



Universidad Nacional Autónoma de México

Facultad de Ingeniería

*“Administración de proyecto:*

*diseño de un dispositivo seguro para corte con sierra cinta”*

Tesina profesional que para obtener el título de

**Ingeniero Industrial**

Presenta

Fausto Nekame Batún Hernández

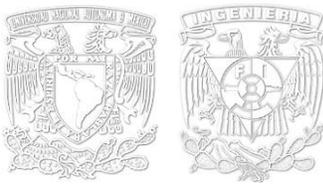
Asesora de Tesina:

M.I. Silvina Hernández García

México D.F. Octubre 2014



<b>Contenido</b>	
	<b>Pág.</b>
Introducción	<b>3</b>
Hipótesis	<b>4</b>
Objetivos	<b>4</b>
Justificación	<b>5</b>
<b>Capítulo 1</b>	
Marco Teórico	
1.1 Administración de proyectos	<b>7</b>
1.1.1 Semblanza de la administración de proyectos	<b>8</b>
1.1.2 Proyectos tradicionales vs. Proyectos ágiles	<b>9</b>
1.1.3 Metodología para la administración de proyectos del PMI	<b>10</b>
1.2 Diseño del producto	<b>17</b>
<b>Capítulo 2</b>	
2.1 Recursos y acuerdos pre aprobados	<b>22</b>
2.2 Criterios de aceptación del proyecto	<b>22</b>
2.3 Resultados del proceso de la administración del proyecto	<b>23</b>
<b>Capítulo 3</b>	
Resultados del proceso de diseño	<b>36</b>
Conclusiones	<b>46</b>
Bibliografía	<b>48</b>
Anexos	<b>49</b>



## Introducción

CCH es una empresa multinacional líder en la manufactura de componentes para la industria eléctrica. En su planta de Rojo Gómez, Iztapalapa, tiene probablemente una de las mejores plantas de fundición de aluminio en México; cuentan con hornos automatizados, líneas de producción bien distribuidas y medidas de seguridad que van desde un equipo personal de protección impecable hasta programas de capacitación continua.

Durante los pasados 12 meses se ha desarrollado una relación de cooperación entre la Universidad Nacional Autónoma de México y la empresa CCH, la finalidad de la misma es generar una serie de diagnósticos que mejoren los indicadores de la empresa manufacturera.

Como resultado de ésta cooperación se generaron reportes con recomendaciones para el balanceo de sus líneas y el control de su producción; los resultados fueron excelentes; sin embargo había quedado pendiente un requerimiento específico de la empresa: el diseño de un dispositivo de sujeción para que sus operarios de corte con sierra cinta tuvieran más seguridad en su proceso.

Cuando se realizó el levantamiento de requerimientos se encontró que durante los últimos tres años de operación se tuvieron tres accidentes incapacitantes específicamente en la operación de la sierra cinta. Para una empresa como CCH (y en general para cualquier empresa con sentido común y humanitario) se trataba de un indicador negativo que se deba atacar proactivamente.

La Maestra Silvina Hernández, como directora del proyecto generó una propuesta de trabajo que funcionó como directriz para la línea base del alcance y reunió un equipo de diseño encargado de cumplir con los requerimientos técnicos de los usuarios.

El nuevo proyecto designado consistió en diseñar y manufacturar un dispositivo que permita sujetar los árboles de fundición para poder cortarlos con sierra cinta de una manera segura.

Debido a las múltiples restricciones del trabajo solicitado, se seleccionó la metodología de administración de proyectos del *Project Management Institute*, para garantizar que el proyecto se pudiera cumplir en tiempo y forma. De ésta manera se observa como la teoría de administración de proyectos puede gestionar un proyecto de diseño para la innovación de un producto.

Este trabajo documenta el procedimiento que se siguió desde el estudio de caso hasta la manufactura y cierre del proyecto.



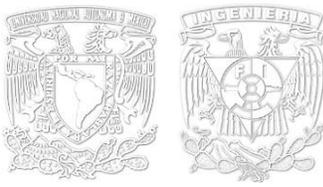


## Hipótesis

La aplicación del marco teórico de las mejores prácticas de administración de proyectos del Project Management Institute ® a un proceso de diseño en ingeniería, disminuye sensiblemente las desviaciones de las estimaciones de tiempo, alcance, costo y calidad de un proyecto.

## Objetivos

- Aplicar el marco teórico del PMI al proyecto de diseño de un dispositivo para sujeción segura de arboles de fundición de condulets, para disminuir las desviaciones en las estimaciones de tiempo, alcance, costo y calidad del proyecto.
- Verificar la relación que existe entre los procesos de control administrativo y la limitación del proceso creativo.
- Documentar el manejo de las expectativas de los *interesados* del proyecto



## Justificación

Los proyectos de diseño buscan cumplir con las expectativas y requerimientos del cliente, sin embargo existe una incongruencia entre la libertad creativa del equipo y el control estricto de los entregables.

El proyecto de diseño solicitado por CCH representaba un reto creativo, técnico y administrativo y existían muchos factores que ponían en riesgo su éxito; los principales consistían en que los recursos materiales resultaran insuficientes, que los prototipos se entregaran fuera de tiempo y que el producto final no cumpliera con los requisitos de aceptación de usuario final.

Las mejores prácticas de la administración de proyectos propuestas en el estándar del Project Management Institute® tienen como objetivo brindar una metodología de herramientas administrativas aplicables a todo tipo de proyectos. Su misión es ayudar a garantizar que los objetivos de un proyecto se cumplan satisfactoriamente.

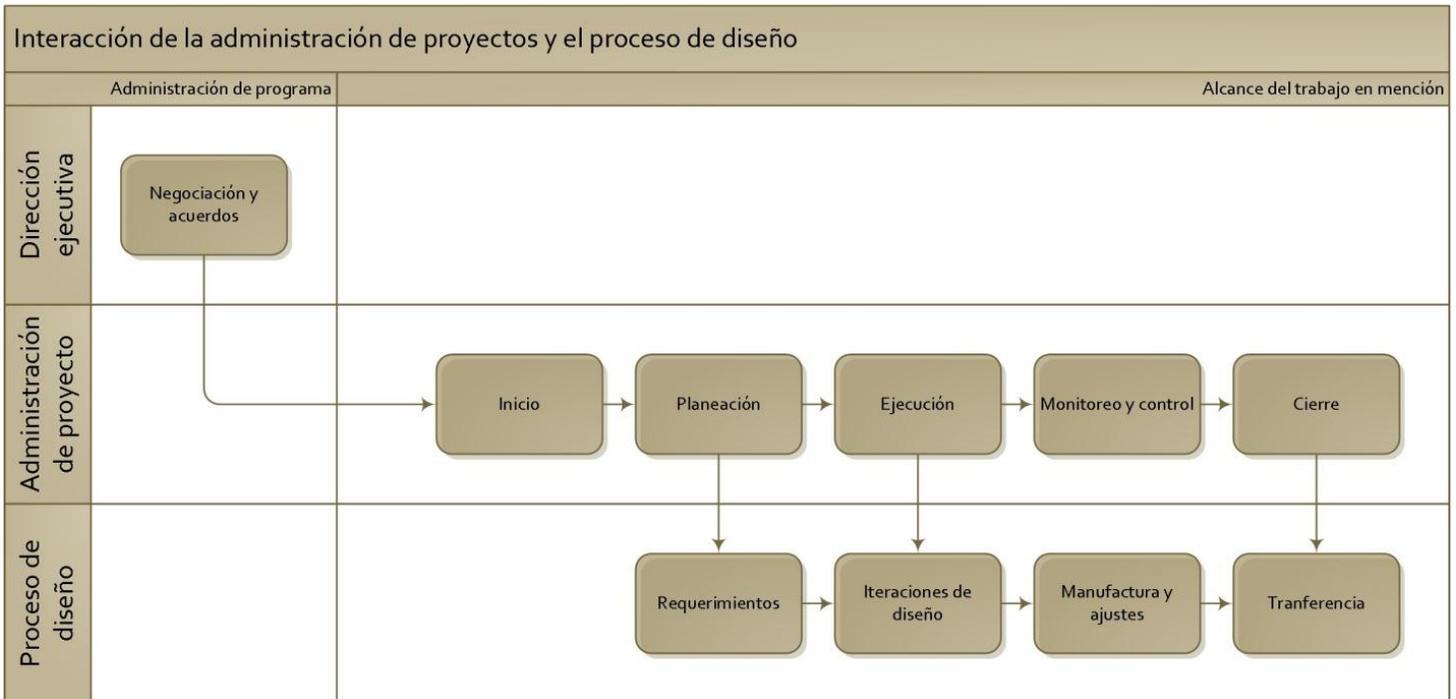
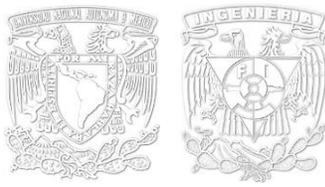


De manera muy específica se buscó implementar las mejores prácticas de administración de proyectos a este proceso de diseño para tener la facultad de modular las expectativas del producto final, administrando lo que se conoce como *la triple restricción*: alcance, costo y tiempo.

La estrategia propuesta por el Project Management Institute® es ejecutar de manera paralela ambos procesos, el de administración del proyecto y el del proyecto en sí, como se muestra en el diagrama siguiente (1.1):

---

<sup>1</sup> [www.pmi.org](http://www.pmi.org) logotipo propiedad del Project Management Institute, Inc. ©2014



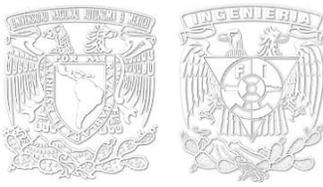
1.1 Interacción de la administración de proyectos y el proceso de diseño.

Notas sobre el diagrama 1.1

- 1) Como se observa en la primera fase (Administración del programa) la entrada para el inicio del proyecto es la negociación ejecutiva que se hizo con CCH, ésta no pertenece al alcance de éste trabajo.
- 2) Las relaciones del grupo de “monitoreo y control” no se muestran por simplificación, pero en la práctica está estrechamente relacionado con los cuatro grupos del proceso de diseño.

Finalmente se propone alinear el objetivo con la sencilla definición de “proyecto” propuesta por el PMI: **“aplicación de conocimientos, habilidades, técnicas y herramientas en las actividades de un proyecto para satisfacer sus requerimientos”**, haciendo un importante hincapié en: “satisfacer requerimientos”.<sup>2</sup>

<sup>2</sup> Project Management Institute. (2013). *A Guide to the Project Management Body of Knowledge*. EE.UU.: Project Management Institute, Inc. Pág. 3



# Capítulo 1

---

## Marco Teórico

### 1.1 Administración de proyectos

*Proyecto: “Esfuerzo temporal que se lleva a cabo para crear un producto, servicio o resultado único”*

La definición básica de proyecto puede leerse obvia y sencilla, sin embargo las implicaciones de fondo resultan trascendentes pues determinan la manera en cómo se va a realizar el trabajo, de manera inductiva se pueden extraer las siguientes características:

- a) Un proyecto es un esfuerzo temporal. En el argot de la administración de proyectos es habitual el uso del concepto “*Scope Creep*”<sup>3</sup> y se refiere cuando a un proyecto se le van agregando tantas características adicionales al producto que el proyecto simplemente se sale de control. De esa manera no es raro encontrar proyectos “infinitos”. Por lo tanto es importante recalcar que el tiempo es el primer indicador efectivo del éxito de un proyecto, tener la capacidad de cumplir con una fecha de inicio y sobre todo una fecha de final de proyecto es indispensable si se quiere tener un proyecto exitoso.
- b) Un proyecto debe de entregar un producto único. Imagine que se le solicita la fabricación de un producto que no tiene características bien definidas, ¿cómo se podría medir la efectividad de un proyecto que no cuenta con métricas establecidas? Como se puede revisar en cualquier literatura de calidad, es indispensable para poder control un proyecto contar con un alto nivel de especificaciones, tanto técnicas como administrativas, incluso antes de realizar cualquier tipo de medición.

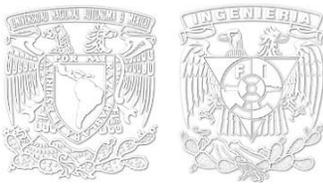
La administración de proyectos entonces se puede entender como el conjunto de técnicas administrativas y organizacionales que aumentan la probabilidad de éxito de un proyecto.

Ahora, ¿Qué diferencia a un proyecto exitoso de uno que no lo es?, si bien los parámetros que definen la aceptación o rechazo de un proyecto son propios y distintos para cada proyecto, existen ciertos parámetros que se encuentran presentes en todos los proyectos: e tiempo, el alcance y el costo. Estos tres conceptos a su vez generan un nivel de calidad que resulta en un cliente satisfecho o uno insatisfecho.

Desde el punto de vista económico sólo hay una posibilidad para lograr el éxito sostenible en una empresa: “Mantener satisfechos a los clientes” y esto solo se logrará si podemos garantizar que los proyectos se logren en tiempo y forma, con la calidad acordada con los clientes.

---

<sup>3</sup> Project Management Institute. (2013). *A Guide to the Project Management Body of Knowledge*. E.E.U.U. Project Management Institute, Inc. Pág. 562



Desde el punto de vista organizacional, la salud mental de todos los interesados en un proyecto se logra con proyectos sanos, que generen acuerdos, que mantengan un nivel alto de comunicación efectiva y que planteen un cronograma lógico con objetivos realistas.

Finalmente cabe mencionar que la administración de proyectos es un conjunto de técnicas conocimientos que se encuentran siempre en actualización, por ejemplo con la utilización de nuevas tecnologías de la información; pero sobre todo se trata de un disciplina que debe ser ejercida con flexibilidad y creatividad suficientes para poder identificar los clave de cada proyecto y contar con el tiempo de respuesta necesario que el éxito de cada proyecto exige.

### 1.1.1 Semblanza administración de proyectos

Aunque los proyectos han existido desde el inicio de la humanidad, el concepto moderno surge a finales de los 60's como parte de la nueva ola de técnicas para eficientar de manera científica las empresas, así pues, la administración de proyectos está muy ligada con conceptos como el 6Sigma, Lean manufacturing, Kaisen, etc.

Actualmente existen certificaciones para profesionistas que se dedican de tiempo completo a la administración de proyectos y dentro de las certificaciones existen varias ramas especialidad como la administración de programas, administración de proyectos tradicionales y administración de proyectos ágiles.

Aunque es importante tener un conocimiento general de todas las metodologías para poder seleccionar la que mejor se adapte a las necesidades particulares de cada proyecto y organización, podemos hacer algunas generalizaciones que pueden describir los aspectos principales de la administración de proyectos.

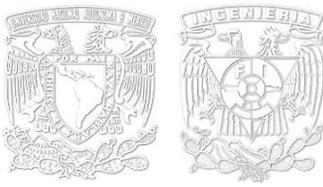
- a) Los proyectos deben ser esfuerzos alineados al plan estratégico de una organización
- b) Todos los proyectos parten del supuesto de contar con recursos limitados, por que la optimización siempre va a ser necesaria
- c) Las restricciones generales de un proyecto son: tiempo, alcance, costo y calidad.
- d) La administración de proyectos propone una estructura general para mejorar las posibilidades de éxito de un proyecto, pero siempre va a recomendar apoyarse en herramientas multidisciplinarias como calidad, estructura organizacional o contabilidad entre muchas otras.

Finalmente cabe remarcar que el rol de un administrador de proyectos (AP) debería estar centrado en actividades de comunicación (hasta el 80% del tiempo); y que las mejores prácticas de la administración de proyectos proponen que el AP ni siquiera forme parte de la operación del proyecto, no significando eso que no esté al pendiente de la misma.

En la vida profesional real, el hecho de que un administrador de proyectos se desligue tanto de la operación para centrarse en actividades de comunicación, puede resultar difícil de concebir sin embargo grupos consultores como *The Standish Group International* sostienen que el 86% de factores de éxito de un proyecto recaen en habilidades humanas como se muestra en la siguiente tabla<sup>4</sup>:

Project Success Factors	% of Responses
1. User Involvement	15.9%
2. Executive Management Support	13.9%
3. Clear Statement of Requirements	13.0%
4. Proper Planning	9.6%
5. Realistic Expectations	8.2%
6. Smaller Project Milestones	7.7%
7. Competent Staff	7.2%
8. Ownership	5.3%
9. Clear Vision & Objectives	2.9%
10. Hard-Working, Focused Staff	2.4%
Other	13.9%

<sup>4</sup> The Standish Group International Inc. 2013



Entendiendo que para lograr el éxito se depende primordialmente de las personas, logramos justificar que la labor principal de la administración de proyectos orquestar al engranaje humano, después de todo, el recurso más valioso de cualquier organización no es el tiempo ni el dinero, sino las personas.

### 1.1.2 Proyectos tradicionales vs. proyectos ágiles

La administración de proyectos se generó como una especialización de la ingeniería de construcción y se encuentra en evolución permanentemente. Como se había mencionado anteriormente, existen varias especializaciones, como la administración de portafolios y programas, analistas de cronogramas y riesgos entre algunas otras. Una de las especializaciones más populares que se han creado es la utilización de tecnologías llamadas ágiles.

Aunque los promotores de las metodologías ágiles defienden que surgieron como una respuesta a las deficiencias de la administración de proyectos tradicional, la realidad es que se trata de una especialización que puede ser utilizada únicamente en proyectos con características muy particulares. De manera muy simplista se podría generalizar que las metodologías ágiles responden bien con proyectos con duración menor a tres meses y para proyectos más largos deberían emplearse métodos tradicionales.

La administración de proyectos tradicional trabaja con un sistema que se conoce como “*cascada*”<sup>5</sup> en donde generalmente una etapa se inicia hasta haberse terminado la última, mientras que los métodos ágiles trabajan ciclos de vida “evolutivos” o en “espiral”, presentan entregables en “*sprints*” y funcionan más bien como un proceso iterativo que se repite constantemente.

Aunque de manera general comparten el mismo objetivo, existen tres grandes rubros en los que podrían encontrarse diferencias sistemáticas:

#### 1) Planeación

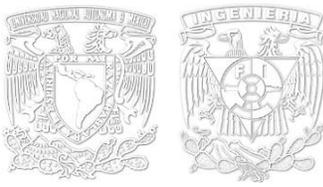
En la metodología tradicional se observa que más del 50% de los procesos propuestos pertenecen al rubro de la planeación, y se promueve que la ejecución del trabajo no se comienza hasta haberse detallado ampliamente la planeación.

Los sistemas ágiles minimizan las labores de planeación y buscan que los primeros resultados entregables estén listos aún sin haber detallado el plan de trabajo.

#### 2) Comunicación

Puede sonar muy sencillo pero el estilo de comunicación en una oficina de proyectos resulta crucial para el éxito de los mismos. Mientras en los proyectos largos se favorece la comunicación formal y escrita, en las metodologías ágiles se prefiere la comunicación oral. Esto no significa que sean exclusivas, sin embargo ágil, evitando la mayor cantidad de trabajo considera al “papeleo” una carga extra, al mismo tiempo que las metodologías tradicionales alientan a que mantener un repositorio de documentación constante y abierta al equipo de trabajo para que la información adquiera formalidad.

<sup>5</sup> Rivera Martínez F. (2010). *Administración de proyectos, guía para el aprendizaje*. México: Pearson Education. Pág. 59



### 3) Aceptación al cambio

Los cambios será siempre parte de todos los proyectos debido a la incapacidad de controlar todos los factores, pero el metodologías tradicionales procuran preverlos y evitarlos pues generalmente resultan costos, mientras las aplicaciones ágiles los aceptan de mejor manera pues también son una manera de enriquecer el trabajo y asegurarse de que el cliente resulte satisfecho al final de proyecto, aun cuando sus requerimientos hayan cambiado respecto al inicio del proyecto.

## 1.1.3 Metodología para la administración de proyectos del PMI

Como se mencionó anteriormente, los proyectos siempre parten de un supuesto de contar con recursos limitados. Por lo que la optimización siempre va a ser requerida.

En un aspecto general, la optimización suena obvia y simplista, desde el punto de vista contable se podría caer en el error de pensar que la optimización de recursos se limitaría a ahorrar dinero, “comprar barato y vender caro”. Sin embargo en el enfoque de proyectos, la optimización se refiere a que la forma de llevar cada tarea se haga de la manera más eficientemente posible; en un contexto de producción industrial, ésta labor incluye tareas nada sencillas como administrar la calidad, los costos, el tiempo y por supuesto la más compleja: los recursos humanos.

Como una respuesta a la necesidad de optimización, científica y sistemática, surgen las metodologías para la administración de proyectos.

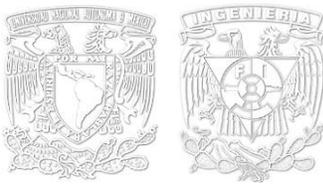
Existen muchos organismos que proponen sus propios esquemas para resolver la problemática, todos presentan ventajas y desventajas, así como todos presentan sus órganos certificadores de profesionales dedicados a la administración de proyectos; pero elegir cuál es la mejor, termina siendo una cuestión de preferencia personal sobre cual es la metodología que mejor conviene así como una mirada al mercado laboral y observar cuál es la tecnología que está en boga en ese momento específico.

Algunas de las metodologías más utilizadas actualmente son las del Project Management Institute, PRojects In Controlled Environments 2 (PRINCE 2), Internacional Project Management Association, ISO 21500

Para la realización de éste trabajo se selección la norma del PMI simplemente por que es la primera con la que se tuvo oportunidad de trabajar. Sus procesos son muy específicos y las áreas de conocimiento permiten identificar muy fácilmente cuales son los puntos clave en cada proceso. Su principal desventaja (particularmente frente al PRINCE 2) es que no cuenta con formatos de proyecto que agilicen el vaciado de información.

La norma de administración de proyectos del PMI se encuentra en el libro: Project Management Body of Knowledge. Actualmente se encuentra en su 5ª edición.

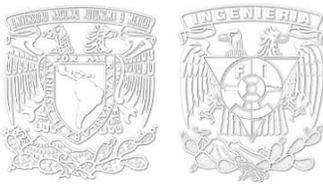
Consta de 47 procesos que de manera general su pueden realizar consecutivamente. Cada proceso se puede clasificar en uno de cinco grupos distintos que indican la fase en la que se encuentra el proyecto y a su vez en una de diez áreas de conocimiento específico. A continuación se presenta la tabla de todos los procesos en donde se observa como todos pertenecen a un grupo y a un área de conocimiento distinta:



**Table 3-1. Project Management Process Group and Knowledge Area Mapping**

Knowledge Areas	Project Management Process Groups				
	Initiating Process Group	Planning Process Group	Executing Process Group	Monitoring and Controlling Process Group	Closing Process Group
<b>4. Project Integration Management</b>	4.1 Develop Project Charter	4.2 Develop Project Management Plan	4.3 Direct and Manage Project Work	4.4 Monitor and Control Project Work 4.5 Perform Integrated Change Control	4.6 Close Project or Phase
<b>5. Project Scope Management</b>		5.1 Plan Scope Management 5.2 Collect Requirements 5.3 Define Scope 5.4 Create WBS		5.5 Validate Scope 5.6 Control Scope	
<b>6. Project Time Management</b>		6.1 Plan Schedule Management 6.2 Define Activities 6.3 Sequence Activities 6.4 Estimate Activity Resources 6.5 Estimate Activity Durations 6.6 Develop Schedule		6.7 Control Schedule	
<b>7. Project Cost Management</b>		7.1 Plan Cost Management 7.2 Estimate Costs 7.3 Determine Budget		7.4 Control Costs	
<b>8. Project Quality Management</b>		8.1 Plan Quality Management	8.2 Perform Quality Assurance	8.3 Control Quality	
<b>9. Project Human Resource Management</b>		9.1 Plan Human Resource Management	9.2 Acquire Project Team 9.3 Develop Project Team 9.4 Manage Project Team		
<b>10. Project Communications Management</b>		10.1 Plan Communications Management	10.2 Manage Communications	10.3 Control Communications	
<b>11. Project Risk Management</b>		11.1 Plan Risk Management 11.2 Identify Risks 11.3 Perform Qualitative Risk Analysis 11.4 Perform Quantitative Risk Analysis 11.5 Plan Risk Responses		11.6 Control Risks	
<b>12. Project Procurement Management</b>		12.1 Plan Procurement Management	12.2 Conduct Procurements	12.3 Control Procurements	12.4 Close Procurements
<b>13. Project Stakeholder Management</b>	13.1 Identify Stakeholders	13.2 Plan Stakeholder Management	13.3 Manage Stakeholder Engagement	13.4 Control Stakeholder Engagement	

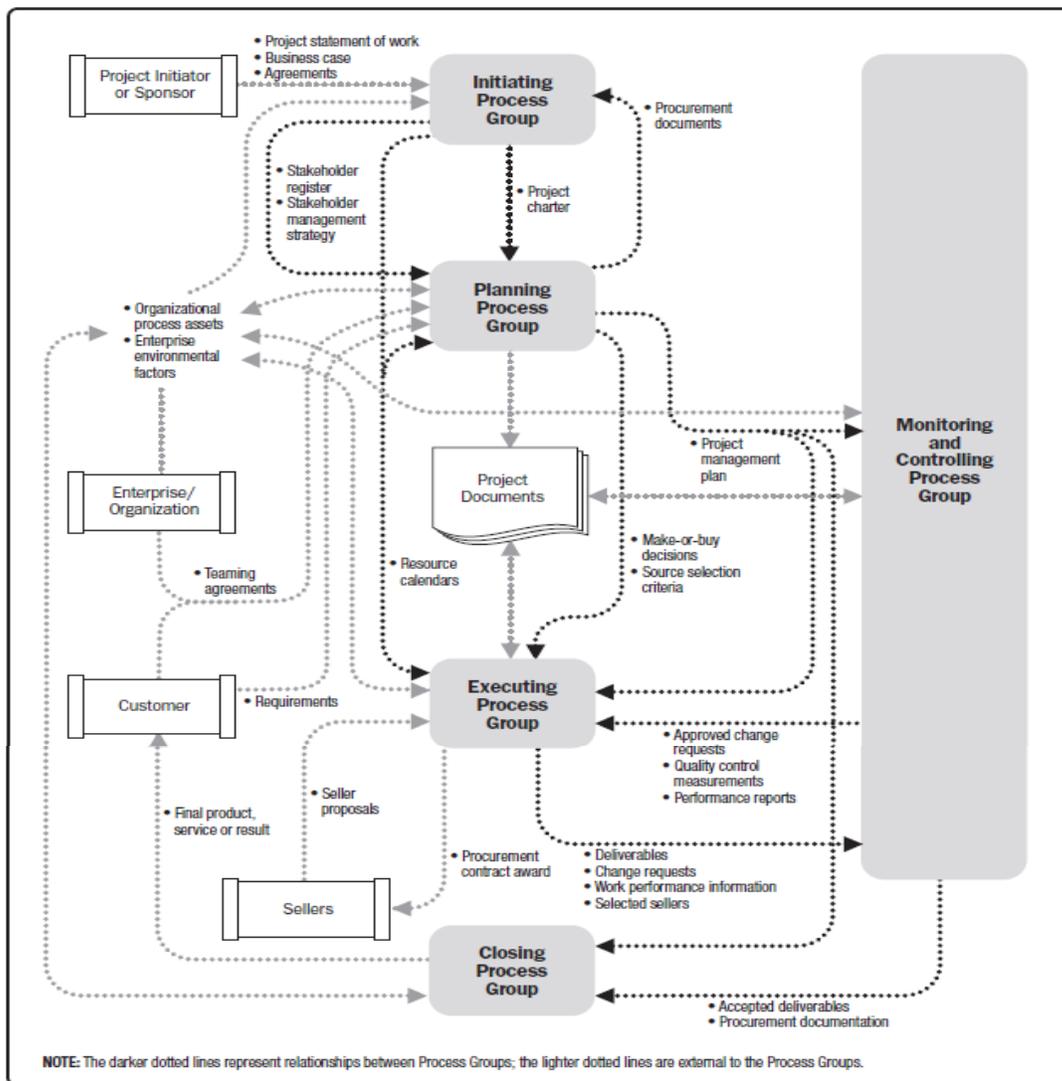
<sup>6</sup> Project Management Institute. (2013). *A Guide to the Project Management Body of Knowledge*. E.U.A.: Project Management Institute, Inc.



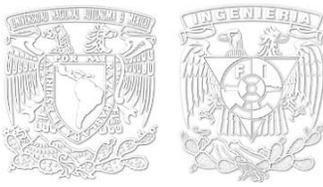
### 1.1.3.1 Los grupos de procesos

Las categorías de grupos de procesos se refieren a las etapas ó fases en las que se encuentra el proyecto. Tienen una secuencia cronológica y en general se realizan una después de otra, excepto el de monitoreo y control que se realiza paralelamente durante todo el proyecto. Las interacción entre los grupos de procesos pueden ser complejas pero es sólo por que, con el la vida práctica, existen muchas interconexiones.

El siguiente diagrama propone las interacciones entre los grupos de proceso, está tomado directamente del PMBoK<sup>7</sup>:



<sup>7</sup> Project Management Institute. (2013). *A Guide to the Project Management Body of Knowledge*. E.E.U.U. Project Management Institute, Inc. Pág. 53



## Grupo de inicio

Son procesos que se utilizan para definir el proyecto y sus fases. Su principal función es conseguir autorización para iniciar formalmente el proyecto; se contemplan el alcance inicial y los recursos pre-aprobados, se determina quiénes serán los principales interesados en el proyecto.

Aunque el equipo del proyecto ayuda con la redacción de éstos documentos, la generalidad indica que la información se obtiene de fuentes externas a los integrantes del proyecto.

El principal objetivo de éste grupo de procesos es que todos los interesados puedan observar las características del proyecto para que sus expectativas se puedan lograr.

## Grupo de planeación

Son procesos que se utilizan para delimitar detalladamente el alcance del trabajo, definir objetivos específicos y cual deberá ser el curso de acción para lograrlos.

Durante ésta fase se generan todos los documentos que se utilizarán para documentar y ejecutar el trabajo y debe estar listo antes de que termine la fase; sin embargo la complejidad de algunos proyectos requiere que se realicen iteraciones constantes para revisar la documentación que se generó.

La función principal de los procesos de planeación es determinar las tácticas y estrategias para completar exitosamente el trabajo. Si se administra adecuadamente es más fácil obtener el compromiso de los interesados.

## Grupo de ejecución

Estos procesos están directamente relacionados con las actividades que se necesitan hacer para poder completar el trabajo.

Su éxito está directamente relacionado con la calidad de los procesos de planeación; sin embargo no debe de olvidarse que en éste punto el factor humano se vuelve crítico pues son los responsables directos de que el trabajo se haga. De manera general se puede decir que es más probable que una buena planeación derive en una buena ejecución de trabajo; sin embargo una mala administración del factor humano, seguramente derivará en una pobre ejecución de trabajo, aunque la planeación haya sido la mejor.

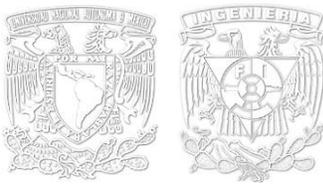
Durante ésta fase también resulta crítica la administración de cambios y el monitoreo de calidad, pues es también la fase más cara en la utilización de recursos.

## Grupo de monitoreo y control

Éstos son los procesos encargados de vigilar el progreso y desempeño del proyecto, identificar cambios requeridos. Para lograrlo se deben realizar de manera constante y sistemáticas.

Los resultados de éste grupo de procesos deberían integrarse a las lecciones aprendidas de una empresa, pues reflejan todas las situaciones que no habían sido posibles de planear y que sin embargo sucedieron. Y si todavía es posible modificar los documentos generados durante la fase de planeación.

De manera general se puede decir que son los procesos que indican el estado de salud de un proyecto



## Grupo de cierre

Este grupo se utiliza para concluir formalmente todas las actividades de un proyecto (o fase).

El grupo más corto pero también el más representativo del éxito o fracaso de un proyecto por que refleja la aceptación del mismo, refleja el impacto económico del proyecto en la empresa, actualiza la experiencia de la empresa y libera recursos para ser utilizados en otros proyectos.

El PMI, utiliza de manera genérica una metodología que se denomina “en cascada” para la realización de los proyectos que se caracteriza por terminar una fase del proyecto antes de iniciar la siguiente.

Así surge la clasificación de los grupos de procesos: inicio, planeación, ejecución, monitoreo y control, y cierre. Sin embargo adicionalmente a ésta clasificación cronológica a veces es conveniente agregar una clasificación adicional que permita identificar los objetivos de cada proceso de una manera concreta y enfocar los resultados según el campo teórico de aplicación.

Por ésta razón, cruzada con la clasificación por grupos de proceso, los procesos también se pueden clasificar por áreas de conocimiento. La principal diferencia de estas categorías es que no se agrupan de manera secuencial sino por campo de conocimiento.

### 1.1.3.2 Las áreas de conocimiento

Un área de conocimiento representa un grupo completo de conceptos, terminología y actividades de un campo profesional.

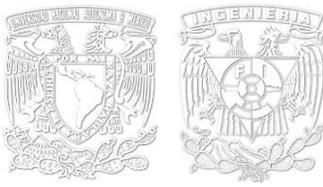
Probablemente la fortaleza teórica más grande del administrador de proyectos, así como el ingeniero industrial, es que tiene como obligación contar con un bagaje general de todas las áreas de conocimiento.<sup>8</sup>

A continuación se enlistan las 10 áreas de conocimiento reconocidas por el PMI. Cabe señalar que la décima, traducida como la “administración de los interesados” ha sido recientemente incorporada como área de conocimiento y por lo tanto es la menos desarrollada en comparación con las demás.

1. Administración de la Integración del Proyecto
2. Administración del Alcance
3. Administración del Tiempo
4. Administración del Costo
5. Administración de la Calidad
6. Administración de los Recursos Humanos
7. Administración de Comunicaciones
8. Administración del Riesgo
9. Administración de las Adquisiciones
10. Administración de los interesados (stakeholders)

---

<sup>8</sup> Project Management Institute. (2013). *A Guide to the Project Management Body of Knowledge*. E.E.U.U. Project Management Institute, Inc. Pág. 60



Nuevamente imagine que tuviera recursos ilimitados, ¿cómo sería el proceso de planeación del trabajo si tuviera a los siguientes especialistas aportando ideas y conocimiento en su mesa?:

Un especialista en investigación de operaciones mapeando las interacciones entre todos sus procesos, un 6Sigma Black Belt supervisando los requisitos de aceptación de calidad, un experto en manejo de recursos humanos, uno en administración de comunicación y tecnologías de información, un analista de riesgos, un experto en adquisiciones y un encargado especialista de las relaciones públicas.

Aunque resulta alejado de la práctica real, podría sonar lógico contar con un especialista para cada área de conocimiento que aporten conocimientos a la planificación del trabajo desde todos los ángulos, establecer metas e indicadores significativos y relevantes, proponer líneas de acción para el trabajo, identificar trabas inherentes de cada proceso y pre visualizar cuales pueden ser las acciones correctivas en caso necesario.

### 1.1.3.3 Procesos en la administración de proyectos

Los procesos son las células de trabajo reconocibles en un proyecto. Cuentan con una definición propia y diferenciada, herramientas y técnicas recomendadas para realizar el trabajo, entradas y salidas específicas<sup>9</sup>.

Ejemplo:

**Desarrollar el acta de constitución del proyecto (Project charter):** Proceso que consiste en elaborar un documento que autoriza formalmente la existencia del mismo.

Entradas	Herramientas y técnicas	Salidas
1: Enunciado del trabajo del proyecto 2. Caso de negocio 3. Acuerdos 4. Factores ambientales de la empresa 5. Activos de los procesos	1. Juicio de expertos 2. Técnicas de facilitación	1. Acta de constitución del proyecto

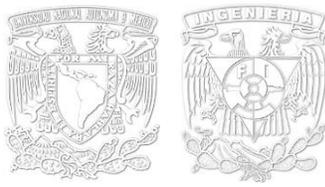
De manera ideal se llevan a cabo secuencialmente haciendo particular énfasis en que la metodología tradicional propone terminar al 100% los procesos de planeación antes de iniciar la ejecución del trabajo.

Cabe hacer la aclaración que aunque la mejor práctica señala que todos los proyectos deberían realizar todos, los 47 procesos, en la realidad se debe aplicar el criterio experto para identificar si se pueden eliminar algunos o se deben incluir procesos adicionales según las exigencias de cada proyecto.

Podemos detallar y enfatizar que al hablar de eliminar procesos no debe hacerse de manera arbitraria, sino que debe ser resultado de un análisis controlado. Los dos conceptos que permiten la supresión de actividades son el *fast tracking* y el *crashing*.

- a) *Crashing* Una empresa realiza proyectos individuales pero todos se realizan para el mismo cliente, el procesos de identificación de interesados resulta igual en cada proyecto. En ese caso la empresa puede convertir su lista de interesados en un activo institucional, y someter el

<sup>9</sup> Project Management Institute. (2013). *A Guide to the Project Management Body of Knowledge*. E.E.U.U. Project Management Institute, Inc. Pág. 47

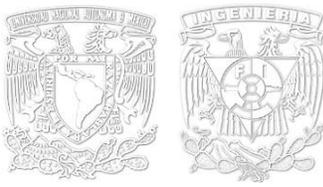


documento a revisión periódica o sólo cuando existan cambios. Una vez formalizado el cambio, el proyecto puede prescindir de ese proyecto.

- b) *Fast tracking* Incluir actividades de control al mismo tiempo que se realiza la operación es una manera de ahorrar tiempo, por ejemplo, en la planeación puede especificarse que el control de las adquisiciones se realice a la par de las adquisiciones. La actividad no se suprime pero una actividad de control se realiza como de ejecución.

Finalmente se van a enlistar los 47 procesos que en el marco del PMI se reconocen como estructura general del proyecto.

Project charter	Integración	Plan de recursos humanos	Recursos humanos	Monitorear y controlar el trabajo	Integración
Identificar interesados	Interesados	Plan de comunicación	Comunicación	Control integrado de cambios	Integración
Plan de administración	Integración	Plan de riesgo	Riesgo	Validar alcance	Alcance
Plan del alcance	Alcance	Identificar riesgos	Riesgo	Controlar el alcance	Alcance
Requerimientos	Alcance	Análisis cualitativo	Riesgo	Controlar cronograma	Tiempo
Definir el alcance	Alcance	Análisis cuantitativo	Riesgo	Controlar costos	Costo
Crear EDT (WBS)	Alcance	Plan de respuesta al riesgo	Riesgo	Control de calidad	Calidad
Plan de cronograma	Tiempo	Plan de adquisiciones	Adquisiciones	Control de comunicación	Comunicación
Definir actividades	Tiempo	Plan de administración interesados	Interesados	Control de riesgos	Riesgo
Secuenciar actividades	Tiempo	Dirigir el trabajo	Integración	Control de adquisiciones	Adquisiciones
Estimar recursos	Tiempo	Aseguramiento de calidad	Calidad	Control de involucramiento de interesados	Interesados
Estimar duración de actividades	Tiempo	Juntar equipo de trabajo	Recursos humanos	Cerrar proyecto o fase	Integración
Desarrollar Cronograma	Tiempo	Desarrollar equipo	Recursos humanos	Cerrar adquisiciones	Adquisiciones
Plan de costos	Costo	Administrar equipo	Recursos humanos		
Estimar costos	Costo	Administrar comunicación	Comunicación		
Determinar presupuesto	Costo	Conducir adquisiciones	Adquisiciones		
Plan de calidad	Calidad	Administrar involucramiento de interesados	Interesados		



## 1.2 Diseño del producto

Actualmente se han desarrollado muchas metodologías para el diseño y desarrollo de productos nuevos. Así como las distintas metodologías de administración de proyectos, las metodologías de diseño resultan al final una elección personal e institucional, en donde es más importante la manera en como los diseñadores trabajan y como se establecen los objetivos institucionales.

Por ejemplo si se selecciona un método cuya principal finalidad sea romper paradigmas y lograr innovación total, es difícil que se complemente con un proceso orientado a la satisfacción de una necesidad específica y bien diferenciada.

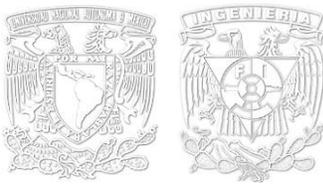
Una de las últimas corrientes de diseño es la que trata de abarcar la mayor cantidad de aspectos de un producto, desde su concepción, su producción, su desecho, así como la investigación para nuevos desarrollos.

A ésta metodología se le llama **ciclo de vida del producto** y es la que han adoptado gigantes de manufactura como Siemens<sup>10</sup> con software integrados conocidos como PLM'S (Product Lifecycle Management). A continuación se observa un diagrama característico del ciclo de vida de un producto<sup>11</sup>:



<sup>10</sup> [http://www.plm.automation.siemens.com/es\\_mx/plm/index.shtml](http://www.plm.automation.siemens.com/es_mx/plm/index.shtml)

<sup>11</sup> Borja Ramirez V. & Ramirez Reivich A. (2006). *Innovación del producto*. Cuadernos de gestión de tecnología, Premio nacional de tecnología, 45. 2014, De DGB UNAM Base de datos pág. 5



Como se observa en el diagrama anterior el procesos de diseño está enfocado a la manufactura controlada, pero difícilmente se puede compaginar con un proceso de innovación, por que está regida por parámetros de manufactura y fechas límite estrictas guiadas por metas centradas en la utilidad económica.

Por eso también son usuales los procesos de innovación, en donde el resultado no siempre el resultado es viable técnica, estética o económicamente, pero permite sentar precedentes para productos que no existen en el mercado.

Un ciclo de diseño para la innovación clásico es:



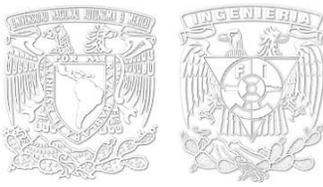
Este es un punto ideal para hablar sobre la importancia de la innovación, pues es el proceso que permite la mejora continua, el crecimiento de las empresas, optimización de recursos y posicionamiento de una marca en el mercado.

Podríamos decir que un corolario de un proceso de diseño enfocado a la innovación, también tendría que estar dirigido a sobrepasar las expectativas de los clientes y usuarios finales.

Sin embargo éste es el primer momento en que la administración de proyectos (que específicamente solicita no tratar de exceder expectativas) choca con el diseño del producto (que inherentemente pide exceder las expectativas de los clientes). Más adelante se trata de discernir ésta diferencia fundamental y fusionar las teorías para poder llegar a un proyecto exitoso.

### 1.2.1 Tipos de productos

Generalmente el tipo de producto a desarrollar determina su proceso de diseño, las etapas, su duración y los recursos requeridos varían directamente dependiendo de ellos. Las siguientes categorías no son mutuamente exclusivas:



- a) Productos originados por el mercado. (market pull)

La empresa diseña a la solicitud de sus clientes o los lanzamientos de sus competidores.

- b) Productos originados por la tecnología (technology push)

La empresa adquirió una nueva tecnología y hace el diseño para explotarla con un producto comercial

- c) Productos basados en plataformas

Los productos son variantes de un componente.

- d) Productos determinados por su proceso de producción

Se diseñan al mismo tiempo que la línea de producción o buscan cubrir una capacidad instalada ociosa de una línea, generalmente están pensados para producciones de grandes volúmenes.

- e) Productos hechos bajo especificaciones del cliente

Proyectos hechos a la medida. Son una variante del *market pull* con la peculiaridad de que rara vez se diseñan para una producción grande.<sup>12</sup>

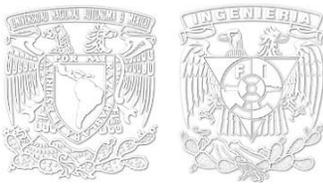
Para el caso particular de éste proyecto se solicita realizar un dispositivo que permita la sujeción segura de árboles de fundición en un proceso de corte con sierra cinta.

Evidentemente se trata de un proyecto de diseño hecho bajo especificaciones del cliente.

Se propone por lo tanto una metodología de siete pasos genéricos, sin embargo es importante señalar que los procesos de diseño deben ser adecuados siempre a las necesidades particulares de cada empresa, incluyendo procesos estandarizados y recursos pres aprobados.

---

<sup>12</sup> Borja Ramírez V. & Ramírez Reivich A. (2006). *Innovación del producto*. Cuadernos de gestión de tecnología, Premio nacional de tecnología, 45. 2014, De DGB UNAM Base de datos pág. 6

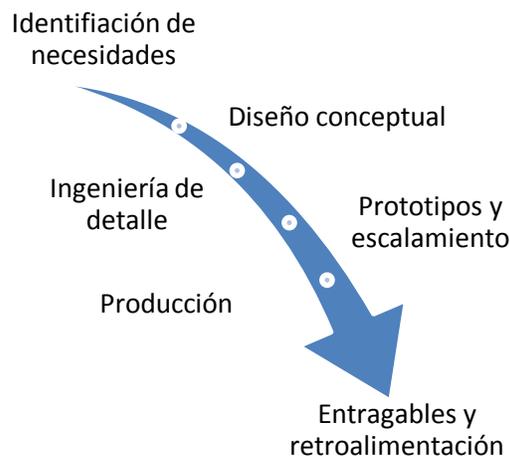


## 1.2.2 Metodología de diseño para la innovación

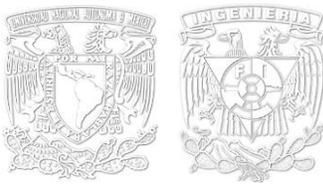
Como se mencionó anteriormente se selecciona una metodología que permita cumplir con los requerimientos del usuario, considerando las especificaciones del producto y los recursos con los que cuenta el proyecto.



En el siguiente diagrama se muestra como un proceso lineal la metodología<sup>13</sup> que se utilizó para diseñar el dispositivo de sujeción. Uno de los principales problemas es que en realidad se trata de un proceso iterativo, es decir que las relaciones entre los pasos no son necesariamente lineales. Por ése motivo es importante el uso de una metodología de administración del tiempo para que las etapas estén bien delimitadas y se puedan cumplir con todos los plazos de entrega.



<sup>13</sup> Borja Ramírez V. & Ramírez Reivich A. (2006). *Innovación del producto*. Cuadernos de gestión de tecnología, Premio nacional de tecnología, 45. 2014, De DGB UNAM Base de datos pág. 8



En la etapa de identificación de necesidades se establece cuales serán las prioridades del proyecto, se revisan los alcances y se revisan los requerimientos de aceptación.

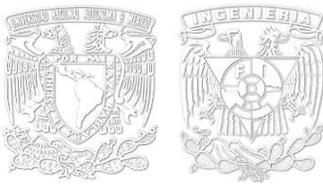
En el diseño conceptual se puede partir el proyecto en subsistemas que representen las funciones básicas que debe cumplir el producto. Es muy importante en ésta etapa separar las funciones básicas de aquellas que no lo son. Esto se logra alineado los subsistemas de función con los criterios de aceptación.

Posteriormente se eligen las ideas o conceptos que cumplirán con los criterios de aceptación y se proponen formas, proporciones y materiales.

La ingeniería de detalle, también conocida como ingeniería de materialización, se encarga de desarrollar las ideas que se seleccionaron en la etapa anterior y establecer los detalles como medidas finales, métodos de sujeción y métodos de manufactura. Si el presupuesto no ha sido considerado hasta éste momento es el último momento en que se puede revisar, si el presupuesto se excede es posible que se tenga que regresar a la etapa de concepto o rediseñar la ingeniería.

Prototipos y escalamiento es una etapa en donde se busca construir partes físicas que ayuden a comunicar las ideas de los diseñadores. Existen prototipos para mostrar tamaño, forma y proporción, prototipos funcionales que demuestran el comportamiento esperado del producto y prototipos de prueba que están pensados para que el usuario final utilice el producto antes de ser lanzado. Ésta última fase está íntimamente relacionada con la última fase.

Entregables y retroalimentación. Ésta fase tiene como principal funcionar garantizar que el usuario final esté satisfecho con el diseño del producto. Ayuda administrar el alcance del proyecto y garantiza que el usuario se sienta incluido en el proceso. Es muy importante entender que se debe evitar en la medida de lo posible que la retroalimentación se convierta en el diseño de un producto completamente nuevo.



# Capítulo 2

---

## Marco de referencia

### 2.1 Recursos y acuerdos pre aprobados

El presente proyecto tiene la particularidad de ser parte de un proyecto más grande. Como se mencionó en la introducción se ha desarrollado una relación entre la facultad de ingeniería, concretamente con el departamento de ingeniería industrial y la empresa de manufactura de material eléctrico CCH. El objetivo principal del proyecto era el de hacer un diagnóstico de la producción, realizar el balanceo de líneas, resolver algunos problemas de calidad y un proceso en el que se tenían accidentes incapacitantes.

Una vez que se lograron los primeros objetivos. Se solicitó al departamento la elaboración de un diseño que permitiera reducir a cero los accidentes que se habían tenido en la sierra cinta.

El cronograma original fue planteado para realizar todo el proceso de diseño del dispositivo de abril a julio de 2013 y el presupuesto iba a ser asignado directamente por la jefa del departamento.

La empresa CCH proporcionaría acceso a la planta al equipo, para analizar el proceso de corte y facilitar al equipo una muestra de los árboles de fundición más representativos. Éstos ya habían sido pre seleccionados por el equipo que realizó el balanceo de líneas.

La empresa CCH también solicitó una entrega parcial del sujetador para aprobar el concepto y realizar aportaciones según su experiencia.

Al final del proyecto se deberían entregar un prototipo conceptual (que demostrara los principios de diseño) y los planos con las especificaciones de manufactura para que la empresa fuera capaz de replicarla.

Todos los datos obtenidos de la empresa deberían ser tratados con confidencialidad.

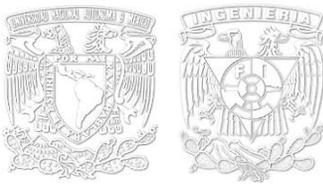
### 2.2 Criterios de aceptación del proyecto

El objetivo principal del diseño del producto deberá ser minimizar y prácticamente nulificar los riesgos de accidentes incapacitantes en el corte con sierra cinta. En los últimos tres años la empresa ha tenido más de 3 accidentes en los que operarios han perdido miembros de la mano.

Aunque la prioridad numero uno debe ser la seguridad, la implementación del dispositivo al proceso debe tener un bajo impacto sobre los tiempos en una línea que ya había sido balanceada con anterioridad.

El dispositivo debe ser fácil de desmontar y de adaptarse a los principales árboles de fundición.

El proyecto deberá ser entregado a tiempo.



## 2.3 Resultados del proceso de administración del proyecto

### Carpeta de proyecto

**Grupo de proceso:** Inicio

**Área de conocimiento:** Administración de la integración del proyecto

**Proceso:** 4.1 Desarrollo del acta de constitución del proyecto (Develop Project Charter)

**Definición del proceso:**

*Proceso que consiste en elaborar un documento que autoriza formalmente la existencia del mismo.*

**Justificación de la inclusión:** Se necesitaba un documento que definiera todo el proyecto y que incluyera lo que se conoce como línea base, en donde se define la tripe restricción: alcance, tiempo y costo

**Entregables del proceso:**

#### “Acta de constitución del proyecto (Project Charter)”

1. **Título**

#### **Diseño de dispositivo de sujeción para seguridad y protección del empleado en la operación de una Sierra Cinta**

2. **Descripción**

El proyecto consiste en desarrollar un dispositivo que permita sujetar árboles de fundición de condulets, para que el proceso de corte con sierra cinta se realice con completa seguridad, procurando afectar lo menos posible la operación de la cadena productiva de la empresa CCH.

3. **Nivel de Autoridad**

La directora del proyecto será la Maestra en Ingeniería Silvina Hernández. La responsable de entregar los reportes ejecutivos a la directora del proyecto será la ingeniera Diana Espinoza.

4. **Caso de negocio**

El proyecto se desarrolla por petición explícita del patrocinador del proyecto, bajo indicaciones del usuario final.

5. **Recursos pre-asignados**

Se cuentan con recurso económicos asignados en la negociación ejecutiva, se necesita disponer de un taller de mecanizado suficientemente equipado y un equipo de al menos tres ingenieros de diseño.

6. **Interesados (Stakeholders)**

Directora del proyecto: maestra Silvina Hernández

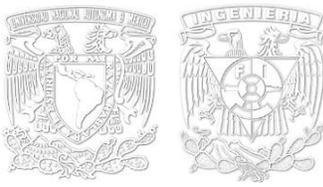
Responsable del equipo de diseño: Diana Espinoza

Administrador de proyecto: Fausto Batún

Sponsor, Jefe de seguridad industrial: Dr. Fausto Pérez CCH

Usuario final: Jefe de producción en la planta Iztapalapa CCH

Equipo de diseño UNAM



## 7. Requisitos de los interesados

El proyecto debe ser entregado respetando las fechas incluidas en el anexo de trabajo (ver anexos).

El dispositivo debe ser tan ligero como sea posible.

El dispositivo debe impactar tan poco como sea posible la los tiempos de la operación de corte con sierra cinta.

El presupuesto otorgado no se debe superar

## 8. Descripción del Producto/Entregable:

Se va a diseñar y construir un dispositivo que permita sujetar los árboles de fundición de los *condulets* de las líneas “L” y “T” de CCH

## 9. Objetivos del proyecto:

El objetivo principal del diseño del nuevo dispositivo será modificar la forma como se hace el proceso de tal manera que se minimice la posibilidad de que exista algún accidente que ponga en riesgo la seguridad del operador.

El objetivo secundario es que las modificaciones al proceso tengan muy bajo impacto en los tiempos de operación para que no se genere un cuello de botella en la misma.

## 10. Requisitos de aprobación del proyecto

El usuario final tendrá la última palabra sobre la aceptación del proyecto.

Después de la primera entrega, la directora del proyecto indicará las acciones correctivas para alinearse con los objetivos estratégicos del proyecto, en caso de que fueran necesarias.

## 11. Riesgos de alto nivel

Falta de cooperación y ambiente hostil por parte de los usuarios de CCH

Falta de coordinación entre el cronograma de manufactura y el de el suministro de recursos económicos, derivado de procesos burocráticos de la Universidad.

## 12. Cronograma

Ver anexo en la sección de propuesta de trabajo



## Administración de proyecto: “diseño de un dispositivo seguro para corte con sierra cinta”

Las mejores prácticas de AP aplicadas al proceso de diseño

### Resultados obtenidos:

El acta de constitución de proyecto determinó la línea base de todo el proyecto y sirvió como referencia en muchas ocasiones para modular los procesos de diseño, de manera muy específica se descartaron posibles diseños ya que éstos no se alienaban con el presupuesto o con el tiempo de entrega.

Además el documento sirvió para formalizar el comienzo del proyecto y que todos los interesados se sintieran mas comprometidos y seguros de los objetivos estratégicos del proyecto.



**Grupo de proceso:** Inicio

**Área de conocimiento:** Administración de los interesados

**Proceso:** 13.1 Identificación de los interesados

**Definición del proceso:**

Es el proceso de identificar gente, grupos u organizaciones que pueden impactar o ser impactadas por una decisión, actividad o resultado del proyecto.

**Justificación de la inclusión:**

Los interesados en el proyecto son todos los que resultan beneficiados o perjudicados por los resultados del proyecto. Muchas veces se suelen tomar en cuenta las consideraciones del patrocinador pero se dejan de lado las expectativas de los usuarios finales, sin darse cuenta de que el usuario es el que muchas veces valida la calidad de los entregables de proyecto.

En éste proyecto el patrocinador es el responsable de seguridad industrial de la planta, sin embargo el jefe de operaciones debe validar que el trabajo solicitado cumpla con las expectativas.

La identificación de todos los interesados resulta indispensable

**Entregables del proceso:**

Organigrama stakeholder CCH

Stakeholder del equipo de trabajo:

Identificador	Nombre	Nivel de autoridad	Nivel de involucramiento
2.1	M.I Silvina Hernández García	Alto	Alto
2.2	Diana Espinoza	Medio	Alto
2.3	Fausto Batún	Bajo	Alto
2.4	Mauricio Martínez	Bajo	Alto

Directorio de interesados

Identificador	Nombre	Correo electrónico	Teléfono
2.1	M.I Silvina Hernández García	*****	*****
2.2	Diana Espinoza	*****	*****
2.3	Fausto Batún	*****	*****
2.4	Mauricio Martínez	*****	*****

**Resultados obtenidos:**

Se generó una tabla de interesados en el proyecto, se le asignó un número de interesado a cada persona y se categorizó el nivel de influencia y de involucramiento.

De ésta manera en el plan de calidad se puede identificar claramente quienes son los propietarios de los criterios de aceptación, para que éstos sean administrados según el nivel de autoridad.

Tener a los interesados perfectamente bien identificados, permite al administrador de proyectos balancear los objetivos de cada interesado.

Generar un directorio puede resultar muy obvio pero en la práctica permitió que el flujo de la información fuera más eficiente.



**Grupo de proceso:** Planeación

**Área de conocimiento:** Administración de la integración

**Proceso:** 4.2 Desarrollar plan de administración del proyecto

**Definición del proceso:**

Proceso que consiste en definir, preparar y coordinar todos los planes subsidiarios.

**Justificación de la inclusión:**

La guía PMBOK® destina 24 de 47 procesos al grupo de planeación.

Igual que en cualquier auditoria de calidad, se espera que el administrador de proyectos establezca las acciones generales y particulares del proceder del equipo para que todo el equipo este informado de la manera en cómo se van a hacer las cosas.

Dedicar más de la mitad de los procesos al grupo de planeación no es solo un “guiño” sino un claro indicativo de que aunque la planeación no es un procesos que claramente añada valor al producto final, si se trata de lo pilares de todo proyecto.

Por lo tanto el proceso de planeación deberá estar incluido en las actividades del cronograma y dar las bases para la ejecución y control del trabajo.

La parte más importante será la congruencia entre lo escrito en los planes y lo ejecutado en el trabajo, de esa manera si las cosas salen bien, quedará documentado y si resultan en problemas, existirán los medios de trazabilidad mínima para identificar y corregir desviaciones.

**Entregables del proceso:**

Plan para la dirección del proyecto  
(Ver documento anexo)

El plan Incluye:

- Plan para la administración del alcance
- Plan para la administración del cronograma
- Plan para la administración del costo
- Plan para la administración de la calidad
- Plan para la administración de recursos humanos
- Plan para la administración de las comunicaciones
- Plan para la administración del riesgo
- Plan para la administración de las adquisiciones
- Plan para la administración de los interesados

**Resultados obtenidos:**

El plan para la dirección del proyecto resultó la línea guía durante todos los procesos de ejecución y control. Fue el marco de referencia para todas las evaluaciones. A ésta acción se le conoce en general como establecer líneas base de tiempo, alcance y costo



**Grupo de proceso:** Planeación

**Área de conocimiento:** Administración del alcance

**Proceso:** 5.1 Plan para la administración del alcance

**Definición del proceso:**

Es el proceso en el que se crea el plan para la administración del alcance. El documento describe la forma en la que el alcance será definido, validado y controlado

**Justificación de la inclusión:**

El alcance es la cantidad de trabajo que se va a entregar al cliente, incluye todos los criterios de aceptación que se hayan negociados durante la propuesta y contrato realizados antes de comenzar el proyecto.

El cliente siempre buscará que se le entregue la mayor cantidad de trabajo por el precio que pagó, pero si no se tiene un control sobre los criterios de aceptación negociados, existe la posibilidad de los requisitos sean interminables y que el proyecto se convierta en un “interminable”. De la misma manera una buena definición de la línea base del alcance se puede derivar en llevar un efectivo control de cambios y evitar que el cliente solicite cambios excesivos y de la misma manera hagan que las líneas base de costo y tiempo se vuelvan incumplible.

**Entregables del proceso:**

- Plan para la administración del alcance ( Ver sección correspondiente en el plan para la dirección del proyecto en documentos anexos)

**Resultados obtenidos:**

La línea base del alcance es la principal herramienta para que los objetivos del procesos de diseño se consiguieran en tiempo y forma.

A saber que es la sección en dónde se pone por escrito cuales son los criterios de aceptación del proyecto y permiten saber cual es la cantidad de trabajo que deberá llevarse a cabo para cumplir con los mismos, acotando el trabajo al mínimo necesario que cumpla con la calidad solicitada y acordada.



**Grupo de proceso:** Planeación

**Área de conocimiento:** Administración del alcance

**Proceso:** 5.2 Recolección de requerimientos

**Definición del proceso:**

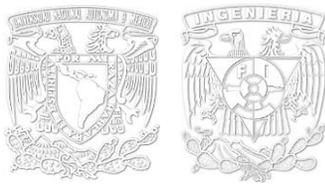
Recopilar requisitos es el proceso que consiste en definir y documentar las necesidades de los interesados a fin de cumplir con los objetivos del proyecto.

**Justificación de la inclusión:**

Recolectar los requisitos es el primer paso para garantizar que se cumplan con las expectativas de los clientes y el primer paso para establecer la trazabilidad en los procesos de calidad

**Entregables del proceso:**

Id Requisito	Id Stakeholder que solicita	Descripción	Id Propietario
REQ1		El dispositivo debe de minimizar el riesgo de que el operario sufra cualquier corte en las manos en la operación de corte con sierra cinta.	
REQ 2		El impacto en el tiempo de operación debe ser menor que el tiempo de espera para la siguiente operación (la operación no debe convertirse en un cuello de botella)	
REQ 3		El dispositivo debe ser fácilmente desmontable	
REQ 4		El dispositivo debe de alojar al menos las 10 piezas de mayor producción que previamente fueron identificadas.	
REQ 5		Se cuenta con un presupuesto de \$XXX,XXX.XX para lograr los objetivos del proyecto	
REQ 6		Se cuentan con 6 meses para la realización del proyecto.	
REQ 7		En la transferencia se deberá entregar un prototipo funcional que cumpla con las proporciones y los principios deseados en los requerimientos anteriores	
REQ 8		El visto bueno lo otorgará el jefe de operaciones de la planta	
REQ 9		Antes de las entregas al cliente los diseños y prototipos deberán ser validados por el jefe del departamento de diseño de la FI y sus recomendaciones deberán ser atendidas según las líneas base de alcance tiempo y costo	
REQ 10		Los prototipos deberán tener un escudo o logotipo que generen una identidad visual de la UNAM y de CCH.	



**Grupo de proceso:** Planeación

**Área de conocimiento:** Administración del alcance

**Proceso:** 5.4 Crear la Estructura De Trabajo (Work Breakdown Structure)

**Definición del proceso.**

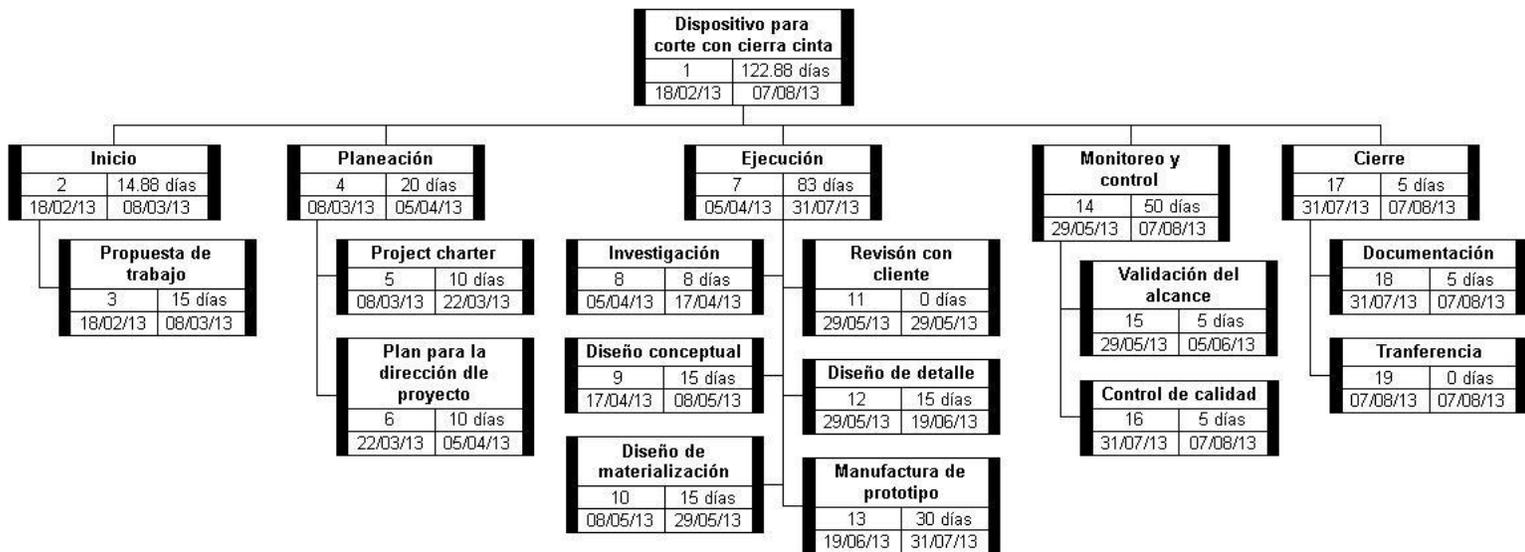
Crear la estructura de desglose del trabajo es el proceso que divide al proyecto en entregables del trabajo en partes más pequeñas y manejables.

**Justificación de la inclusión:**

El diagrama que se utiliza sirve para presentar a todos los interesados del proyecto una representación gráfica del trabajo y el alcance del proyecto.

**Entregables del proceso:**

Work Breakdown Structure del proyecto:



**Resultados obtenidos:**

El WBS resultó ser una muy valiosa herramienta para compartir visualmente la línea base del alcance.

De esta manera se sabe cuales son los paquetes de trabajo en los que está dividido del proyecto.

Como se realizó con el software WBS Chart pro, existe además la ventaja de importarlo directamente a MS Project y alimentar el cronograma con los paquetes de trabajo que se definieron en el alcance. Ese es el primer método de control de alcance y tiempo.



**Grupo de proceso:** Planeación  
**Área de conocimiento:** Administración del tiempo  
**Proceso:** 6.2 Definir actividades:  
**Definición del proceso:**

Proceso que consiste en identificar las acciones específicas a ser realizadas, para elaborar los entregables del proyecto.

**Justificación de la inclusión:**

Este proceso puede ser simple y repetitivo, sin embargo es importante que antes de comenzar con la ejecución del trabajo se tenga la lista clara de todas las actividades que se van a realizar para poder administrar el trabajo adecuadamente.

**Entregables del proceso:**

Lista de actividades e hitos (ver cronograma del proyecto)

El formato que deberá seguir en el reporte del proyecto será:

Identificador	Actividad	
Descripción		
Precedentes		
Subsecuentes		
Estimación de recursos		
Estimación de duración		

**Resultados obtenidos:**

Se enlistaron todas las actividades y se detallo su descripción lo Suficientemente como para que todos lo miembros del equipo entendieran perfectamente cual es la parte de trabajo que deberá ser generada para completar el entregable.



**Grupo de proceso:** Planeación  
**Área de conocimiento:** Administración del tiempo  
**Proceso:** 6.3 Secuenciar actividades  
**Definición del proceso:**

Secuenciar las actividades, es el proceso que consiste en identificar y documentar las relaciones entre las actividades del proyecto

**Justificación de la inclusión:**

El procesos se integra para lograr visualizar la ruta crítica del trabajo y establecer los controles correspondientes para monitorear el cronograma del proyecto.

**Entregables del proceso:**

Diagrama de ruta crítica (ver Ms Project del proyecto)

**Resultados obtenidos:**

Se estableció una ruta crítica que no permite holguras para poder cumplir con el criterio de aceptación del tiempo. Esto en la realidad implico que cada vez que existió un atraso se tuvo que realizar técnicas de fast tracking e incluso crashing.

**Grupo de proceso:** Planeación  
**Área de conocimiento:** Administración del tiempo  
**Proceso:** 6.4 Estimación de recursos de actividades  
**Definición del proceso:**

Proceso que consiste en estimar el tipo y la cantidad de materiales, personas, equipos o suministros requeridos para ejecutar cada actividad.

**Justificación de la inclusión:**

Es necesario realizar una estimación de los recursos humanos necesarios para poder establecer método de control de tiempo.

**Entregables del proceso:**

Lista de actividades actualizada con la estimaciones de recurso (ver Ms Project del proyecto)

**Grupo de proceso:** Planeación  
**Área de conocimiento:** Administración del tiempo  
**Proceso:** 6.5 Estimar la duración de las actividades  
**Definición del proceso:**

Proceso que consiste en establecer aproximadamente la cantidad de períodos de trabajo necesarios, para finalizar cada actividad con los recursos estimados

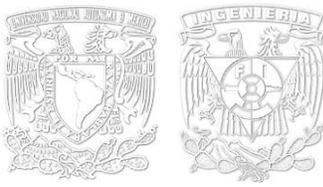
**Justificación de la inclusión:**

Es necesario realizar una estimación de los recursos humanos necesarios para poder establecer método de control de tiempo.

**Entregables del proceso:** Lista de actividades actualizada con la estimación de la duración de las actividades (ver MS Project del proyecto)

**Resultados obtenidos:**

Se utilizó el método paramétrico de estimación, una distribución triangular, que consiste es hacer un promedio de una estimación promedio, una pesimista y una optimista para tener un valor que no reste competitividad pero que tampoco se convierta un plazo incumplible.



**Grupo de proceso:** Planeación  
**Área de conocimiento:** Administración del tiempo  
**Proceso:** 6.6 Desarrollar el cronograma

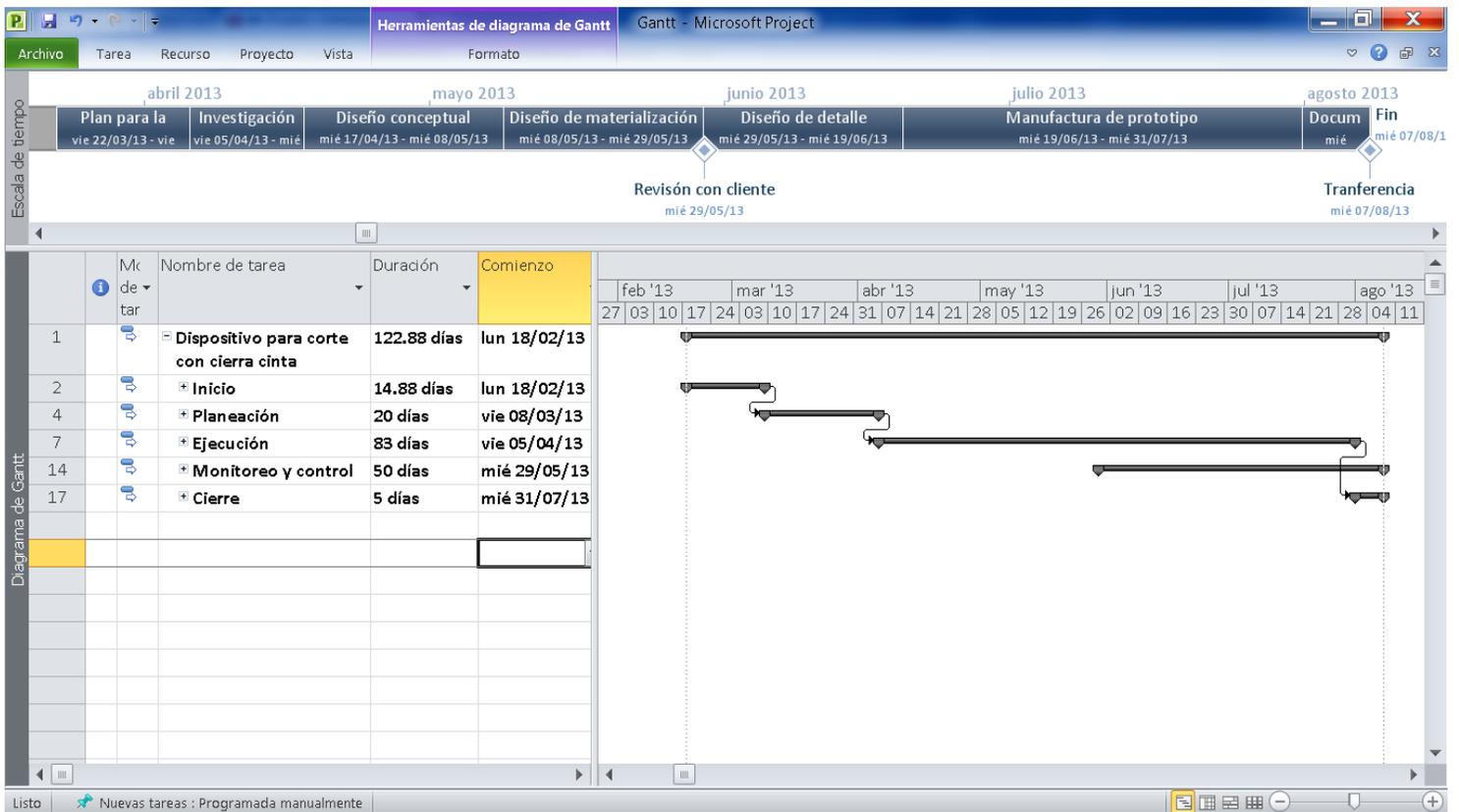
**Definición del proceso:**

Proceso que consiste en analizar el orden de las actividades, su duración, los requisitos de recursos y las restricciones para crear el cronograma del proyecto.

**Justificación de la inclusión:**

**Entregables del proceso:**

Ms Project del proyecto ver versión actualizada en el repositorio del proyecto en dropbox.







**Grupo de proceso:** Planeación

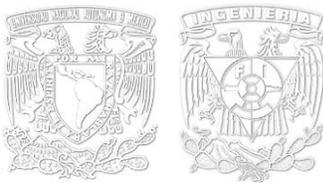
**Área de conocimiento:** Administración del riesgo

**Proceso:** 11.2 Identificación de riesgos

**Definición del proceso:**

Es el proceso de determinar cuales son los riesgos que pueden afectar el proyecto y documentarlos.

Identificador	Nombre	Impacto	Propuesta
1	Falta de fondos	Alta	Revisar continuamente el presupuesto para evitar errores en la estimación de los costos
2	Que el usuario encargado de aprobar el proyecto no esté de acuerdo con el concepto	Alta	Disminuir los costos de prototipo antes de la primera entrega y documentar las observaciones del usuario
3	Que el proyecto no se entregue a tiempo	Media	La jefatura revisará constantemente las fechas de entrega y negociará nuevos plazos en caso de ser necesarios
4	Que no exista una solución técnica	Baja	La dirección monitoreará constantemente los resultados para validarlos
5	Que el prototipo no cuente cumpla con las expectativas del usuario	Baja	El proyecto se replanteará de ser necesario para cumplir con las expectativas del jefe de manufactura



# Capítulo 3

---

## Resultados del proceso de diseño

**Grupo de proceso:** Ejecución

**Área de conocimiento:** Administración de la integración

**Proceso:** 4.3 Dirección y administración de la ejecución del proyecto

**Definición del proceso:**

Proceso para liderar la realización del trabajo definido en el plan para la dirección del proyecto e implementar los cambios aprobados, para cumplir con los objetivos del proyecto.

**Justificación de la inclusión:**

Realizar la dirección de los entregables del trabajo

**Entregables del proceso:**

Diseño y prototipo del dispositivo.

Resultados del Proceso:

### Diseño conceptual

En la etapa de diseño conceptual se partió el sistema en tres subsistemas que permitieran agrupar la ideas que se iban porponiendo en grupos funcionales.

De esta manera se establecieron 3 subsistemas:

- a) Sujeción este subsistema debería estar encargado de sujetar los árboles de fundición de tal manera que el operador alejara las manos de la sierra.
- b) Mando. El sistema de mando debería ser la interfaz entre el dispositivo y el usuario. Idealmente debería estar compeltamente fuera de riesgo.
- c) Posicionamiento. Este sistema debería estar encargado de brindar movilidad a todo el dispositivo y el la medida de lo posible imitar el movimiento que ya realiza el operador.

De esta manera se catalogan todos los requeriminetos del cliente y se detallan las características que debe tener cada sistema.

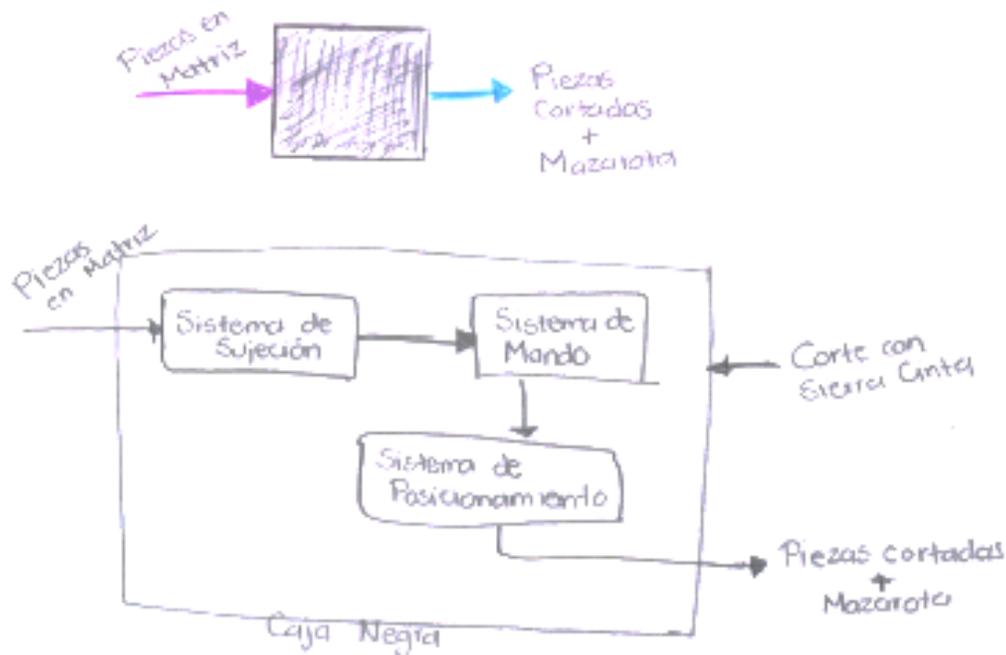
Nota: Adicionalmente existía un cuarto subsistema que servía para el desalojo de piezas. Pero se eliminó pues se consideró que no estaba incluido dentro del alcance del proyecto.



En la siguiente imagen se muestran los diagramas que se realizaron a mano con la caracterización de cada sistema:

## DISEÑO CONCEPTUAL

Diagrama de Caja Negra...



**Sistema de Sujeción:** Es el sistema que sujeta las piezas (matriz), este debe de mantenerlas estables, perfectamente fijas (para que se pueda realizar el corte) y además: debe ser capaz de adaptarse o permitir la sujeción de los 10 diferentes modelos de piezas

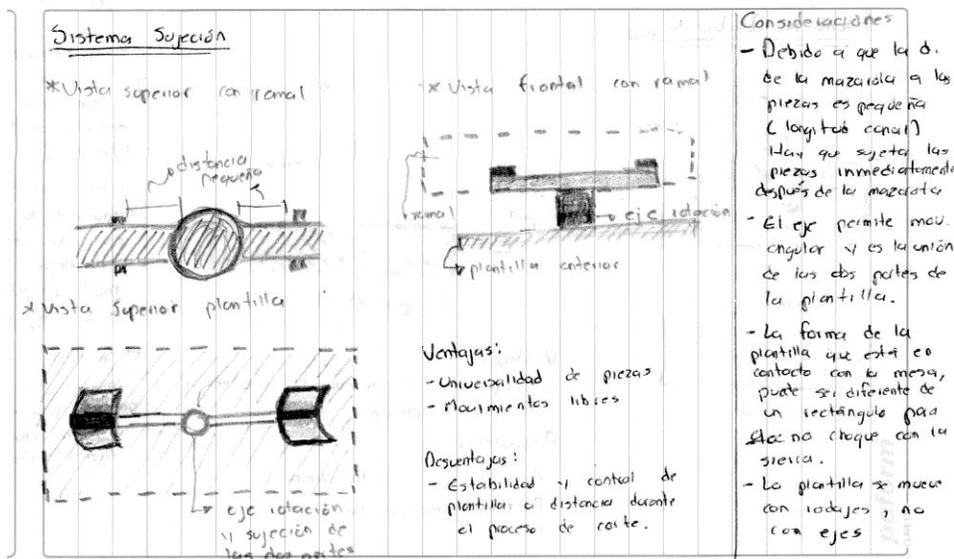
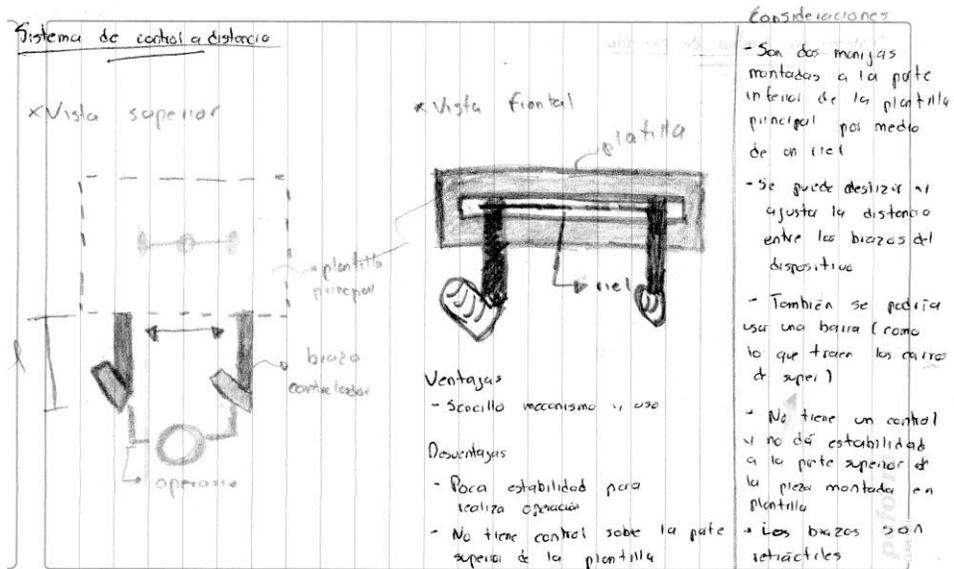
**Sistema de Mando:** Sistema por el cual el operario puede tomar el dispositivo para realizar el proceso de corte, el objetivo de este sistema es alejar las extremidades superiores del operador del área de corte.

**Sistema de Posicionamiento:** Sistema que permite posicionar la pieza a cortar ante la sierra cinta para que esta pueda ser removida de la mazarota. Para poder realizar el posicionamiento, el sistema debe permitir desplazamientos horizontal, vertical y angular.



Una vez que se hubo detallado cada subsistema se propusieron ideas muy específicas que pudieran resolver la función específica que se requería.

En las siguientes imágenes se muestran los bocetos de algunas de las propuestas que se hicieron para resolver cada subsistema. Aunque se solicitaba que las tres propuestas fueran compatibles entre si, en esta etapa también era válido que una idea que fuera independiente de los otros subsistemas puesto que era posible que fuera la mejor propuesta y los otros miembros del equipo podrían proponer los demás subsistemas en función del primero.





Al final de la etapa de diseño conceptual, se seleccionaron tres “conceptos” con base al estudio de ventajas y desventajas de cada propuesta. Las características que el equipo seleccionó con base en los requerimientos fueron las siguientes:

**Sujeción:**

Debe imitar el movimiento de “abrir/cerrar” de las manos.

Capaz de ejercer al menos la misma fuerza de sujeción que la mano humana.

No debe existir deslizamiento alguno del árbol de fundición.

**Mando:**

Evitar en la medida de lo posible la transmisión de vibraciones al usuario.

Alejar tanto como sea posible las manos del operador de la sierra cinta.

El movimiento de los brazos del operador debe ser transmitido con exactitud al punto donde se realice el corte.

**Posicionamiento:**

Mantener al mínimo el centro de gravedad de la pieza para minimizar el momento de giro del sistema.

Permitir el movimiento de las piezas en todas las direcciones y facilitar que el nuevo proceso sea muy similar al proceso anterior.

**Características generales del sistema:**

El conjunto debe ser de resistir el uso industrial.

Debe ser resistente al polvo.

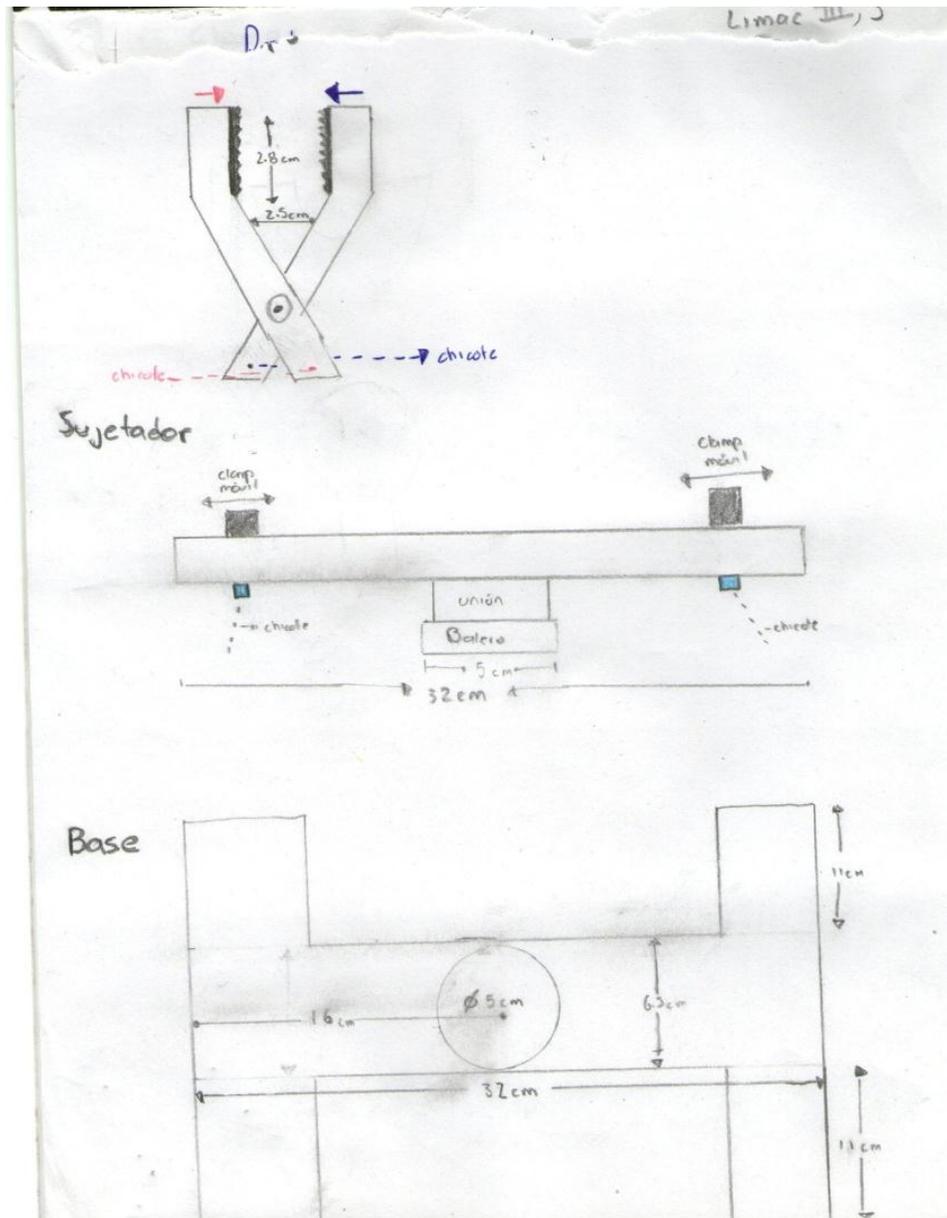
Debe tener una manufactura de fácil réplica y tener refacciones de fácil acceso.

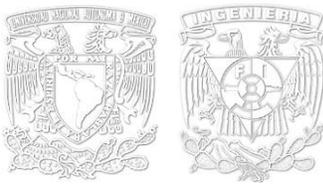


### Ingeniería de detalle

Una vez que se tuvieron claras las características que deseaban en cada sistema, se seleccionaron las ideas que se acoplaran más a la descripción y que pudieran ser acopladas entre ellas.

Como se observa en la siguiente imagen, se realizaron bocetos de las ideas aún sin dimensionar.





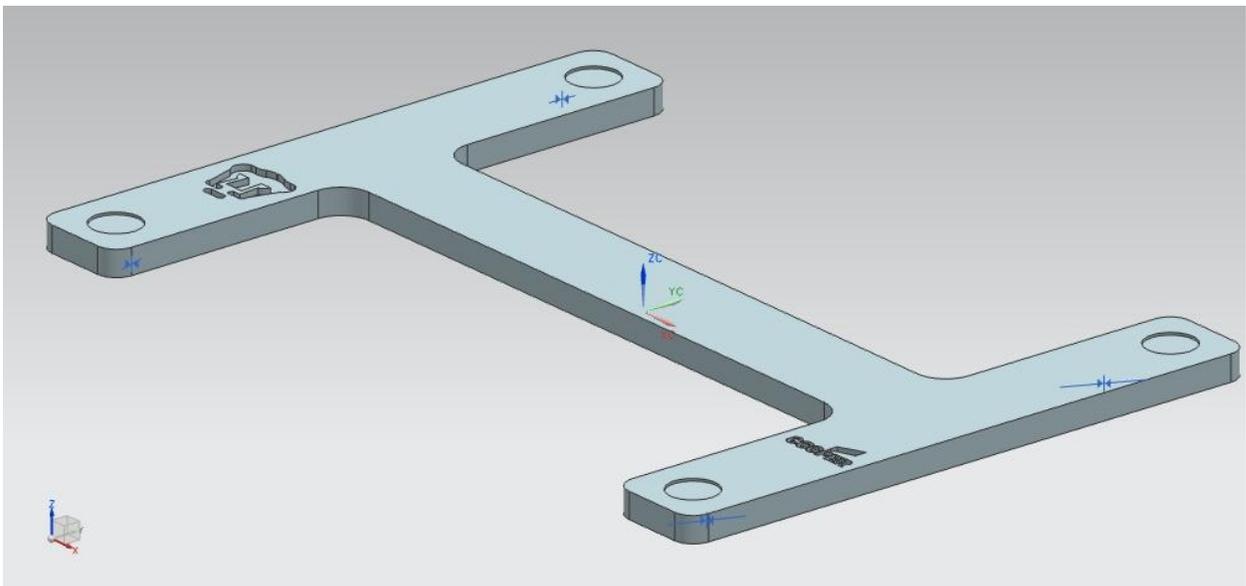
Para el sistema de sujeción se seleccionó un sistema de mordazas que sujetara el árbol de fundición por el canal de alimentación puesto que éste era el único elemento que todos compartían, además de que es el que presentaba una geometría más favorable.

Para el sistema de posicionamiento se seleccionaron las bolas de transferencia industriales, puesto que presentaban muy baja resistencia, gran capacidad de carga, tienen baja altura lo que permitía que no se elevara el centro de gravedad del sistema pero sobre todo por que permitían un movimiento sin ninguna restricción sobre el plano, que es la manera en como los operadores realizaban sus procesos.

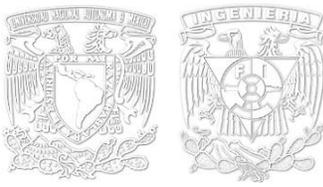
El sistema de mando fue el más complejo de resolver por que la seguridad dependía directamente de la exactitud que pudiera reflejar el sistema. Se resolvió proponiendo un soporte con forma de “I” que permitía disminuir el peso, alojar la sierra cinta para cortar ambos lados del árbol de fundición y permitía que el operador alejara las manos casi medio metro del punto de corte.

Una vez que terminada la selección, se empezaron a proponer materiales y proporciones.

En la siguiente imagen se observa un modelo 3d de la primera propuesta.



Con éstos primeros bocetos se construyeron los primeros prototipos y se entró en la siguiente fase



### Prototipo y revisión con el cliente

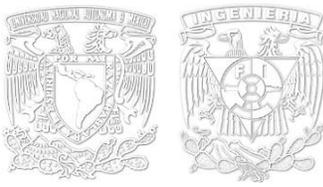
En la siguiente imagen se muestran las primeras mordazas que se fabricaron. Aunque su uso es simplemente demostrativo, nos permitió comunicar a los interesados la dirección de la fuerza que queríamos ejercer, el lugar de donde queríamos sujetar el árbol de fundición y el mecanismo de apertura y cierre que deseábamos.



Una vez que se hubo terminado de fabricar el primer prototipo se organizó una reunión con el usuario para obtener sus puntos de vista y particularmente su aprobación de todos los conceptos propuestos.

En esa reunión se obtuvo además la retroalimentación y algunas ideas complementarias que permitieron que el usuario se sintiera plenamente tomado en cuenta. Entre las observaciones y modificaciones solicitadas surgieron las siguientes ideas:

Aumentar el tamaño general del soporte, utilizar mordazas marca Destaco, empuñaduras para el operador, barrenar el centro del soporte para asentara un perno en el canal de alimentación.

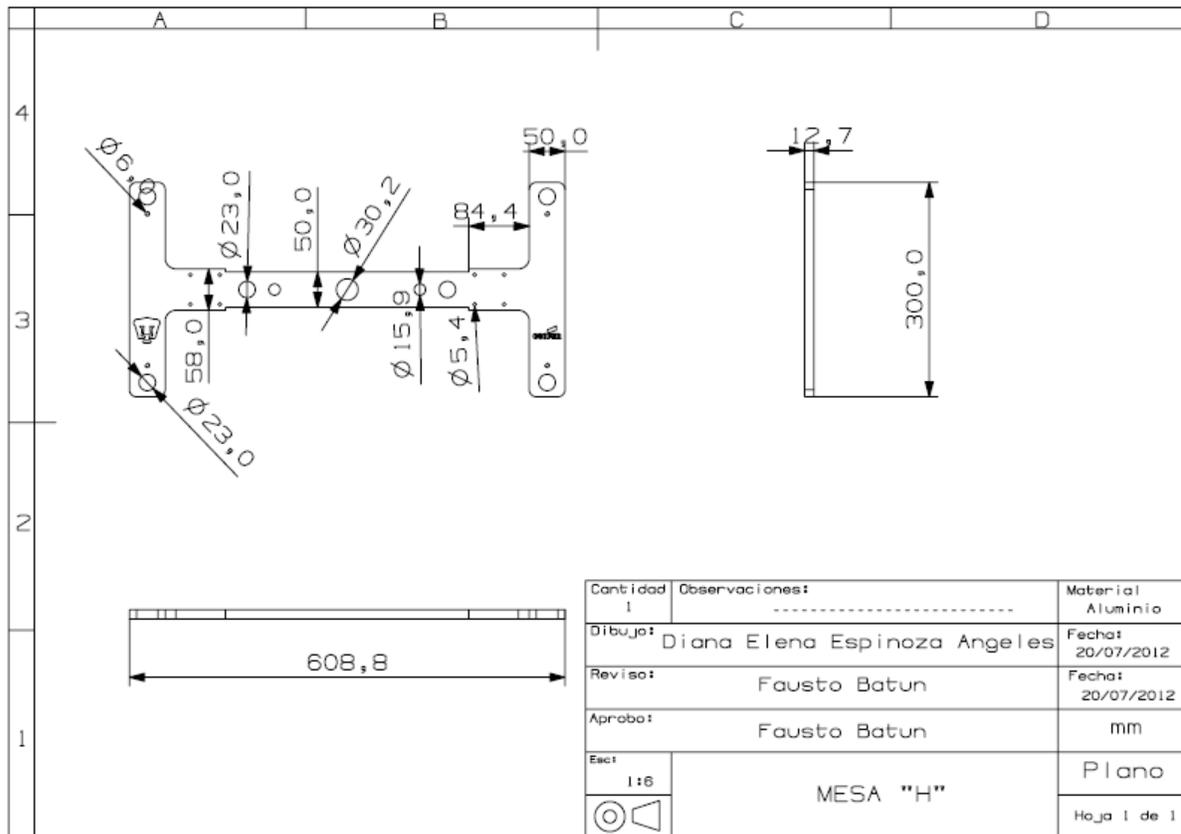


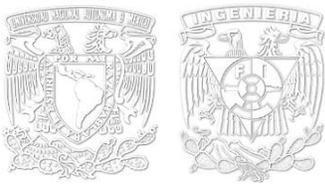
### Producción

Después de la reunión de validación y retroalimentación, tuvimos la confianza plena de que el diseño sería aceptado y que se tenía que invertir en la fabricación de un nuevo prototipo que adoptara las mejoras solicitadas. Aunque el acuerdo sólo incluía la fabricación de un prototipo tipo “dummy”, que presentara los conceptos, y proporciones generales del sistema, la buena administración de los recursos permitió la fabricación de un prototipo 100% funcional.

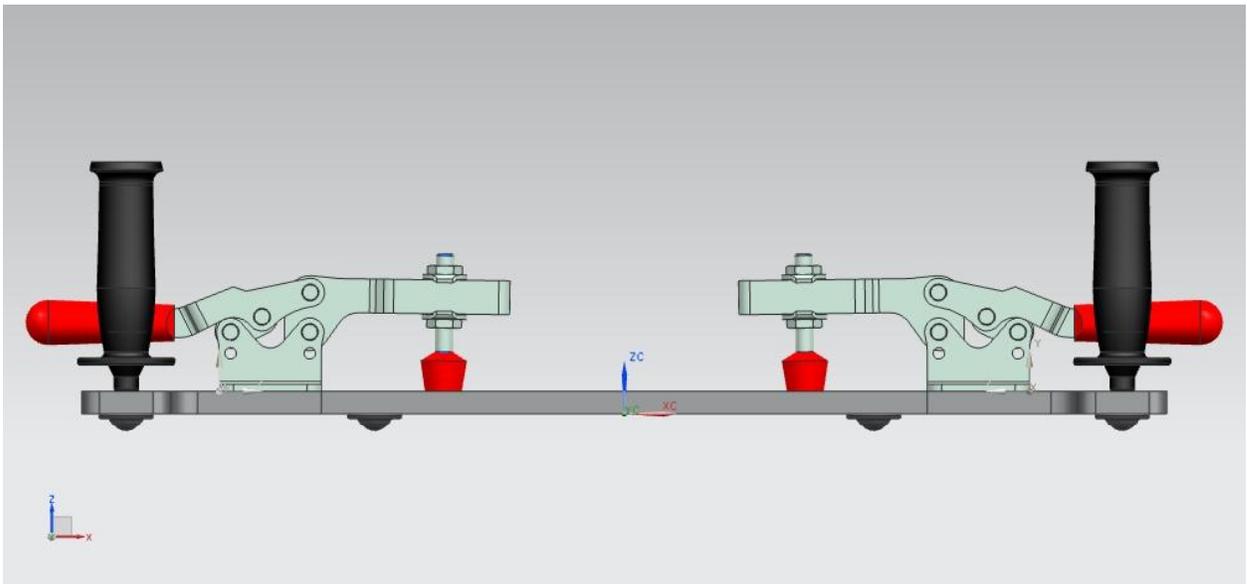
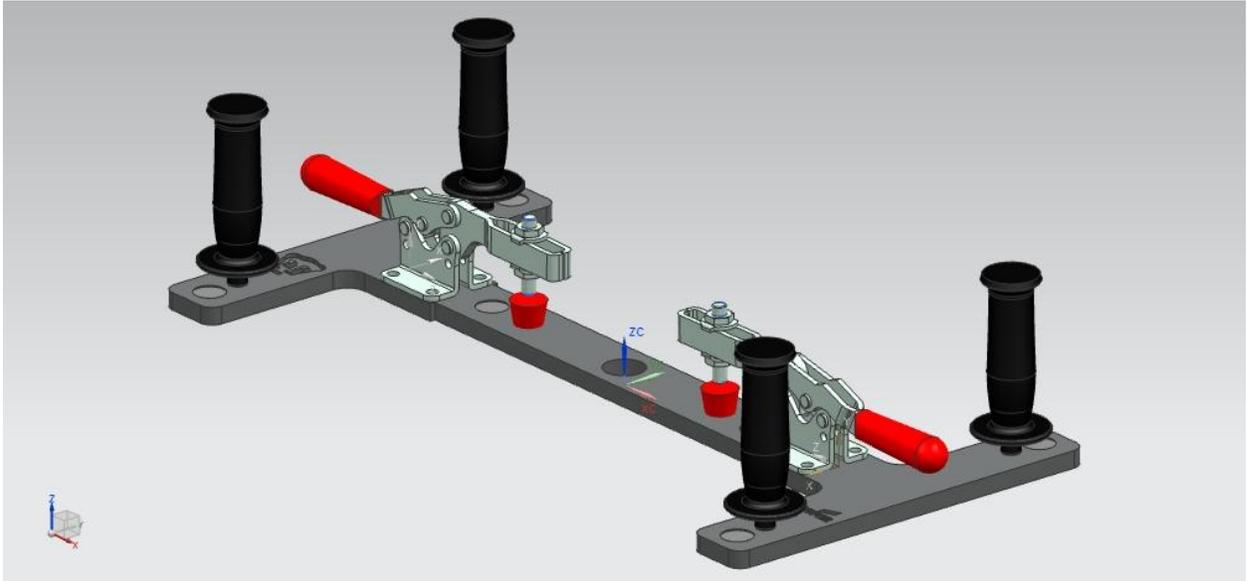
En ésta etapa se revisaron constantemente el presupuesto, los métodos de fabricación y las refacciones necesarias.

En la siguiente imagen se observa el plano final que se utilizó para el proceso de corte con agua. En los anexos se puede encontrar el plano detallado.





En las siguientes dos imágenes se observa el modelado final del sistema, ya incluye las solicitudes del usuarios final





**Grupo de proceso:** Monitoreo y control

**Área de conocimiento:** Administración del alcance

**Proceso:** 5.5 Validar el alcance

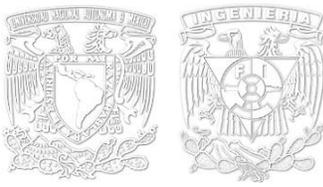
**Definición del proceso:**

Es el proceso de formalizar la aceptación de los entregables del trabajo completos. El beneficio clave del proceso es que proporcionar aceptación objetiva del alcance incrementando la posibilidad del que el producto final sea aceptado sin problemas.

El proceso de validación del alcance se logró realizando una serie de presentaciones del prototipo, en donde se realizó un mapeo de las ideas recopiladas por usuarios dentro y fuera del proyecto.

Se presentó a compañeros fuera del proyecto, a la jefatura de ingeniería industrial, a la jefatura de la DIMEI y finalmente a los usuarios en CCH.

El beneficio de hacer eso es que cuando se entregó el segundo prototipo ya se sabía con anticipación que sería bien recibido, pues en la primera entrega se aseguró que el usuario estuviera satisfecho con el concepto y se entregaron las mejoras propuestas por él mismo.



# Conclusiones

---

El proceso de diseño está íntimamente relacionado con el desarrollo de la creatividad, sin embargo es muy frecuente que en éste proceso se pierda de vista el tiempo, el alcance, el costo y la calidad deseada.

Por supuesto existen proyectos de innovación tecnológica y de investigación en que se desea que el entregable tenga un alcance tan grande como sea posible y la modificación del mismo durante la ejecución pudieran estar bien vista. Sin embargo en los proyectos en los que se diseña un producto bajo pedido, se deben tener bien claras las especificaciones y los criterios de aceptación del cliente.

En la mayoría de los casos, en los procesos de diseño, el tiempo y el costo son criterios de aceptación que se dejan en un segundo plano:

Según el Informe de “Chaos report” de 2008, el 44% de los proyectos se desviaban en plazo y costo; la desviación media en costo era del 54% y la desviación media en plazo era del 79% y peor aún, los proyectos proporcionaban en media el 67% de las funcionalidades prometidas.

Si esto sucede en los proyectos en general, cuanto más sucede en los procesos en lo que se involucra la libertad creativa.

Es poco usual que los mismos ingenieros y diseñadores se adhieran a un programa de control administrativo, bajo la premisa de que coartan la libertad creativa, los limita e genera productos por debajo de la capacidad real de lo que se “podría” entregar.

Esto lejos de convertirse en una cuestión de enfoques debe convertirse en una respuesta pragmática a la siguiente pregunta:

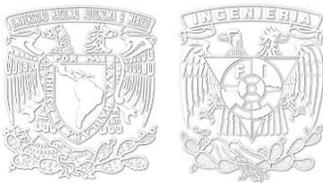
¿La administración de proyectos puede hacer que un equipo de diseño cumpla en tiempo y forma logrando satisfacer íntegramente las expectativas de los clientes?

La respuesta que encontró el equipo de diseño que fabricó los prototipos para sujeción de árboles de fundición en un proceso de corte con sierra cinta, es que la administración de proyectos no limita la creatividad de los diseñadores, sino que la encausa a cumplir con las expectativas del cliente que previamente fueron transformadas en criterios formales de aceptación.

El proyecto cerró con una desviación en tiempo de 12%, misma que los interesados encontraron aceptable.

El prototipo cumplía con todos los requisitos que se establecieron en la negociación y se manufacturó exclusivamente con los recursos económicos que se le destinaron al principio del proyecto.

La calidad del producto siempre estuvo medida en función de la usabilidad propia del prototipo. En el proceso de transferencia, en la junta de entrega final, el interesado responsable de dar el visto bueno de aceptación, accedió a cerrar el proyecto sin reservas ni recomendaciones, como ese había sido el criterio para medir la calidad del producto (en el plan de calidad), se consideró que los requerimientos de calidad se habían logrado.



Inclusive los problemas que surgieron se convirtieron en lecciones aprendidas y existe la trazabilidad necesaria para su revisión futura.

Sobre la hipótesis:

“La aplicación del marco teórico de las mejores prácticas de administración de proyectos del Project Management Institute ® a un proceso de diseño en ingeniería, puede disminuir sensiblemente las desviaciones de las estimaciones de tiempo, alcance, costo y calidad de un proyecto.”

Se advierte que no existe el marco de referencia para saber si hubieran existido desviaciones mayores en el proyecto en caso de no haber aplicado el marco teórico de las mejores prácticas de la administración de proyecto.

Sin embargo si se puede afirmar que:

- El presente proyecto de diseño en ingeniería se concluyó sin desviaciones en costo, alcance y calidad y presentó una desviación menor en el tiempo de entrega.
- Los controles administrativos no limitan la libertad creativa sino que la modulan para satisfacer los criterios de aceptación de un proyecto.
- No es posible planear proyectos que “excedan las expectativas de los clientes” porque todas las expectativas necesariamente deberán ser convertidas previamente en un criterio formal de aceptación.

Finalmente cabe mencionar que el marco teórico de las mejores prácticas de la administración de proyectos deben ser aplicadas según el conocimiento experto del líder de cada proyecto, ya que cada trabajo es diferente, pero encontrar el valor en la planeación y el orden el trabajo, efectivamente pueden ser actividades que agreguen valor no solo a los entregables de un proyecto, sino también a las instituciones involucradas y de manera muy especial a las personas.



### Bibliografía y Mesografía

- **“a Guide to Project Management Body of Knowledge (PMBOK Guide)**,5a edición, Project Management Institute®, Estados Unidos, 2013.
- Rivera Martínez Francisco, **Administración de proyectos**, guía para el aprendizaje, 1ª Edición, Pearson Education, México, 2010
- ULRICH, Karl; **Diseño y desarrollo de productos**, 4a edición; McGraw Hill, México, 2012.
- BORJA R. Vicente y RAMÍREZ R. Alejandro; **“Innovación del producto”**, Cuadernos de gestión de tecnología, Premio Nacional de Tecnología, México 2006.

[www.pmi.org](http://www.pmi.org)

[www.ulrich-eppinger.net](http://www.ulrich-eppinger.net)

[http://profesores.fi-b.unam.mx/jfl/Seminario\\_IEE/Seminario\\_IEE\\_Tema\\_3a.pdf](http://profesores.fi-b.unam.mx/jfl/Seminario_IEE/Seminario_IEE_Tema_3a.pdf)

[http://www.plm.automation.siemens.com/es\\_mx/plm/index.shtml](http://www.plm.automation.siemens.com/es_mx/plm/index.shtml)



Administración de proyecto: “diseño de un dispositivo seguro para corte con sierra cinta”

Las mejores prácticas de AP aplicadas al proceso de diseño

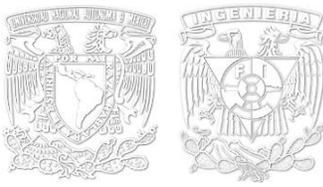
# Anexos



Administración de proyecto: “diseño de un dispositivo seguro para corte con sierra cinta”

Las mejores prácticas de AP aplicadas al proceso de diseño

## **Diagnóstico del sistema de seguridad y protección del empleado en la operación de una Sierra Cinta**



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERÍA

OCTUBRE 17 DE 2012

**Propuesta:**

**Diagnóstico de seguridad del empleado**

**en la operación de una Sierra Cinta**

### **1. Introducción**

Considerando las aportaciones de análisis previos al sistema, esta propuesta consiste en encontrar la o las soluciones al problema actual (lesiones de los empleados involucrados en la operación de corte de mazarota y corredores con la máquina sierra cinta de las piezas fundidas en arena en verde) mediante el diagnóstico de seguridad de la operación, identificando las mejoras/cambios en cuanto a la máquina, el proceso y/o la metodología.

### **2. Proyecto**

Evaluar la mejor forma de proteger al empleado de acuerdo a las condiciones en que este se desarrolla.

### **3. Problemática preliminar**

Evitar lesiones a los empleados involucrados en la operación de corte de mazarota y corredores con la máquina sierra cinta de las piezas fundidas de arena en verde.

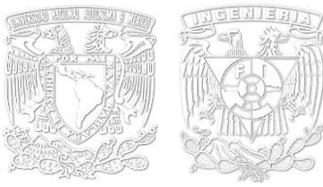
### **4. Objetivo del Proyecto**

Revisión y evaluación de las condiciones actuales de la operación de corte de mazarota y corredores con la máquina sierra cinta de las piezas fundidas de arena en verde.

### **5. Acciones**

Documentación de los procesos y métodos de corte actuales de los 10 productos de mayor demanda ya seleccionados de la información proporcionada.

Análisis y estudio de los métodos de trabajo tomando en consideración la máquina, el lugar de trabajo, las herramientas, la manipulación de los objetos, y otras variables que se presenten en la operación de corte.



**6. Productos**

- Descripción de los procesos actuales correspondientes a los 10 productos de mayor demanda (Anexo 1) y menores dimensiones.
- Determinación de actos y condiciones inseguras en el desarrollo de la operación mediante diagramas de proceso y listas de comprobación (check list) para verificar el cumplimiento de normas respecto a condiciones de seguridad (lugar de trabajo, maquinas, herramientas manuales y manipulación de objetos).
- Evaluación de riesgos.
- Cuadros de acciones correctivas. Propuestas operativas, metodologías para el corte y equipo de seguridad optativo, etc. según sea el caso.

**7. Horario de asistencia a la empresa**

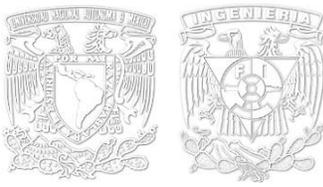
Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
12:00- 14:00	13:00 – 16:00	12:00- 14:00	13:00 – 16:00	12:00- 14:00

**Anexo 1**

**Los 10 Productos de mayor demanda**

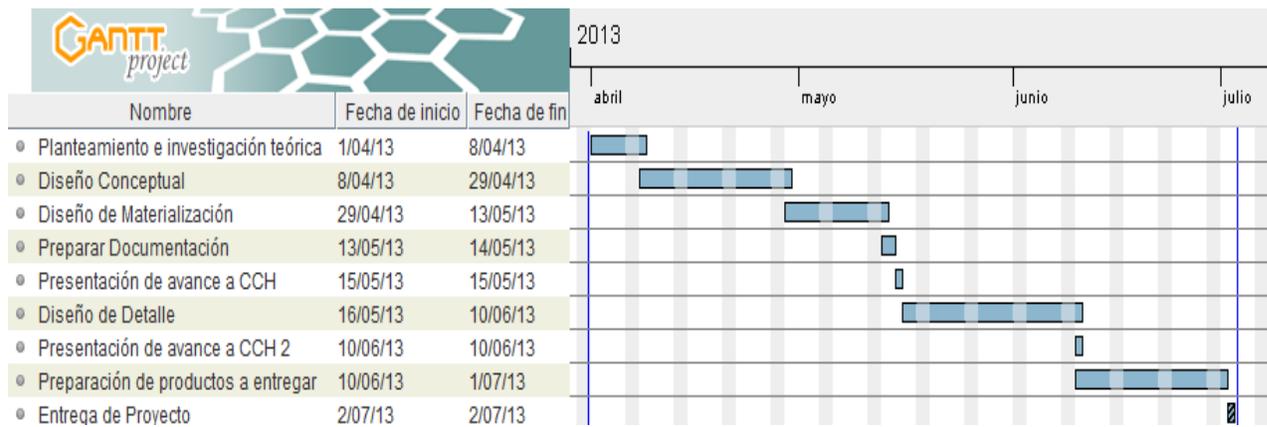
FAMILIA	CATÁLOGO	COUNT	ACUMULADO	%	DIÁMETRO DEL MEMELÓN (PULGADAS)	NÚM. DE IMPRESIONES	DISTANCIA DEL RUNNER AL CORTE (CM)	TIPO DE CORTE
SERIE 9 CHICA	LB295	187037	187037	11,8530137	3/4	8	5	PERPENDICULAR
SERIE 9 CHICA	T29 5A	144882	331919	21,0345571				
SERIE 7 CHICA	LB27 C	126584	458503	29,0565093				
SERIE 7 CHICA	T27 CP	107753	566256	35,8850929				
SERIE 9 CHICA	LB19 5	86895	653151	41,3918516	1/2	8	4	PERPENDICULAR
SERIE 9 CHICA	LB39 5	70887	724038	45,8841423	1	4	2	PARALELO
SERIE 9 CHICA	T19 5A	58464	782502	49,5891557				
SERIE 9 CHICA	LR29 5	58104	840606	53,271355				
SERIE 7 CHICA	LB37 C	56756	897362	56,868128				
SMALL CASTING	270F C	93456	950726	60,2499414				

Nota: De acuerdo con los datos brindados las piezas con mayor demanda son las de la serie 7 y la serie 9 chica; esto se hizo haciendo un análisis de 10 de las 27 piezas representativas. En donde esta información conforma más del 60% del total de las piezas representativas.



## Plan de trabajo del diseño de dispositivo de sujeción para seguridad y protección del empleado en la operación de una Sierra Cinta

A continuación se presenta el plan de trabajo para el proyecto: “Diseño de dispositivo de sujeción para seguridad y protección del empleado en la operación de una Sierra Cinta”.



**Imagen 1**  
**Diagrama de Gantt**

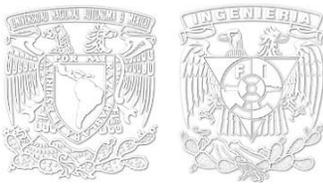
### 1. Planteamiento del problema e investigación teórica

Es la primera etapa del diseño, en la que se establece detalladamente cuál es el problema a resolver, se obtienen los requerimientos del cliente y se interpretan para definir las especificaciones sobre las cuales se va a basar el diseño. Una vez teniendo claro el problema, se realizará una investigación del estado del arte para adquirir los conocimientos teóricos y técnicos que nos permitan generar soluciones factibles al problema.

### 2. Diseño Conceptual

Es la etapa de mayor innovación, en la que se generarán diversas alternativas de solución, enriquecidas por la investigación teórica. Todas las posibles soluciones serán evaluadas para seleccionar las más convenientes según en la medida en que satisfagan las especificaciones. De este proceso resultará la propuesta a desarrollar y se probará el principio de funcionamiento.

### 3. Diseño de Materialización



En esta etapa se sintetizarán las ideas generadas en los procesos anteriores y se generará un dibujo asistido por computadora del diseño conceptual.

#### **4. Presentación de avance a CCH**

Se realizará la presentación del dispositivo, mostrando el diseño computarizado y sus características funcionales, con la finalidad de tener retroalimentación entre la empresa y FI-UNAM.

#### **5. Diseño de Detalle**

En esta fase se integra a la propuesta presentada las observaciones realizadas por la empresa CCH y se definen características específicas del dispositivo como materiales y procesos de manufactura.

#### **6. Presentación de avance a CCH**

Se presenta a la empresa el diseño final con todas sus características y funcionalidades, con el fin de acordar esta propuesta como el dispositivo que satisface los objetivos del proyecto.

#### **7. Preparación de Productos a Entregar**

Se elaborará el prototipo funcional (dummy) así como el reporte de características técnicas y recomendaciones de uso de éste.

**Atentamente:**

**“POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU”**

**Cd. Universitaria, a 01 de abril de 2013**

Visto Bueno:

---

M. I. Silvina Hernández García

Departamento de Ingeniería  
Industrial