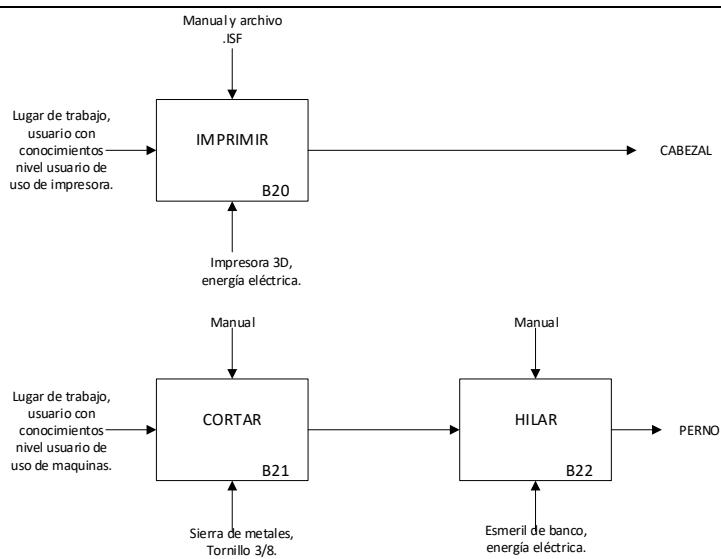


Ilustración 12 IDEF0 de Uniones de mesa WOODCHILD

12.2.5 Oportunidades de mejora en sistema Mesa WOODCHILD

A continuación, se mostrarán 3 escenarios previsibles en un contexto universitario, en los cuales se resolverá el costo del prototipo mesa WOODCHILD de acuerdo al escenario que se está evaluando, de manera de poder identificar en qué escenarios la metodología cobra mayor valor y, de manera indirecta identificar las acciones que las universidades podrían tomar a fin de potenciar el emprendimiento universitario al alero de la institución a la que pertenecen los emprendedores.

12.2.5.1 Escenario emprendedor universitario 1

Martín es alumno de la carrera de Diseño de Productos de la Universidad Técnica Federico Santa María, la cual le arrienda el taller teniendo a su disposición todos los equipos que son necesarios para su emprendimiento, incluyendo los equipos más costosos tales como cortadora láser e impresora 3D. Además la universidad cuenta con todas las otras herramientas. Dado que Martín posee conocimiento nivel usuario de los equipos y herramientas a utilizar, no es necesario pagar a un diseñador para que lleve a cabo las actividades y es él quien valoriza su trabajo. Por consiguiente, Martín estima que trabajará en la universidad usando las herramientas, equipos y espacio que esta ofrece. La valorización de este escenario consiste en el costo de las materias primas usadas en cada actividad, cuya unidad cotizada alcanza para ejecutar todo el proceso. Sumado al costo del arriendo del taller USM incluidas las herramientas y equipos que están en ahí. Cabe considerar, que la fresadora está en mal estado por lo que tendrá que trabajar en un taller externo. De este modo la valorización se condensa en la tabla siguiente.

Escenario 1	WOODCHILD										
	BASE										
Clasificación TRIZ	B00	B01	B02	B03	B04	B05	B06	B07	B08	B09	Total B0
Materias Primas	\$ 7 500	\$ 973	\$ 1 745	\$ -	\$ 1 973	\$ 973	\$ 220	\$ 2 100	\$ -	\$ 2 250	\$ 17 733
Mano de Obra	\$ 5 250	\$ 3 500	\$ 5 250	\$ 3 500	\$ 583	\$ 1 750	\$ 1 167	\$ 1 750	\$ 3 500	\$ 5 250	\$ 31 500
Espacio (Taller externo)	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 16 646	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 16 646
Totales parciales	\$ 12 750	\$ 4 473	\$ 6 995	\$ 20 146	\$ 2 556	\$ 2 723	\$ 1 387	\$ 3 850	\$ 3 500	\$ 7 500	\$ 65 878
Escenario 1	WOODCHILD										
	APOYADERAS										
Clasificación TRIZ	B10	B11	B12	B13	B14	Total B1					
Materias Primas	\$ 7 500	\$ 973	\$ 1 745	\$ -	\$ 2 250	\$ 12 468					
Mano de Obra	\$ 5 250	\$ 3 500	\$ 5 250	\$ 3 500	\$ 5 250	\$ 22 750					
Espacio (Taller externo)	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 16 646	\$ -	\$ 16 646					
Totales parciales	\$ 12 750	\$ 4 473	\$ 6 995	\$ 20 146	\$ 7 500	\$ 51 863					
Escenario 1	WOODCHILD										
	UNIONES										
Clasificación TRIZ	B20	B21	B22	Total B2							
Materias Primas	\$ -	\$ 1 000	\$ -	\$ 1 000							
Mano de Obra	\$ 7 000	\$ 2 333	\$ 1 167	\$ 10 500							
Espacio (Taller externo)	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -							
Totales parciales	\$ 7 000	\$ 3 333	\$ 1 167	\$ 11 500							

Tabla 17 Resultados escenario 1, mesa WOODCHILD

El costo total del escenario 1 es de \$129.241. El 50% de los costos totales corresponde a la valorización del trabajo del diseñador, es decir, al recurso mano de obra.

12.2.5.2 Escenario emprendedor universitario 2

Martín es alumno titulado de la carrera de Diseño de producto de la Universidad Técnico Federico Santa María, y ha desarrollado emprendimientos anteriormente, por lo que cuenta con algunas herramientas y equipos. Sin embargo, ha decidido pagar el arriendo de un taller externo para la construcción del prototipo. La valorización en este escenario, consiste en el costo de las materias primas usadas en cada actividad, el arriendo del taller externo con sus herramientas y equipos y la valorización de su trabajo.

Escenario 2	WOODCHILD										
	BASE										
Clasificación TRIZ	B00	B01	B02	B03	B04	B05	B06	B07	B08	B09	Total B0
Materias Primas	\$ 7 500	\$ 973	\$ 1 745	\$ -	\$ 1 973	\$ 973	\$ 220	\$ 2 100	\$ -	\$ 2 250	\$ 17 733
Mano de Obra	\$ 5 250	\$ 3 500	\$ 5 250	\$ 3 500	\$ 583	\$ 1 750	\$ 1 167	\$ 1 750	\$ 3 500	\$ 5 250	\$ 31 500
Espacio (Taller externo)	\$ 24 968	\$ 16 646	\$ 24 968	\$ 16 646	\$ 2 774	\$ 8 323	\$ 5 549	\$ 8 323	\$ 16 646	\$ 24 968	\$149 810
Totales parciales	\$ 37 718	\$ 21 118	\$ 31 963	\$ 20 146	\$ 5 330	\$ 11 045	\$ 6 935	\$ 12 173	\$ 20 146	\$ 32 468	\$199 042
Escenario 2	WOODCHILD										
	APOYADERAS										
Clasificación TRIZ	B10	B11	B12	B13	B14	Total B1					
Materias Primas	\$ 7 500	\$ 973	\$ 1 745	\$ -	\$ 2 250	\$ 12 468					
Mano de Obra	\$ 5 250	\$ 3 500	\$ 5 250	\$ 3 500	\$ 5 250	\$ 22 750					
Espacio (Taller externo)	\$ 24 968	\$ 16 646	\$ 24 968	\$ 16 646	\$ 24 968	\$108 196					
Totales parciales	\$ 37 718	\$ 21 118	\$ 31 963	\$ 20 146	\$ 32 468	\$143 413					
Escenario 2	WOODCHILD										
	UNIONES										
Clasificación TRIZ	B20	B21	B22	Total B2							
Materias Primas	\$ -	\$ 1 000	\$ -	\$ 1 000							
Mano de Obra	\$ 7 000	\$ 2 333	\$ 1 167	\$ 10 500							
Espacio (Taller externo)	\$ 33 291	\$ 11 097	\$ 5 549	\$ 49 937							
Totales parciales	\$ 40 291	\$ 14 430	\$ 6 715	\$ 61 437							

Tabla 18 Resultados escenario 2, mesa WOODCHILD

El costo total del escenario 2 es \$403.892. El 76% de los costos totales corresponde al recurso espacio, dado que se decidió alquilar un taller externo, para evitar costos por herramientas y equipos, y el uso de la energía de estos últimos.

12.2.5.3 Escenario emprendedor universitario 3

Martín es alumno titulado de la carrera de Diseño de productos de la Universidad Técnica Federico Santa María, ha desarrollado emprendimientos antes y ha arrendado talleres. En esta oportunidad, pretende adquirir los activos fijos que utilizará en el proceso de producción del prototipo por lo que pretende comprar toda la lista de materiales. La estructura de costos, por tanto incluirá, la adquisición de los equipos, y de las herramientas y materias primas, la energía empleada en el uso de equipos, la valorización de su trabajo. Además Martín no gastará en espacio dado que cuenta con un galpón en su casa que ya está acondicionado.

Escenario 3	WOODCHILD										
BASE											
Clasificación TRIZ	B00	B01	B02	B03	B04	B05	B06	B07	B08	B09	Total B0
Materias Primas	\$ 7 500	\$ 973	\$ 1 745	\$ -	\$ 1 973	\$ 973	\$ 220	\$ 2 100	\$ -	\$ 2 250	\$ 17 733
Herramientas	\$ -	\$ 25 748	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 4 290	\$ -	\$ 9 785	\$ 10 980	\$ 748	\$ 51 550
Equipos	\$ 750 000	\$ -	\$ 174 500	\$ 600 000	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 179 990	\$ -	\$ 1 704 490
Mano de Obra	\$ 5 250	\$ 3 500	\$ 5 250	\$ 3 500	\$ 583	\$ 1 750	\$ 1 167	\$ 1 750	\$ 3 500	\$ 5 250	\$ 31 500
Energía	\$ 315	\$ -	\$ 89	\$ 71	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 77	\$ -	\$ 552
Totales parciales	\$ 763 065	\$ 30 220	\$ 181 584	\$ 603 571	\$ 2 556	\$ 7 013	\$ 1 387	\$ 13 635	\$ 194 547	\$ 8 248	\$ 1 805 824
Escenario 3	WOODCHILD										
APOYADERAS											
Clasificación TRIZ	B10	B11	B12	B13	B14	Total B1					
Materias Primas	\$ 7 500	\$ 973	\$ 1 745	\$ -	\$ 2 250	\$ 12 468					
Herramientas	\$ -	\$ 25 748	\$ -	\$ -	\$ 748	\$ 26 495					
Equipos	\$ 750 000	\$ -	\$ 174 500	\$ 600 000	\$ -	\$ 1 524 500					
Mano de Obra	\$ 5 250	\$ 3 500	\$ 5 250	\$ 3 500	\$ 5 250	\$ 22 750					
Energía	\$ 315	\$ -	\$ 89	\$ 71	\$ -	\$ 475					
Totales parciales	\$ 763 065	\$ 30 220	\$ 181 584	\$ 603 571	\$ 8 248	\$ 1 586 687					
Escenario 3	WOODCHILD										
UNIONES											
Clasificación TRIZ	B20	B21	B22	Total B2							
Materias Primas	\$ -	\$ 1 000	\$ -	\$ 1 000							
Herramientas	\$ -	\$ 5 495	\$ -	\$ 5 495							
Equipos	\$ 9 000 000	\$ -	\$ 46 000	\$ 9 046 000							
Mano de Obra	\$ 7 000	\$ 2 333	\$ 1 167	\$ 10 500							
Energía	\$ 462	\$ -	\$ 6	\$ 468							
Totales parciales	\$ 9 007 462	\$ 8 828	\$ 47 173	\$ 9 063 463							

Tabla 19 Resultados escenario 3, mesa WOODCHILD

El costo total del escenario 3 es de \$12.455.975. El 99% de los costos totales corresponde a equipos.

13 Conclusiones

Costear mediante una metodología ABC requiere de una sólida base de datos, los que se recogen antes del proceso de producción, en la fase de cotizaciones. La eficiencia de la metodología, estará ligada a la meticulosidad de la cotización y el nivel de detalle que esta tenga permitirá ahorrar tiempo de búsqueda de información faltante en etapas posteriores. En dicho estudio se debe incluir las potencias de las maquinas a utilizar. Además, la metodología extraída a partir de las integraciones de las herramientas explicadas en el estado del arte, exige datos obtenidos durante el proceso de fabricación, como lo son, las cantidades de recurso de materia prima empleado para cada actividad, la utilización de herramientas y equipos en las distintas actividades, con ello, se quiere decir, qué activos son los que se utilizan indistintamente para las actividades que lo solicitan o si dicho activo debe ser usado de manera exclusiva para cada actividad.

La diagramación del IDEFØ es una herramienta poderosa, que permite visualizar la información. En los casos de estudio, la diagramación propuesta en base a IDEFØ resultó ser un facilitador de visualización y comprensión del proceso productivo, sin embargo, en sistemas más complejos podría necesitar de notaciones más sofisticadas.

A partir de la clasificación TRIZ, se pueden obtener otras clasificaciones de acuerdo al sistema que se quiere evaluar, a fin de poder considerar los factores que mayor impacto tienen en los costos del producto final.

La metodología propuesta, es flexible y resulta cómoda de aplicar para casos como el presentado, puesto que permite obtener información a partir de la formulación de escenarios que podrían sucederse en un contexto universitario. Dicha metodología entrega completa información para cada escenario presentado. Sea este, el costo parcial de cada clasificación de recurso para cada actividad, el costo de fabricación de la parte del sistema y el costo del escenario. Eventualmente, se podría aplicar ponderadores con la probabilidad de que se suceda cada escenario y obtener el riesgo de desarrollar el proyecto, el cual queda expresado en términos de costo.

De los casos de estudio, se pudo visualizar que el recurso energía, pese a que es de vital importancia para fines productivos, para fines financieros es despreciable, por cuanto puede eximirse del análisis de costos. Los recursos que se llevan el mayor peso de los costos son los equipos, en caso de que estos sean comprados, sin embargo, es una tentativa poco probable para primeros emprendimientos, sobre todo cuando dichos recursos existen en los talleres externos y universitarios. Sin embargo, es bastante probable que no todas las herramientas y equipos se encuentren en un mismo taller, esta metodología no considera el costo de movilización hacia los determinados puntos, ni tampoco considera los tiempos en que el prototipo estaría detenido debido al cambio de taller.

Se pudo ver, que los escenarios más ventajosos eran aquellos, en los cuales se trabajaba en el taller que la universidad facilita para sus estudiantes con ánimo de ser emprendedores. Para ello es indispensable que el diseñador a cargo, tenga un manejo de máquinas suficiente, de tal manera que pueda trabajar de manera individual y minimizando el riesgo, para ello, debe venir vestido según el código del taller. Por otro lado, en caso de que el emprendedor. Una buena medida que pueden tomar las universidades para potenciar el emprendimiento universitario de sus alumnos es ofrecer en sus servicios, la prestación de talleres que permitan entregar un espacio, herramientas y equipos que los alumnos necesiten para llevar a cabo sus

ideas y de este modo permitir que los proyectos no fallezcan en etapas tan tempranas como la construcción del prototipo.

Queda para estudios posteriores potenciar esta metodología y extenderla a la evaluación de una unidad en un lote de fabricación en un horizonte de planificación definido, el cual podría aplicarse en otros contextos, fuera del ambiente universitario.

14 Bibliografía

- Alexander, A. G. (s.f). Modelado de Procesos Utilizando la Técnica IDEF0.
- Amat, J. M. (2003). *Control de Gestion: una perspectiva de direccion; 6° edicion*. Barcelona : Gestion 2003.
- Balboa Paz, F. D. (2013). *Diseño de un sistema de costeo basado en actividades*. Obtenido de <http://hdl.handle.net/123456789/3034>
- Blackburn, R., & Ram, M. (2006). Fix or fixation? The contributions and limitations of entrepreneurship and small firms to combating social exclusion. *Entrepreneurship and Regional Development*, 18(1), 73-89.
- Blenker, P., Dreisler, P., Fsergemann, H. M., & Kj. (2013). A framework for developing entrepreneurship education in a university context. . *International Journal of Entrepreneurship and Small Business*, 5(1), 45-6.
- Campos, D. (2017). INKLUZI:Comunidad de Innovación Abierta para el Desarrollo de Productos Inclusivos dirigidos a personas en situación de discapacidad física y/o de la tercera edad. Universidad Técnica Federico Santa María.
- Carvalho, J. B., Pina-Martínez, V., & Torres-Pradas, L. (1999). *Temas de Contabilidad Pública*. Lisboa: Rei dos Livros.
- Castelló-Taliani, E. (2003). Necesaria integración de los sistemas de control de gestión estratégico y operativo. *Revista Asociación Española de Contabilidad y Administración de Empresas (AECA)*, 64,48-49.
- Cooper, R., & Kaplan, R. (1998). Measure costs right: make the right decisions. *Harvard business review*, 66(5), 96-103.
- Cooper, R., & Kaplan, R. (1999). *Coste y Efecto*. Barcelona: Editorial Gestión 2000.
- Di Gregorio , D., & Shane, S. (2003). Why do some universities generate more start-ups than others? *Research policy*, 32(2), 209-227.
- Emblemsvåg. (2004, Jan). Activitu-Based Costing and economic profit: why and how. *Cost Management*, 18(4), 38-46.
- Harmon, P. (2003). *Business Process Change: A Manager's Guide to Improving, Redesigning, and Automating Processes*. . San Francisco, USA : Morgan Kaufmann.
- Inglehart, R. (2002). *Modernización y posmodernización. El cambio cultural, económico y político en 43 sociedades*. Madrid: CIS.
- Johnson, T., & Kaplan, R. (1987). *Relevance Lost: The Rise and Fall of Management Accounting*. Boston: Harvard.
- Kacperczyk, A. J. (2013). Social influence and entrepreneurship: The effect of university peers on entrepreneurial entry. *Organization Science*, 24(3), 664-683.
- Knowledge Based Systems. (25 de Octubre de 2018). *idef.com*. Obtenido de http://www.idef.com/idefo-function_modeling_method/

- Mejía, E.; Fabián, A.; Galofre, V.; Silva, G., & Andrés, E. (2017). Mejía, E., Fabián, A., Galofre, V., Silva, G., & Andrés, E. (2017). Characterization of the Export Booking Process through the IDEF0 method: in the context of the International Freight Forwarder. . *Prospectiva*.
- Mili, H., Jaoude, G., & Lefebvre, É. (2004). Going beyond MDA: Business Process Modeling for Software Reuse. En *Workshop on Legacy Transformation: Capturing Business Knowledge from Legacy Systems*. Vancouver, Canadá: OOPSLA.
- Nikulin, C., Graziosia, S., & Cascinia, G. (Procedia-Social and Behavioral Science de Procedia-Social and Behavioral Sciences, 75, 383-396. de 2013). An Algorithm for Supply Chain Integration based on OTSM-TRIZ. En *Procedia-Social and Behavioral Science* (págs. 75, 383-396).
- Nikulin, C., Viveros, P., & Dorochesi, M. (2017). Metodología para el análisis de problemas y limitaciones en emprendimientos universitarios. En *Innovar* (págs. 27(63), 91-105.).
- Ortín, P., Salas, V., Trujillo, M., & Vendrell. (2008). La creación de spin-off universitarios en España: Características, determinantes y resultados. *Economía industrial*, 368, 79-95.
- Rideout, E. C., & Gray, D. O. (2013). . Does entrepreneurship education really work? A review and methodological critique of the empirical literature on the effects of university-based entrepreneur-ship education. *Journal of Small Business Management*, 51 (3), 329-351.
- Rothaermel, F. T., Agung, S. D., & Jiang, L. (2007). University entrepreneurship: a taxonomy of the literature. *Industrial and Corporate Change*, 16(4), 691-791.
- Saéz, A., & Gutiérrez, A. F. (1993). *Contabilidad de Costes y Contabilidad de Gestión*. . Madrid: Primera Edición. McGraw Hill, España. .
- Sennett, R. (2006). *La cultura del nuevo capitalismo*. Barcelona: Anagrama.
- Sinisterra, G. (1997). *Fundamentos de Contabilidad Financiera y de Gestión*. Cali, Colombia: Universidad del Valle.
- Smith, S. D. (2002). *The Emergence of Business Process Management, CSC's Research Services*.
- Solesvik, M. Z., Westhead, P., Matlay, H., & Parsy. (2013). Entrepreneurial assets and mindsets: Benefit from university entre-preneurship education investment. *Education + Training*, 55(8), 748-762.
- Stuart, T. E., & Ding, W. W. (2002). When do scientists become entrepreneurs? The social structural antecedents of commercial activity in the academic life sciences. *American Journal of Sociology*, 112(1), 97-144.
- Tafur, J. C., & Osorio, J. A. (2016). *Costeo basado en actividades ABC: gestión basada en actividades ABM*. Bogotá: Ecoe Ediciones.
- Waissi, G. R. (2015). *Automation of strategy using IDEF0 - A proof of concept*.

15 Anexos

15.1 Manual de Fabricación Mesa NATURE

Ficha Técnica del Emprendedor

Nombre: Daniela Campos Fernández

Ciudad: Viña del Mar

Ocupación: Estudiante Ingeniería en Diseño de Productos

Institución: Universidad Técnica Federico Santa María

Manual de fabricación

El manual de fabricación es un documento en formato PDF y generado por medio de Adobe Illustrator y Powerpoint. Se conforma de diversas ilustraciones y descripciones que indican el paso a paso en la confección de cada uno de los sistemas que componen la superficie de apoyo, además de indicar los materiales y herramientas requeridas en todos los procesos, y el armado e instalación en la silla de ruedas:

Materiales:

- Tablero de madera terciada de 3 [mm] de espesor
- Formalita (color deseado)
- Cola fría
- Cinta de papel

- Esmalte al agua
- Laca acrílica para maderas en spray
- Pegamento No más clavos
- Agua ras
- Guaípe
- Destornillador
- Perfil tubular metálico con 24 [mm] de diámetro y con 2 [mm] de espesor
- Acero líquido
- Masilla mágica
- Lija fina
- Laca acrílica en spray (color deseado)
- 3 regatones
- Lámina metálica
- Perno o espárrago de 3/8
- 8 Insertos con tornillos
- 3 golillas de goma
- Tuerca de 3/8
- Pinza de sujeción para sillas de ruedas

Herramientas:

- Cortadora láser para madera

- Cortadora láser para madera o plasma
- Brocha
- Prensas
- Fresadora
- Sierra para metales
- Lima
- Perforadora con broca de 3/8
- Esmeril de banco
- Soldadura al arco
- Esmeril angular
- Martillo

Fabricación Base:

1. Descargar el archivo “Corte láser Base” que se encuentra en formato .dxf, y utilizar una cortadora láser para cortar las cuatro piezas idénticas sobre un tablero de madera terciada de 3 [mm] de espesor. (De ser posible, también puede cortarse sólo una pieza sobre un tablero de 12 [mm] de espesor).

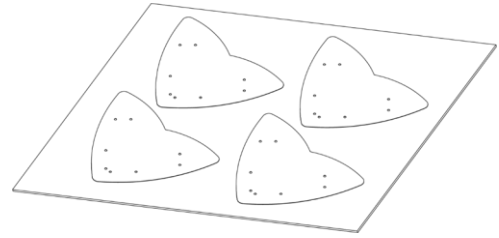


Ilustración 13 Paso 1, Fabricación de la base de mesa NATURE, de acuerdo a (Campos, 2017)

2. Descargar el archivo “Corte láser Formalita”, que se encuentra en formato .dxf, y utilizar una cortadora láser para cortar la formalita del color deseado.
3. Disponer una pieza sobre la otra, aplicando una capa de cola fría entre medio de cada una, presionar y dejar secar por al menos 12 horas.
4. Al encontrarse seca la base, aplicar en una de las superficies una capa de cola fría, y colocar la formalita sobre esta, presionar y dejar secar por al menos 8 horas.
5. Protegiendo la formalita para que no se raye, lijar la superficie opuesta con la ayuda de un trozo de madera.
6. Utilizar una fresadora para realizar los cantos sólo en la superficie que

posee la formalita.

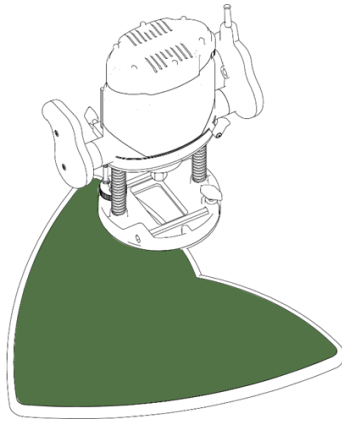


Ilustración 14 Paso 6, Fabricación de la base de mesa NATURE, de acuerdo a (Campos, 2017)

7. Delimitar el borde que separa la formalita de los cantos con cinta de papel para que no se manche.
8. Pintar los cantos con esmalte al agua, dejar secar por al menos 2 horas, y pintar la superficie opuesta a la formalita. Dejar secar todo por al menos 12 horas.
9. Proteger la formalita con diario o papel, y aplicar laca acrílica para maderas en spray sobre toda la superficie previamente pintada. Dejar secar por 10 minutos y aplicar una segunda capa.

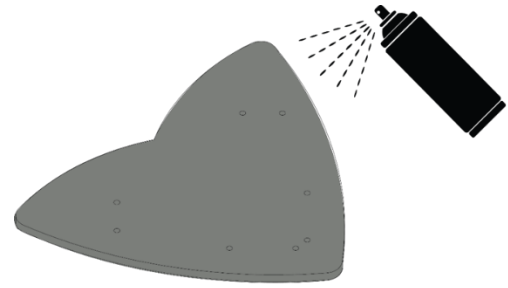


Ilustración 15 Paso 9, Fabricación de la base de mesa NATURE, de acuerdo a (Campos, 2017)

10. Al secar, aplicar un poco de pegamento No más clavos dentro de los orificios, colocar los insertos y presionar con la ayuda de un martillo hasta que se adhiera por completo a la superficie.

Fabricación Sistema de Soporte:

1. Limpiar con agua ras y un trozo de guaípe, un perfil tubular metálico con 24 [mm] de diámetro y con 2 [mm] de espesor.
2. Cortar el perfil con una sierra para metales en dos secciones de 25 y 28,5 [cm] cada una, marcándolas con sus medidas respectivas para no confundirlas.
3. Quitar la rebaba formada producto del corte en las secciones extremas con ayuda de una lima.

4. Hacer una marca 3 [cm] más abajo de uno de los extremos en el tubo de 25 [cm]. Marcar con una cruz. Realizar una perforación sobre la cruz con una broca de 3/8, que atraviese todo el tubo. Se recomienda utilizar previamente una broca pequeña como guía.

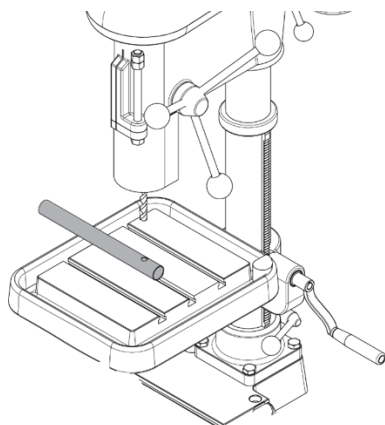


Ilustración 16 Paso 4, Fabricación del sistema de giro de mesa NATURE, de acuerdo a (Campos, 2017)

5. En el mismo extremo en el que se hizo la perforación, hacer una marca 12 [mm] más abajo, y delimitar bajo esta con un trozo de cinta de papel. Rebajar una parte del extremo con la ayuda de un esmeril de banco, tal como se indica en la figura.
6. Hacer una marca a los 3,5 de [cm] de uno de los extremos en el tubo de 28,5 [cm]. Unir los tubos con ayuda

acero líquido en la posición que se aprecia en la figura, mezclando previamente los componentes como se indica en las instrucciones del producto.

7. Reforzar la unión de los tubos con soldadura a arco.

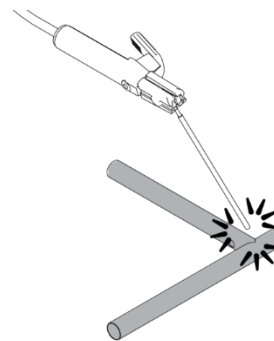


Ilustración 17 Paso 7, Fabricación del sistema de giro de mesa NATURE, de acuerdo a (Campos, 2017)

8. Quitar la escoria que queda sobre la unión utilizando un esmeril angular.
9. Aplicar masilla mágica sobre toda la estructura de soporte, y dejar secar por 15 minutos. Pasar una lija fina sobre toda la estructura para dejar una superficie regular, también se puede esmerilar con esmeril angular para mejor definición.
10. Aplicar laca acrílica en spray del color deseado sobre toda la superficie de la estructura, dejar secar por 10 minutos y aplicar una

segunda capa. Dejar secar por tres horas.

11. Insertar con presión los regatones en los tres extremos de la superficie de soporte.

Fabricación Sistema de giro:

1. Descargar el archivo “Corte láser Giro” que se encuentra en formato .dxf, y utilizar una cortadora láser para metales o una cortadora plasma para la pieza en una lámina metálica de entre 1,2 y 1,5 [mm] de espesor.

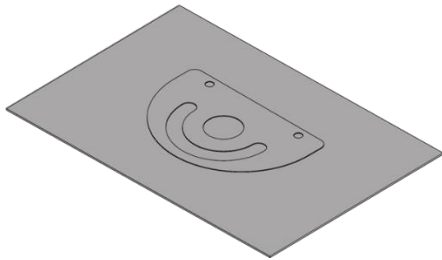


Ilustración 18 Paso 1, Fabricación del sistema de giro de mesa NATURE, de acuerdo a (Campos, 2017)

2. Si quedan restos de escoria en la pieza, esmerilar por toda la superficie.
3. Marcar 1,5 [mm] bajo la parte superior de la pieza, como se indica en la figura.
4. Con ayuda de un martillo y una prensa, o en su reemplazo una

dobladora, doblar la parte superior de la pieza de forma que quede en un ángulo de 90° respecto del resto, como se indica en la figura.

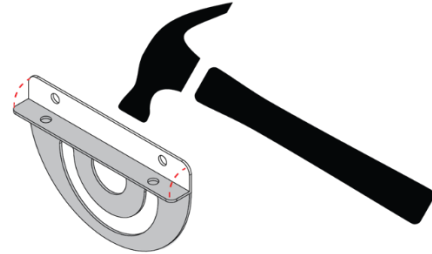


Ilustración 19 Paso 4, Fabricación del sistema de giro de mesa NATURE, de acuerdo a (Campos, 2017)

5. Aplicar masilla mágica sobre toda la superficie, y dejar secar por 15 minutos. Pasar una lija fina.
6. Aplicar laca acrílica en spray del color deseado sobre toda la superficie de la estructura, dejar secar por 10 minutos y aplicar una segunda capa. Dejar secar por tres horas.
7. Descargar los archivos “Impresión 3D Cabezal” e “Impresión 3D Abrazadera” que se encuentran en formato .stl, imprimiendo cada pieza con un 80% de relleno.
8. Cortar 52 [mm] del hilo de un perno de 3/8. Quitar con un esmeril de banco la rebaba formada en el hilo.

9. Aplicar pegamento No Más Clavos dentro del orificio del cabezal, e insertar el hilo dentro de este.

Armado e instalación:

1. Según el lado de la silla de ruedas en que se quiera posicionar la mesa, colocar la estructura de soporte junto al sistema de giro sobre la base hacia la superficie donde se encuentran los insertos, como se indica en la figura.
2. Fijar hacia la base junto con la abrazadera y los tornillos, como se indica en la figura.

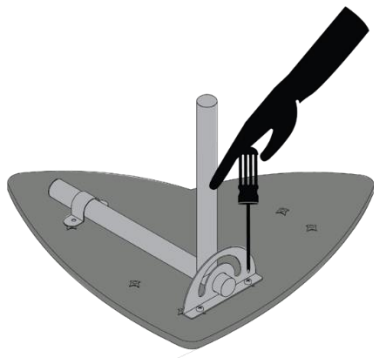


Ilustración 20 Paso 2, Armado e instalación de mesa NATURE, de acuerdo a (Campos, 2017)

3. Pasar el perno por el sistema de giro y ajustar con golillas de goma, como se indica en la figura. Fijar con una tuerca de 3/8.

4. Al encontrarse armada la mesa, fijarla en el tubo vertical del apoyabrazos del lado que se escogió posteriormente, con la ayuda de una pinza de sujeción y un trozo de lámina de goma enrollada sobre cada tubo para que se adapte al diámetro. Ajustar con una llave Phillips.

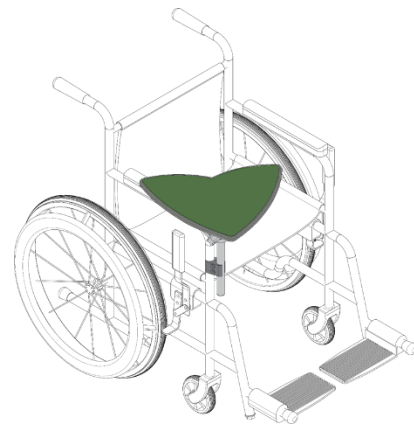


Ilustración 21 Paso 4, Armado e instalación de mesa NATURE, de acuerdo a (Campos, 2017)

15.2 Manual de Fabricación Mesa WOODCHILD

Ficha Técnica del Emprendedor

Nombre: Martín Salinas Assad

Ciudad: Zapallar

Ocupación: Estudiante Ingeniería en
Diseño de Productos

Institución: Universidad Técnica Federico
Santa María

Manual de fabricación

El manual de fabricación es un documento en formato PDF y generado por medio de Adobe Illustrator y Powerpoint. Se conforma de diversas ilustraciones y descripciones que indican el paso a paso en la confección de cada uno de los sistemas que componen la superficie de apoyo, además de indicar los materiales y herramientas requeridas en todos los procesos, y el armado e instalación en la silla de ruedas:

Materiales:

- Tablero de madera terciada de 3 [mm] de espesor
- Lija grano 180
- Lija grano 320
- Cola fría

- tuercas 3/8
- Bisagra de piano
- Aceite de linaza
- pernos o tornillos de 3/8
- 8 Insertos con tornillos
- 1 metro de cinta correa o banda lija
- 2 pasadores de cinta correa

Herramientas:

- Cortadora láser para madera
- Fresadora
- Lijadora de banda
- Sierra para metales
- Lima
- Prensas
- Esmeril de banco
- Soldadura al arco
- Martillo
- Destornillador de cruz

Fabricación Base:

1. Descargar el archivo “Corte láser Base” que se encuentra en formato .dxf, y utilizar una cortadora láser para cortar las 8 piezas y 6 argollas sobre un tablero de madera terciada de 3 [mm] de espesor.

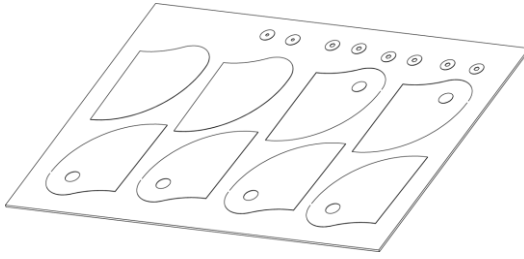


Ilustración 22 Paso 1, Fabricación de la base de mesa WOODCHILD, de acuerdo a (Campos, 2017)

2. Disponer una pieza sobre la otra en el orden indicado en la figura y asegurando el calce correcto, aplicando una capa de cola fría entre medio de cada una.
3. Dejar presionando con la ayuda de prensas y que seque por al menos 12 horas.
4. Al encontrarse secas las piezas, pasar los bordes por una lija de banda.
5. Utilizar una fresadora para realizar los cantos, en ambos lados de la superficie.
6. Lijar toda la superficie de las piezas con una lija grano 180, y luego repasar con una lija grano 320. Pasar las lijas con la ayuda de un trozo de madera.
7. Insertar una tuerca 3/8 en cada una de las argollas o anillas con la ayuda de un martillo, y pegar dentro de los orificios que hay en cada parte de la base, como se indica en la figura.

8. Con una sierra para metales, cortar una bisagra piano para que quede con un largo de 30 [cm], quitando la rebaba con una lima.
9. Para unir ambas partes de la base, posicionar la bisagra sobre estas tal como se indica en la figura, e instalar cada uno de los tornillos. Se recomienda hacer una perforación previa con una broca guía.

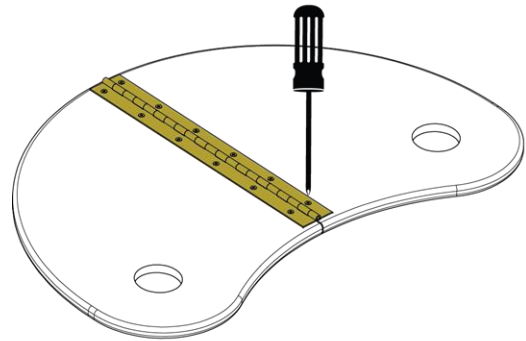


Ilustración 23 Paso 9, Fabricación de la base de mesa WOODCHILD, de acuerdo a (Campos, 2017)

10. Aplicar con la ayuda de una brocha una capa de aceite de linaza sobre toda la superficie, dejar secar por 18 horas y repetir una vez más. Dejar secar por 24 horas.

Fabricación Apoyabrazos:

1. Descargar el archivo “Corte láser Apoya Brazos” que se encuentra en formato .dxf, y utilizar una

cortadora láser para cortar las 8 piezas idénticas sobre un tablero de madera terciada de 3 [mm] de espesor.

2. Separar en dos grupos, y disponer una pieza sobre la otra en el orden indicado en la figura y asegurando el calce correcto, aplicando una capa de cola fría entre medio de cada una.
3. Dejar presionando con la ayuda de prensas y que seque por al menos 12 horas.

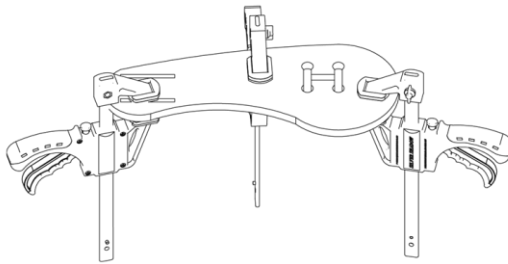


Ilustración 24 Paso 3, Fabricación de apoyaderas de mesa WOODCHILD, de acuerdo a (Campos, 2017)

4. Al encontrarse secas las piezas, pasar los bordes por una lija de banda.
5. Utilizar una fresadora para realizar los cantos, en ambos lados de la superficie.
6. Aplicar con la ayuda de una brocha una capa de aceite de linaza sobre toda la superficie, dejar secar por 18

horas y repetir una vez más. Dejar secar por 24 horas.

Fabricación Uniones:

1. Descargar el archivo “Impresión 3D Cabezal” que se encuentra en formato .stl, imprimiendo dos veces con un 80% de relleno.
2. Cortar 46 [mm] del hilo de dos pernos de 3/8. Quitar con un esmeril de banco la rebaba formada en el hilo.
3. Aplicar pegamento No Más Clavos dentro del orificio de cada cabezal, e insertar con presión un hilo en cada uno.

Armado e instalación:

- 1 Utilizando dos trozos de 50 [cm] cada uno de cinta correa y dos pasadores, fijar cada apoyabrazos en cada lado de la silla de ruedas.
2. Extender la base sobre los apoyabrazos tal como se indica en la figura.
3. Fijar la base a los apoyabrazos, insertando y apretando los tornillos por debajo de la mesa.

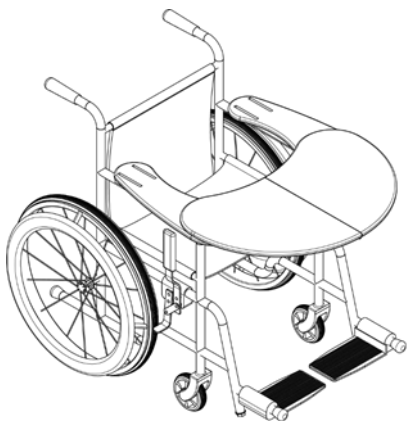


Ilustración 25 Paso 3, Armado e instalación de mesa WOODCHILD, de acuerdo a (Campos, 2017)

15.3 Planimetría Mesa NATURE

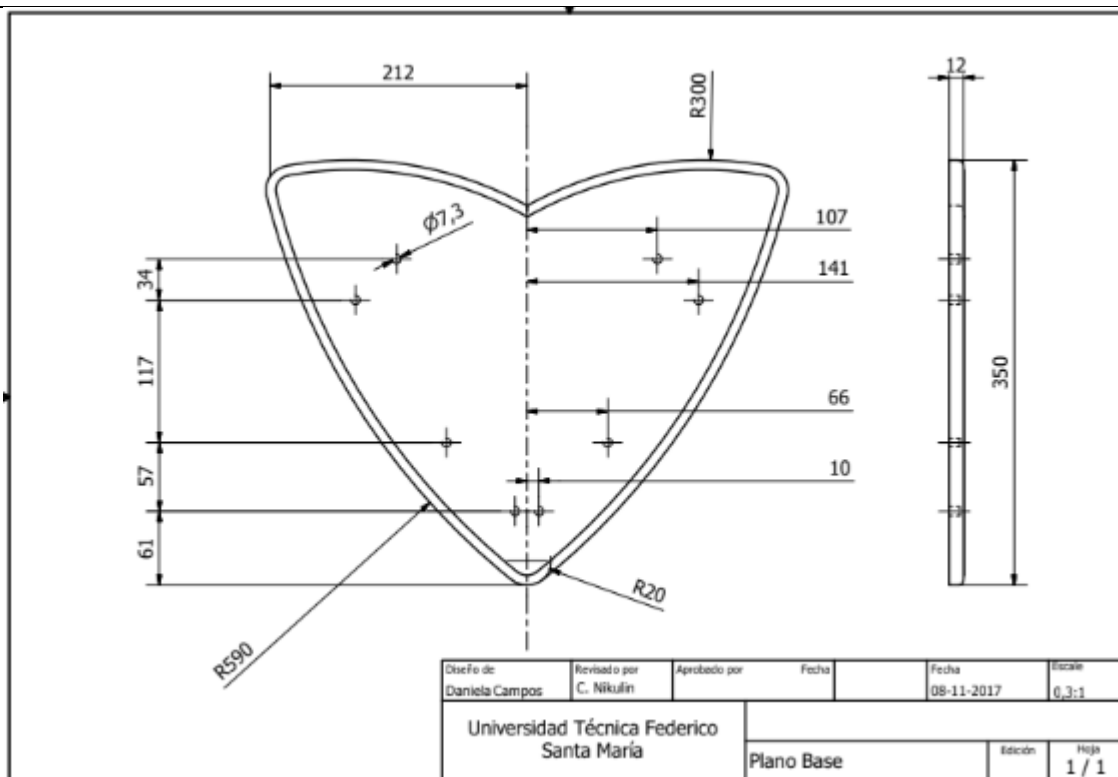


Ilustración 26 Plano Base mesa NATURE, de acuerdo a (Campos, 2017)

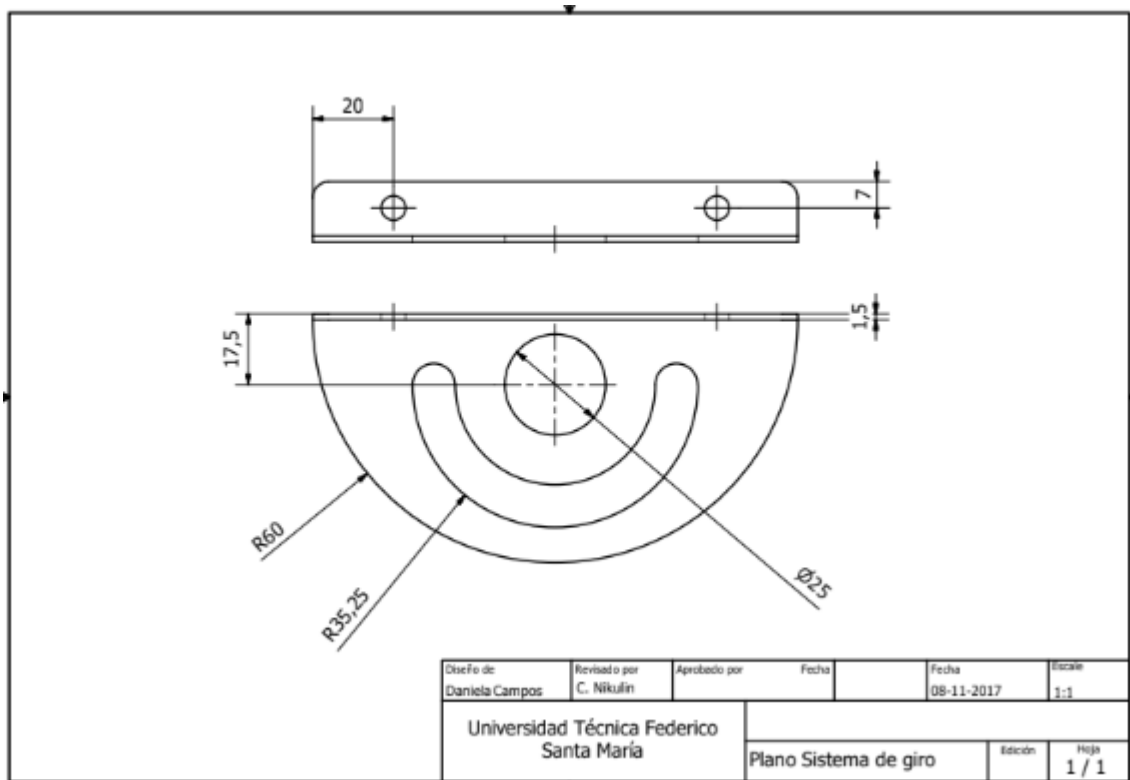


Ilustración 27 Plano Sistema de Giro mesa NATURE, de acuerdo a (Campos, 2017)

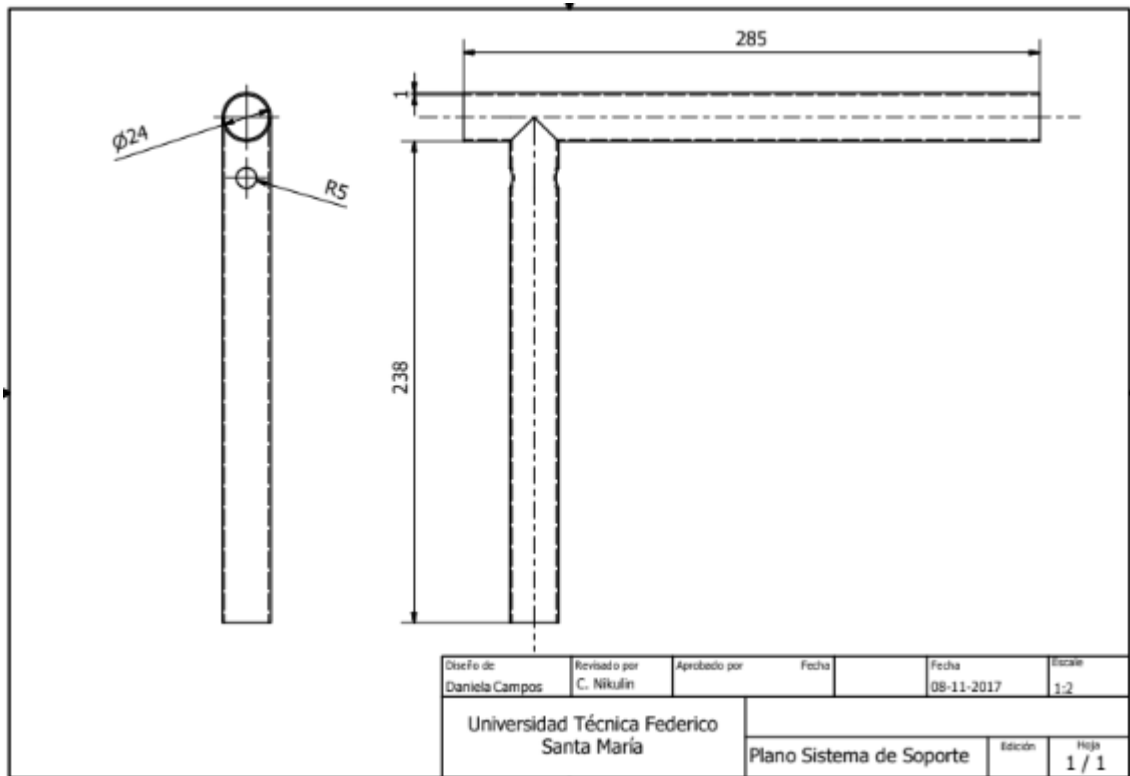


Ilustración 28 Plano Sistema de Soporte mesa NATURE, de acuerdo a (Campos, 2017)

15.4 Planimetría Mesa WOODCHILD

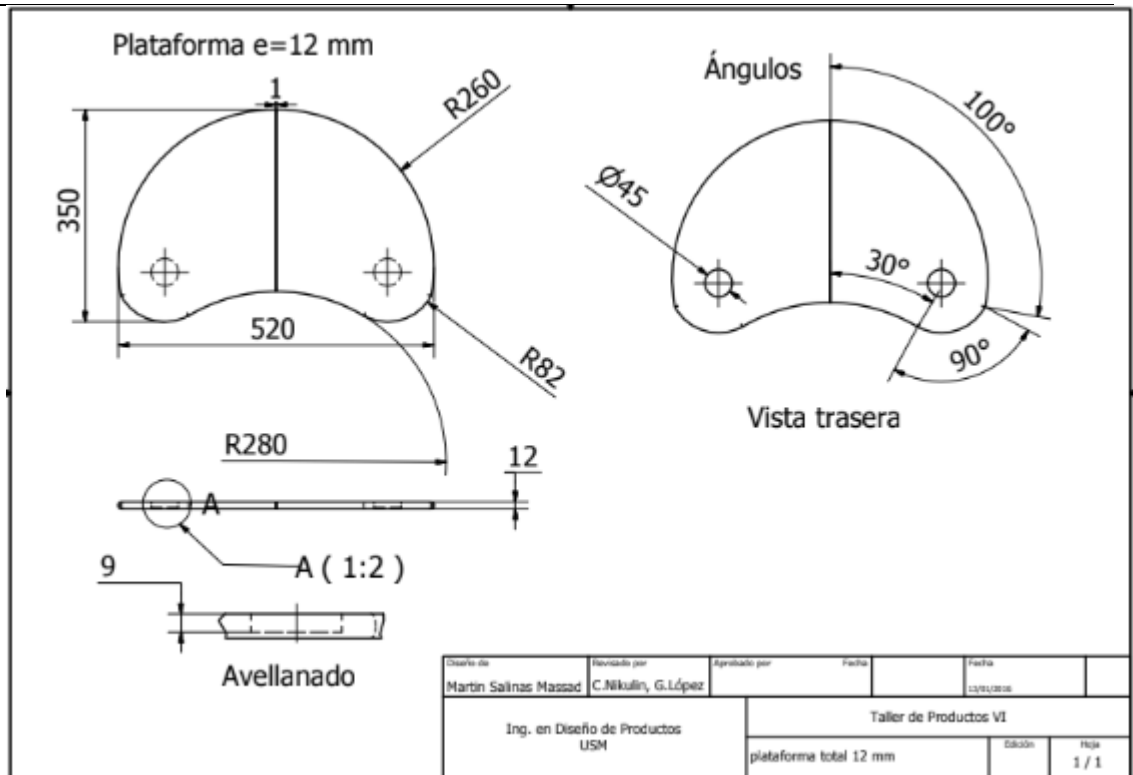


Ilustración 29 Plano Base mesa WOODCHILD, de acuerdo a (Campos, 2017)

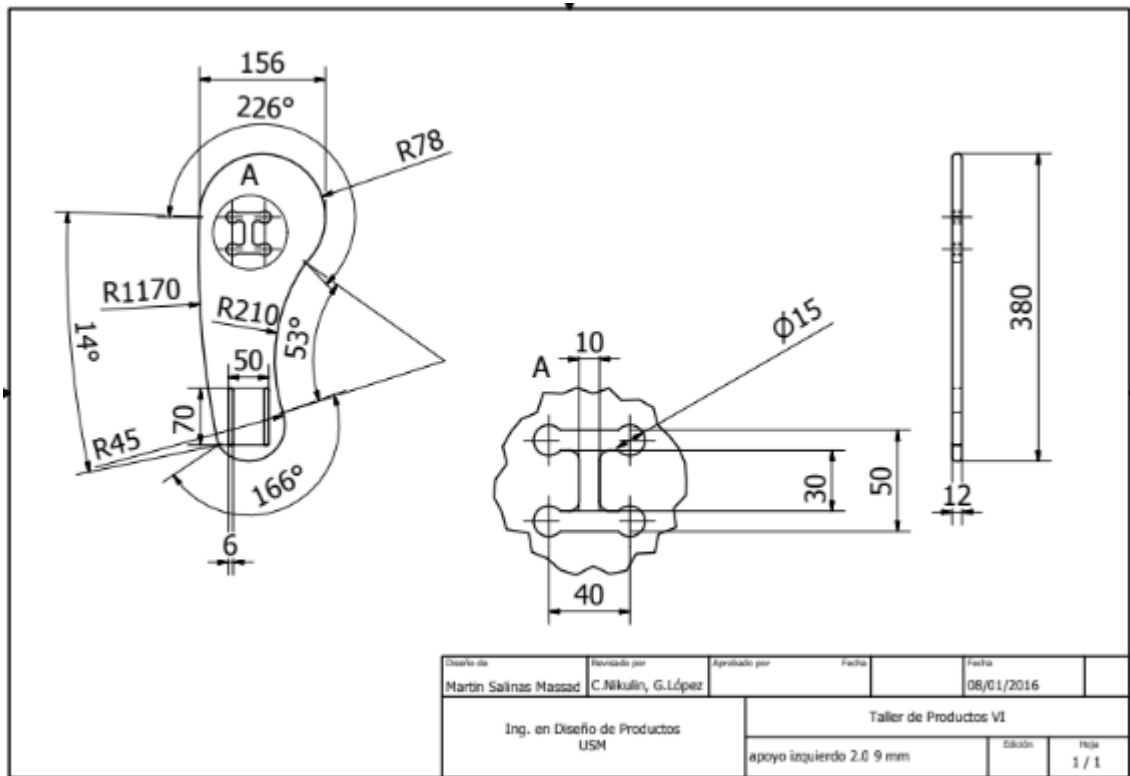


Ilustración 30 Plano Apoyaderas mesa WOODCHILD, de acuerdo a (Campos, 2017)

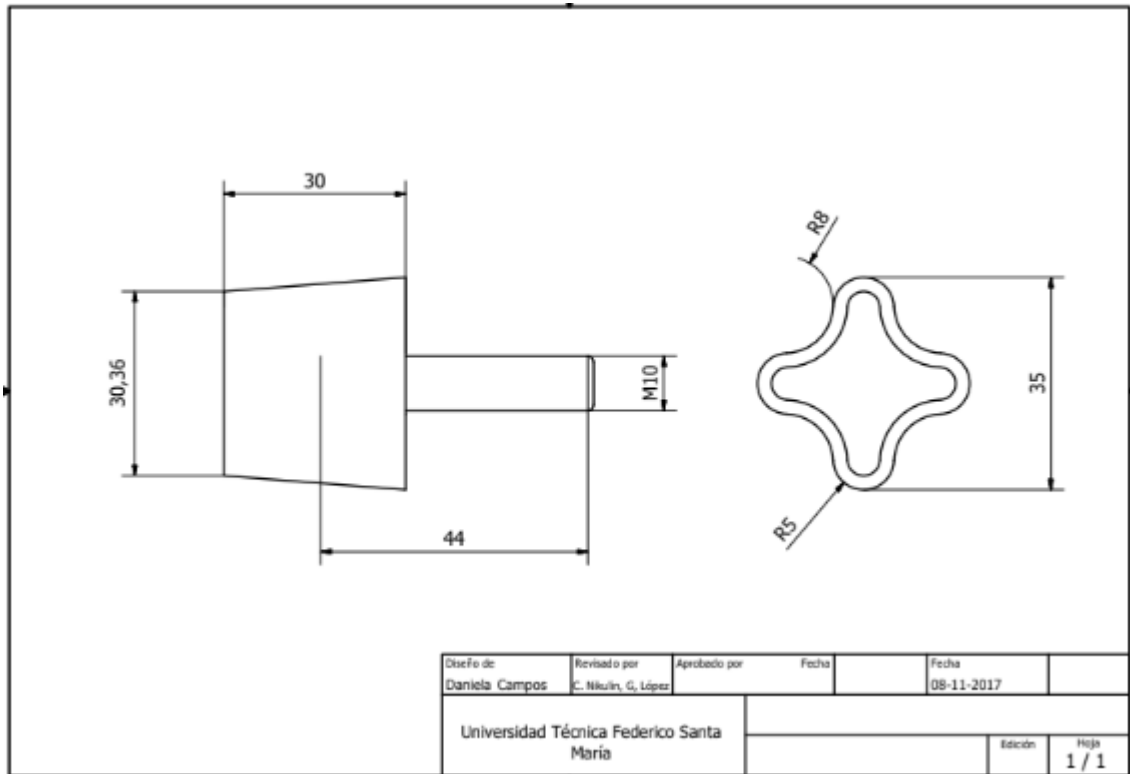


Ilustración 31 Plano uniones mesa WOODCHILD, de acuerdo a (Campos, 2017)