

# **INSTITUTO TECNOLÓGICO Y DE ESTUDIOS SUPERIORES DE OCCIDENTE**

**Dependencia de adscripción al PAP**

**CENTRO PARA LA GESTIÓN DE LA INNOVACIÓN Y LA TECNOLOGÍA**

**PROYECTO DE APLICACIÓN PROFESIONAL (PAP)**

**Nombre del PROGRAMA**

**GESTIÓN DE LA INNOVACIÓN Y LA TECNOLOGÍA**



**ITESO, Universidad  
Jesuita de Guadalajara**

**Código y nombre del PAP**

**3H01 MICRO Y PEQUEÑAS EMPRESAS DE ALTA TECNOLOGÍA**

**Manufactura 4.0: Aplicación de IOT en línea de producción**

**Daptta en el parque tecnológico CEGINT ITESO.**

**INSOFOS SAPI. DE CV, San Pedro Tlaquepaque, Jalisco, México.**

**PRESENTA**

Lic. en Ingeniería mecánica. Jesús Emmanuel López Del Castillo.

Lic. en Ingeniería mecánica. María Gabriela Medina Ríos.

Profesor (es) PAP:

José Antonio Gerardo Pujals Acevedo.

Beatriz Rodríguez Castellanos.

Tlaquepaque, Jalisco, febrero 2019 (1ra revisión)-mayo 2019 (2da revisión)

# REPORTE PAP

## ÍNDICE

Presentación Institucional de los Proyectos de Aplicación Profesional.	2
Resumen	2
1. Introducción.	3
1.1. Objetivos	
1.2. Justificación	
1.3. Antecedentes	
1.4. Contexto	
1.5. Enunciado breve del contenido del reporte	
2. Desarrollo:	3
2.1. Sustento teórico y metodológico.	
2.2. Planeación y seguimiento del proyecto.	
3. Resultados del trabajo profesional.	4
4. Reflexiones del alumno o alumnos sobre sus aprendizajes, las implicaciones éticas y los aportes sociales del proyecto.	4
5. Conclusiones.	4
6. Bibliografía.	4

# REPORTE PAP

## Presentación Institucional de los Proyectos de Aplicación Profesional

Los Proyectos de Aplicación Profesional son una modalidad educativa del ITESO en la que los estudiantes aplican sus saberes y competencias socio-profesionales a través del desarrollo de un proyecto en un escenario real para plantear soluciones o resolver problemas del entorno. Se orientan a formar para la vida, a los estudiantes, en el ejercicio de una profesión socialmente pertinente.

A través del PAP los alumnos acreditan el servicio social, y la opción terminal, en tanto sus actividades contribuyan de manera significativa al escenario en el que se desarrolla el proyecto, y sus aprendizajes, reflexiones y aportes sean documentados en un reporte como el presente.

## Resumen

El proyecto presentado a continuación logró la actualización tecnológica de la educación ingenieril del ITESO implementando la tecnología IOT necesaria para una comunicación en tiempo real y estatus general de la simulación de un proceso de producción, permitiendo el monitoreo y control en tiempo real del proceso, en el laboratorio de logística en el edificio H.

La solución realizada consiste en un programa cuya entrada de información es dada por una tarjeta inteligente en cada pallet de la línea y la salida de información en un registro en un archivo de Excel. De manera particular este reporte se enfoca en el desarrollo del diseño mecánico de la implementación antes mencionada. El diseño del pallet final optimizó el cambio de *fixture* en el pallet e integró en una pieza la colocación de la tarjeta inteligente, además de la base donde se almacenan los pallets cuando no están en uso.

## 1. Introducción

### 1.1. Objetivos

Como componente de la manufactura 4.0, se requiere implementar la tecnología necesaria para una comunicación en tiempo real y estatus general de la simulación de un proceso de producción, permitiendo el monitoreo y control en tiempo real del proceso.

### 1.2. Justificación

Como parte de la implementación de las nuevas tecnologías en la industria se busca adecuar el laboratorio de logística con el apartado de industria 4.0 que corresponde, esto con el fin de proveer a los estudiantes de ingeniería las herramientas necesarias para una educación más completa e innovación en los temas considerados en su plan de estudios.

### 1.3 Antecedentes del proyecto

Después de haber trabajado alrededor de 30 años en la industria electrónica (IBM, HP, Intel), los socios decidieron formar su propia compañía que se dedica a buscar soluciones innovadoras para problemas sociales relacionados con automatización y alta tecnología.

Es por eso por lo que hoy por hoy Dapta se dedica a proveer soluciones de alta tecnología que sean disruptivas y que habiliten a los clientes a usar todo su talento para incrementar su productividad.

Debido a su previa colaboración en conjunto con él, DAPTTA ha sido el elegido para realizar las adecuaciones al laboratorio de logística; llevando al desarrollo de un pallet adecuado que ha evolucionado a través diferentes versiones previas a la octava versión que aquí se presenta.

#### 1.4. Contexto

El proyecto se encuentra en su octava versión, como todo en la industria la perfección nunca termina, es por lo que se ha encomendado este proyecto a nosotros con la finalidad de afinar detalles en el modelo para lograr un resultado más eficiente en la línea de producción, con mejores acabados en los componentes de esta y mejor impacto al usuario final.

Para este proyecto en sí se pretende mostrar las mejoras que tiene una línea de producción al incluir la tendencia de la cuarta revolución industrial, generando la posibilidad de incluir, en los siguientes programas escolares, este apartado de la industria, debido a su pronta integración en la industria.

#### 1.5. Enunciado breve del contenido del reporte

Con base al proyecto planteado, a continuación, se presenta a manera de reporte la realización y cierre de resultados de este, así mismo la documentación del fundamento teórico, la estructura, calendarización, desarrollo, resultados del proyecto análisis y conclusiones.

## 2. Desarrollo

### 2.1. Sustento teórico y metodológico.

La tecnología que se implementará en este proyecto forma parte de la industria 4.0, un fenómeno tecnológico mundial que está presentando un reto en prácticamente todas las áreas de la industria. Por lo tanto, es importante que tengamos claro el fundamento histórico y teórico sobre el cuál nació el proyecto desarrollado.

Primeramente, definamos que la industria 4.0 consiste en la digitalización de los procesos productivos en las fábricas mediante sensores y sistemas de información para transformar los procesos productivos en tiempo real (Digital Research S.L, 2016).

Históricamente hablando, la industria 4.0 es la cuarta revolución industrial, una revolución industrial se le conoce como el proceso de transformaciones tecnológicas, sociales y económicas, es aquí donde el ser humano tuvo nuevos elementos que hicieron más fácil la producción y el desarrollo.

A manera de referencia, las revoluciones industriales pasadas son:

- La primera revolución Industrial iniciada en la segunda mitad del siglo XVIII en el Reino Unido con la aparición de la máquina de vapor.
- Las nuevas fuentes de energía como el gas, el petróleo y principalmente la electricidad, dieron lugar a lo que se denominó la Segunda revolución industrial a mediados del Siglo XIX. Es la época de la producción en cadena, nuevos materiales, nuevos sistemas de transporte y nuevos sistemas de comunicación.
- La tercera revolución industrial es un concepto más reciente, acuñado en el año 2006 y centrado en los cambios derivados del uso de energías renovables, la automatización de los procesos y el uso de Internet.

Esto está dando lugar, como en las revoluciones industriales previas, a la aparición de nuevos procesos, nuevos productos y nuevos modelos de negocio. Y también, como en casos anteriores, está provocando cambios sociales, económicos y tecnológicos (Cruz, 2018).

La industria 4.0 tiene varios componentes claves que la identifican (Digital Research S.L, 2016):

1. Big data y análisis de datos
2. Cloud Computing
3. Ciberseguridad
4. Robótica
5. Internet de las cosas
6. Simulación y prototipo
7. Realidad aumentada
8. Cultura
9. Integración de procesos

De manera particular, nuestro proyecto implementa: Internet de las cosas, simulación y prototipo e integración de procesos.

## 2.2. Planeación y seguimiento del proyecto.

- Enunciado del proyecto

Se requiere generar una nueva versión de pallet para la línea de producción del laboratorio de ingeniería industrial, debido al presupuesto y requerimientos del cliente se optó por el cambio de piezas dentro del pallet, estas piezas han sido modificadas con respecto a la versión anterior, en su mayoría cuentan con un diseño modular que permite un intercambio entre ellas fácil, rápido e independiente entre sí.

Para lograr este objetivo los avances se consultarán con los empresarios, empleados con mayor grado de conocimiento en el maquinado y maestros con mayor visión en el tema. Las reglas por considerar consisten en hacer cambios aprobados por los empresarios, en el pallet y que se apeguen en lo máximo posible a las dimensiones ya existentes. Sin embargo, toda propuesta está sujeta a revisión.

Para realizar la estructura de este proyecto, se utilizó la metodología TAP (Taller de Administración de Proyectos), que a continuación, se presenta el detalle de la planeación del proyecto planteado:

**1. Enunciado del Trabajo del Proyecto (Statement of Work, SOW):**

*Es el documento que describe el producto, servicio o resultado que el proyecto debe entregar.*

**Producto(s) a obtener:**

Prototipo, planos, simulaciones y modelo funcional en su versión número ocho.

**Impactos previstos del proyecto:**

○ **Sociales**

El proyecto es creado para una universidad, el impacto social en si es la creación de más profesionistas, que conozcas las nuevas tecnologías e implementarlas para el beneficio de todos.

○ **Económicos**

El principal impacto es el costo del proyecto como tal, aunque para el tercero pertenece a fines más ilustrativos que reales, por lo que el impacto económico para ellos radica en la derrama económica derivada de la modernización de dicha institución.

○ **Ambientales**

La reducción de tiempos en la cadena de producción se traduce en reducción de energía utilizada, es por lo que esperamos reducir entre un (10-15) % la energía utilizada en él proceso.

○ **Tecnológicos**

La industria 4.0 pretende conectar todas las partes de la empresa para lograr una comunicación en tiempo real de lo que está sucediendo desde la cadena de la recepción de materia prima hasta la entrega del producto terminado, es por lo que la

participación de servidores o nubes se vuelve cada vez más común, esto podría derivar en una escala en la que se pueda monitorear en que parte de la producción se encuentra tu producto.

- **Personales**

La creación de estos prototipos crea en nosotros más conciencia de los procesos de maquinado y de creación en la industria, lo cual nos puede servir en el futuro en diferentes empresas o en una empresa propia.

## **2. Acta de Proyecto (Project Charter):**

*Es el documento que autoriza formalmente el proyecto y le da al líder la autorización formal para aplicar recursos de la organización al proyecto.*

**Líder del Proyecto:** Pablo Cantera      **Patrocinador:** Jesús González López

### **a. Responsabilidades asignadas:**

Modelado a partir de dibujos técnicos dados para manufacturado de prototipos.

### **b. Autoridad delegada:**

Modelado, modificación y maquinado de piezas en los pallets.

### **Requerimiento(s) de la Empresa u Organización:**

Que la integración provea de un mayor control y automatización de la línea de producción.

### **Interesados en el proyecto:**

Emmanuel López, Gabriela Medina, David Ochoa, Ramón contreras, Jesús Gonzales, ITESO (cliente).

### **Descripción del proyecto**

Desarrollo un laboratorio con una línea integrada con Manufactura 4.0, agregando sensores, controladores, almacenamiento automático a la nube, análisis y reporte de todo lo anterior.

### **Miembros del Equipo de Trabajo**

María Gabriela Medina Ríos  
Emmanuel López del Castillo  
Pablo Cantera

### **Supuestos**

La concepción del proyecto ya fue definida, por lo que suponemos que hay una serie de responsabilidades previstas para que realizamos nosotros y de las que solo nos han limitado a las piezas hechas en los últimos días.

El desarrollo de las piezas debe de representar la industria 4.0 desde cualquier ángulo por lo que el presupuesto es holgado.

Debe darse mínimo un prototipo final completo del pallet al final de semestre.

### **Restricciones**

Debido a la garantía con BOSCH, no se puede modificar la integridad de la línea.

### **3. Control de Cambios:**

*Evaluación, Revisión y Aprobación/Rechazo de todos los cambios en el proyecto es la medición continua contra los planes originales del proyecto; determinar si se requieren acciones correctivas o preventivas.*

*Tabla 1: Control de cambios*

<b>CONTROL DE CAMBIOS</b>	<b>Proyecto: Manufactura 4.0</b>	<b>Líder: María Gabriela Medina Ríos Jesús Emmanuel López del Castillo</b>	
<b>Número</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
<b>Fecha de solicitud</b>	5/03/2019	1/04/2019	28/04/2019
<b>Solicitante de cambio</b>	Jesús Gonzales	Pablo Cantera	Jesús Gonzales

<b>Descripción del cambio</b>	Adaptación de una pieza portadora de la pieza principal.	Cambio de ranura utilizada para el ensamblaje del stand e implementación de <i>fixture</i> para manufactura en serie.	Nueva fecha de entrega de prototipo final.
<b>Justificación del cambio</b>	El proyecto en sí no solo abarca el pallet sino la implementación de este en el laboratorio y todo lo necesario para su almacenamiento y correcto funcionamiento.	La ranura en ángulo no admite tolerancia de manufactura, por lo que se cambió a una ranura de escalón. Además, se sugirió que para acelerar el tiempo de manufactura se agregara un <i>fixture</i> para sujetar la base del stand.	Debido al retraso en la entrega de una pieza necesaria en el pallet se cambia la fecha de entrega final del prototipo.
<b>Impacto directo del cambio</b>	Se prolonga un poco la duración del proyecto al adaptar una pieza a su nuevo objetivo.	Se tiene que rediseñar las piezas involucradas y realizar un nuevo prototipo.	El prototipo final no podrá ser entregado completo en la fecha pactada en un principio.
<b>Consecuencias</b>	La consumación de todos los elementos de la nueva versión IOT.	Se retrasará la entrega del prototipo funcional del stand.	La entrega del prototipo no retrasa de manera directa el resto del proyecto al ser piezas prácticamente diferentes.
<b>Plazo de resolución</b>	5/03/2019	23/04/2019	25/04/2019
<b>AUTORIZA:</b>	Jesús Gonzales	Jesús Gonzales	Jesús Gonzales
<b>Comentarios</b>		Estos cambios surgieron de la	

		evaluación del primer prototipo.	
--	--	----------------------------------	--

#### **4. Enunciado del Alcance:**

*Son requerimientos del proyecto todas las expectativas, necesidades y especificaciones de los interesados (stakeholders) en el proyecto.*

#### **Especificaciones o Requerimientos del Producto**

Entrega de piezas liberadas para implementación de OIT en la línea de producción en el laboratorio en el edificio H del campus ITESO.

#### **Límites del proyecto**

Este proyecto ya fue definido, por lo que la conceptualización del proyecto no se debe de modificar ni perder.

No se puede alterar la línea de producción, nuestra área de acción es solo el pallet.

#### **Entregables**

Reporte final con recomendación de optimización en la manufactura de la pieza.

Piezas manufacturas y modelo (pallet) en su versión ocho.

Planos de piezas, y reportes de simulaciones.

#### **Criterios para aceptación del producto, servicio o resultado del proyecto**

El producto debe de ser funcional, contar con buena estética, facilitar la operación al usuario y estar optimizado para la manufactura.

#### **Riesgos Iniciales en el proyecto**

El proyecto puede exceder el presupuesto por piezas en su manera de trabajo actual.

La presentación en la que se entregaran ciertos componentes (lectores y chips) puede hacer deficiencias en su uso.

La vida útil de las bandejas se verá reducida al crear diseños modulares con más fricción y desgaste debido a su propósito.

### **Presupuesto final del proyecto**

El presupuesto aún no cuenta con presupuesto debido a que las modificaciones no se han terminado de profundizar al momento solo hemos modificando de manera individual ciertos componentes del pallet.

### **Autorización y requerimientos para cambios en el proyecto.**

Llenado del control de cambios como solicitud, evaluación y aprobación tanto del patrocinador como de la persona responsable del proyecto.

### **5. Desglose de la Estructura del Trabajo (WBS):**

*Es un entregable que describe el trabajo que debe cumplir el equipo para lograr los objetivos del proyecto y crear los entregables.*

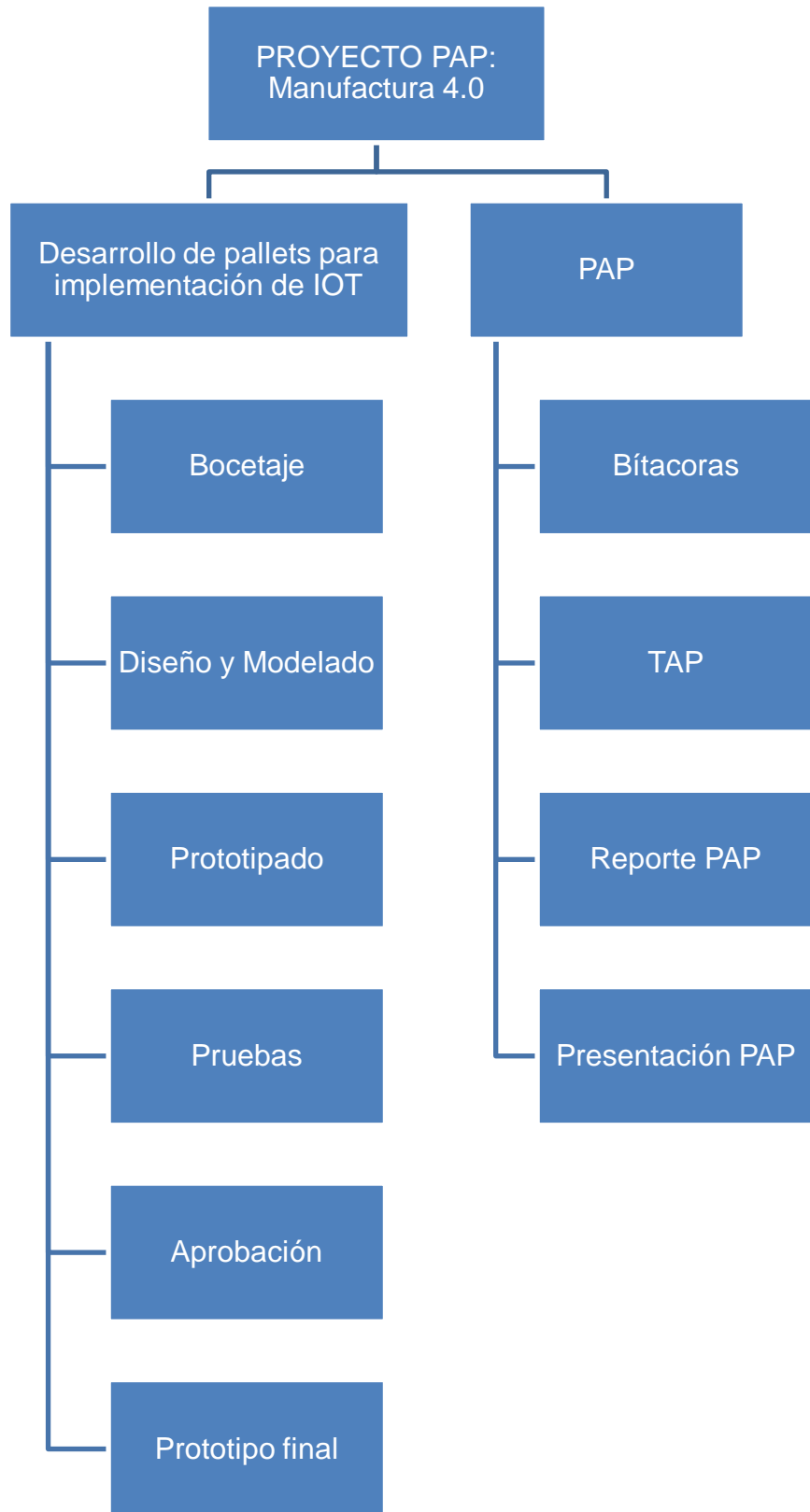


Diagrama 1: WBS

## 6. Plan de Comunicación:

Son los procesos que aseguran la generación, recolección, distribución, almacenaje, disposición, disponibilidad y destino final de toda la información del proyecto.

Tabla 2: Medios de comunicación

ELEMENTO DE COMUNICACIÓN	MEDIO DE COMUNICACIÓN	FRECUENCIA	¿QUIÉN PARTICIPA?	CONTACTO
JUNTAS DE ESTATUS	Junta presencial en el parque tecnológico	Semanal Baja	Todos los miembros de daptta	Notificación al correo <a href="mailto:im703642@iteso.mx">im703642@iteso.mx</a> <a href="mailto:im702887@iteso.mx">im702887@iteso.mx</a>
	Correo electrónico de la empresa	Media-Baja	Todos los miembros de daptta	<a href="mailto:gaby.medina@daptta.com">gaby.medina@daptta.com</a> <a href="mailto:emmanuel@daptta.com">emmanuel@daptta.com</a>
AVISOS	WhatsApp	Media-Baja	Todos los miembros de daptta	+521 3315450491 +521 3171058595

Tabla 3: Información de contacto

NOMBRE	PUESTO EN EL PROYECTO	PUESTO EN LA EMPRESA	NÚMERO DE CONTACTO	FRECUENCIA DE CONTACTO	CORREO ELECTRÓNICO
EDGAR GONZÁLEZ	Asesoría de diseño	Asesor de Diseño Mecánico	5213314170789	Alto	<a href="mailto:edgar@daptta.com">edgar@daptta.com</a>
JESÚS GONZÁLEZ LÓPEZ	Patrocinador	Dueño de la empresa	5213339564838	Alto	<a href="mailto:jesus@daptta.com">jesus@daptta.com</a>

<b>RAMÓN CONTRERAS HINOJOSA</b>	Asesor de proyecto	Dueño de la empresa	5213312225164	Medio	<a href="mailto:ramon@dapta.com">ramon@dapta.com</a>
---------------------------------	--------------------	---------------------	---------------	-------	--

## 7. Calendario de Proyecto:

*Procesos para determinar el tiempo que toma hacer el proyecto, generar un calendario y controlarlo.*

En el cronograma siguiente se genera un plan de trabajo en donde se presenta el avance del pallet de manera general, por lo que la separación en piezas de este no figura en las actividades planeadas a continuación.

*Tabla 4: Calendario*

<b>ACTIVIDAD.</b>	<b>DURACIÓN</b>	<b>FECHA PREVISTA.</b>	<b>RECURSOS NECESARIOS.</b>
<b>1. Profesional: Bocetaje</b>	1 semanas.	Febrero.	Software fusión 360.
<b>2. Profesional: Diseño y modelado</b>	2 semanas.	Febrero.	Software fusión 360.
<b>3. Técnica: Prototipado</b>	2 semana.	Marzo.	Uso fresadora OR-40, pago de operario, materia prima, software fusión 360.
<b>4. Profesional: Pruebas</b>	2 semanas.	Marzo.	Software fusión 360, tercero para generar segunda opinión.
<b>5. Otra: Aprobación</b>	2 semana.	Abril.	Tiempo de empresarios y empleados involucrados en el proyecto.

<b>6. Profesional: Prototipo final</b>	2 semana.	Abril.	Uso fresadora OR-40, pago de operario, materia prima, software fusión 360.
<b>7. Entrega: Diez pallets modificados</b>	2 semanas	Mayo.	Uso fresadora OR-40, pago de operario, materia prima, software fusión 360.

Las actividades 1 a 5 son iterativas por lo que las fechas son tentativas y se repetirán dependiendo de las necesidades del diseño.

### 8. Manejo de Costos en el Proyecto:

*Procesos para planear, estimar los costos, generar el presupuesto base y controlar los costos en el proyecto. Esto es un presupuesto estimado del costo que tendría el proyecto en caso de ser vendido. El propósito de hacer el estimado es simular el valor que tendría un proyecto y aprender sobre este apartado.*

#### Costo estimado de proyecto:

Concepto:	Cantidad:	Total:
Instalaciones ITESO.		\$ 26,000.00
Horas invertidas (personales).	14hr x Semana	\$ 20,000.00
Fusión 360.	60 dlls/mes.	\$ 7,200.00
Inversión Daptta (Instalaciones, maquinaria y tiempo).		\$ 30,000.00
Recursos humanos (maestros, asesores y consultorías).		\$ 29,000.00
Pago de clase PAP.	16 créditos (Gaby y Emmanuel)	\$ 36,480.00
Costo manufactura externa.	800 x Trabajo	\$ 4,000.00
Viáticos (comida, gasolina, otros).	75 x Día	\$ 12,000.00
Eventualidades.		\$ 15,000.00
		\$ 163,680.00

## 9. Manejo de Riesgos en el Proyecto:

*Es el proceso para planear el manejo de los riesgos en el proyecto, identificarlos riesgos, analizarlos, responder a ellos y monitorearlos para controlarlos, consta de la matriz de riesgos y del plan de respuesta a riesgos.*

*Tabla 5: Matriz y plan de riesgos*

MATRIZ DE RIESGOS				PLAN DE RIESGO			
Elemento de riesgo	Probabilidad	Impacto	Evaluación	Plan de respuesta	Plan B	Responsable	Resultado de la acción
<b>Explorar la maquila de este tipo de bandejas.</b>	1	5	5	Acelerado de modelado.	Adaptar nuevo diseño.	Emmanuel, Gaby.	Eliminado.
<b>Incrementar la confianza del cliente en nosotros.</b>	3	5	15	Aumento en capacidad de producción.	Tercerizar procesos.	Jesús y Ramón.	Mitigado.
<b>Aceptar más demanda de bandejas.</b>	1	2	2	Expansión en las instalaciones.	Tercerizar procesos.	Jesús y Ramón.	Mitigado.
<b>Altos costos en producción.</b>	3	3	9	Usar material más económico.	Reutilizar bandejas.	Emmanuel, Gaby.	Eliminado.
<b>Deficiencias en desempeño.</b>	3	5	15	Optimizar eficiencia diseño.	Modificar geometría a mano.	Emmanuel, Gaby.	Eliminado.

<b>Deficiencias en durabilidad.</b>	4	5	20	Optimizar durabilidad diseño.	Aumentar resistencia con recubrimientos.	Emmanuel, Gaby.	Eliminado.
-------------------------------------	---	---	----	-------------------------------	--	-----------------	------------

- **Metodología**

El desarrollo de la solución se ha dividido en tres pasos generales que serán aplicados para todas las piezas, consiste en proponer un diseño, una vez aprobado por los empresarios, se genera el primer prototipo y en caso de requerirse adecuaciones se realizan para posteriormente entregar el producto final. En este caso serán diez bandejas.

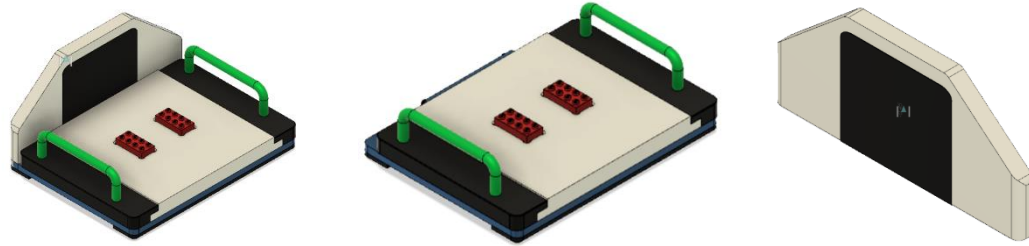
Dentro del diseño de los nuevos pallets, se ha dividido la carga de responsabilidades en dos: el diseño de la base del pallet y el diseño de la porta tarjeta del pallet.

Para la propuesta se utilizará el software fusión 360 con el cual se generarán bocetos, modelos 3D y posteriormente y una vez aprobado el diseño se generarán los códigos necesarios para producir el primer prototipo.

Este prototipo será manufacturado con la fresadora OR-40 propia de Daptta. Para posteriormente proceder con las correcciones (si son requeridas) y la entrega final del producto.

- **Desarrollo de propuesta de mejora**

Como primer acercamiento realista a la propuesta de solución al objetivo de proyecto planteado se desarrolló el diseño de pallet como se observa en la figura 1.a. El diseño incluye la estructura donde estará el sensor (figura 1.c) y la implementación la placa removible que contiene el molde del producto (figura 1.b).



*Figura 1: Primera propuesta de mejora*

*de izquierda a derecha: a) Pallet completo, b) Placa removible, c) Estructura de sensor.*

Después de esta primera propuesta ambas partes del proyecto tuvieron su propio proceso de cambios, mejoras y optimizaciones, que a continuación se desglosan a detalle:

#### **DESARROLLO DE BASE DEL PALLET**

La base del pallet fue una adaptación más que una creación de cero. Previamente existían unas bases sin embargo con el cambio realizado a los nuevos pallets estas bases dejaban de ser funcionales al alterar dimensiones del pallet, por lo que se busca la adaptación.



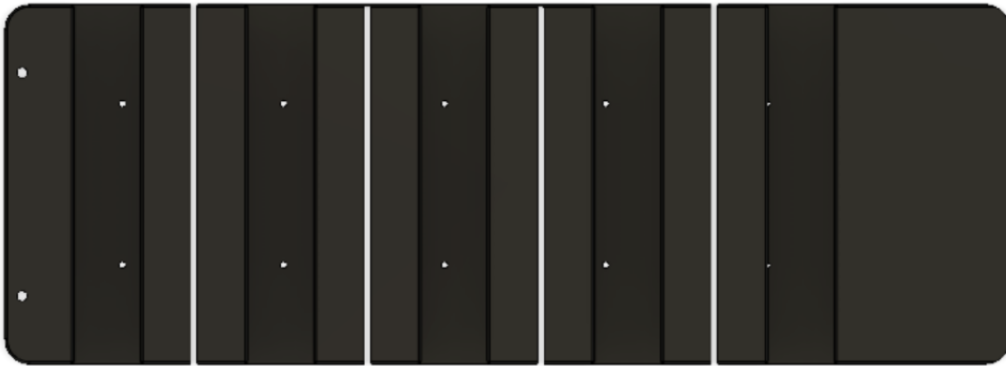
*Figura 2: Base original.*

Para realizar esta adaptación es necesario el aumentar el tamaño de ranuras donde se coloca el pallet.



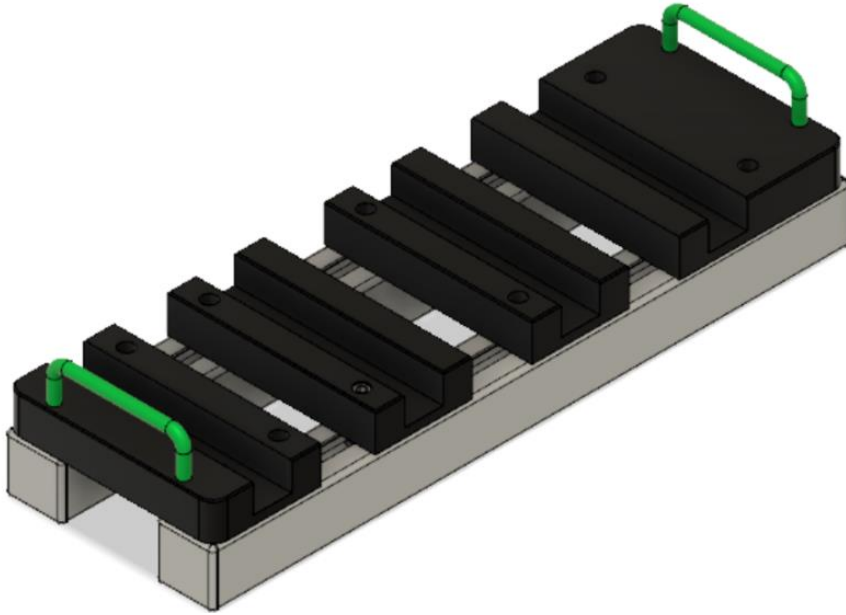
*Figura 3: Base con ampliaciones y reducida.*

Separación independiente de esta ranura.



*Figura 4: Base cortada final.*

Posteriormente la unión de estos elementos en un riel que permita alterar la separación entre ranuras.



*Figura 5: Montura de nueva base.*

El proceso de desarrollo de esta base no es complicado y se podría decir que la parte que demora más tiempo en realidad es el maquinado debido a que el Delrin (MR) es un material un poco complicado de modificar, sin embargo, el verdadero reto enfrentado en esta pieza fue la tardanza en la definición del pallet, debido a que alterar una medida en el pallet afecta directamente las dimensiones necesarias en la base.

#### **DESARROLLO DEL MODELO DELRIN (MR)**

Para la base del pallet se buscaba un diseño que permitiera el intercambio de diferentes modelos de Delrin (MR) esto con el objetivo de disminuir el tiempo en la simulación del intercambio en una línea de producción convencional. Para esta idea se presentaron cuatro principios diferentes en la sujeción de las dos piezas, consistían en utilizar imanes, fabricar una palanca que funcionara a manera de seguro, un botón con pasador y un balero.

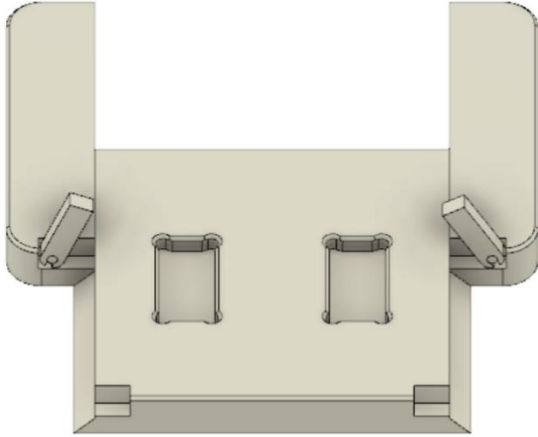


Figura 6: Modelo riel y palancas.

Debido a que la palanca no cumplía con el desempeño a largo plazo esperado (es decir la fatiga y las vibraciones a las que sería sometido terminarían por reducir la vida útil de la palanca), se tenía que agregar demasiados componentes en un espacio sumamente reducido, incluso era necesaria la manufactura de microcomponentes.

Del mismo modo el botón excedía las dimensiones disponibles para ser funcional y si se reducían las dimensiones, afecta al igual que la palanca su desempeño a largo plazo.



Figura 7: Boton pasador.

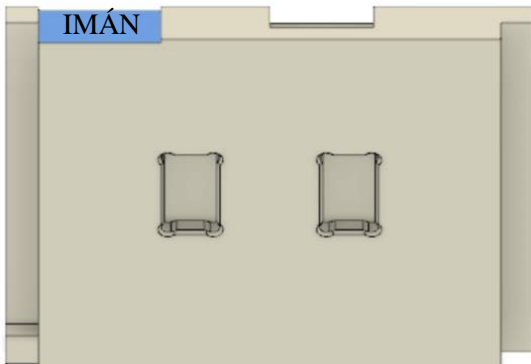


Figura 8: Delrin (MR) con ranura para iman.

Los imanes por otra parte no fueron del total agrado de los empresarios además de que al hacer los cálculos de la fuerza soportada por un imán en cortante y en axial se logró observar que el rendimiento se veía afectado en un 80%. Para mitigar este error se tenía que reajustar el porta tarjeta y/o la base razón suficiente por la que se optó por utilizar el balero.

balero.

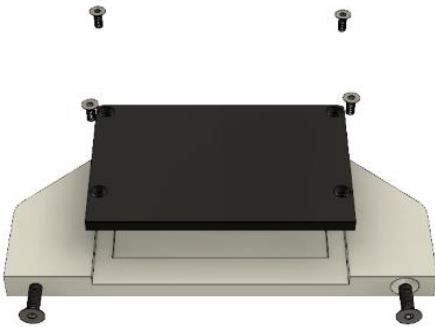
Para el correcto funcionamiento de esa idea se presentó una propuesta en la que se el Delrin (MR) entraba por medio de un riel dentro de una contraparte fijamente atornillada al resto del pallet.



Figura 9 Delrin (MR) final.

Al realizar esta propuesta se evitó la alteración del espesor disponible para trabajo, al mismo tiempo se aumentó de manera significativa el área. Esto repercute en una presentación más agradable estéticamente, funcional y con potencial de explotación.

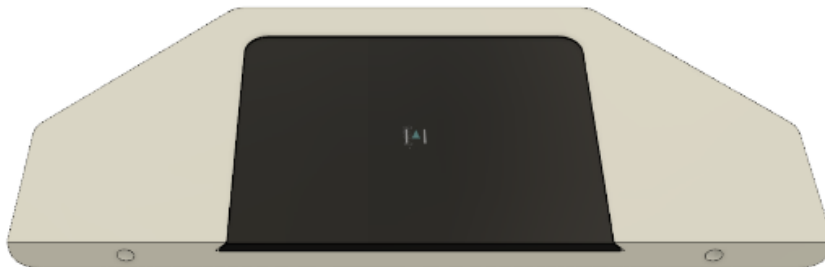
## DESARROLLO DEL PORTATARJETA



*Figura 10: Stand A*

A lo largo del proyecto el porta tarjeta tuvo cuatro versiones destacadas de diseño y dos prototipos, es cual surgió de desarrollar una estructura que mantuviera en posición la tarjeta-sensor elegida para la implementación del IOT en el pallet además protegerla del manejo y/o caídas que tendrá dentro de las prácticas en el laboratorio de logística.

El concepto general del diseño es una placa con una cavidad a la medida de la tarjeta y que una vez dentro se coloque una tapa para sellar la tarjeta dentro, el primer diseño “Stand A” lograba esto por medio de posicionamiento y ensamblaje con tornillos (figura 10).



*Figura 11: Stand B*

Sin embargo, esta versión necesitaba de 6 tornillos, por lo que, en la segunda versión, que se ve en la figura 11 (Stand B), se implementó un riel para posicionar la tapa de la tarjeta eliminando la necesidad de 4 tornillos, este riel se logró con ranuras en ángulo de 45° en la base (hembra) y esquinas en ángulo correspondientes en la tapa (macho), este diseño también ya tomo en cuenta que el material (Delrin (MR)) se vende en espesores de placa diferentes a los supuestos.

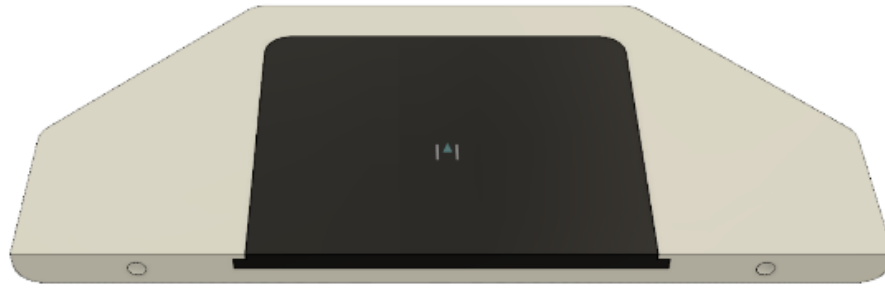


Figura 12: Stand C

El diseño “Stand B” (figura 11) se presentó para prototipo, inicialmente pensado para la presentación del demo del proyecto en la semana de 4 al 9 de marzo, pospuesto por sobrecarga de trabajo de todas las partes involucradas.

El prototipo 1, en base al diseño “Stand B” se realizó del 25 de marzo al 1 abril y el resultado se puede apreciar en la figura 13. Este primer prototipo revelo varios errores de diseño lo cual fue la razón de la última versión del porta tarjeta en el “Stand C” de la figura 12.

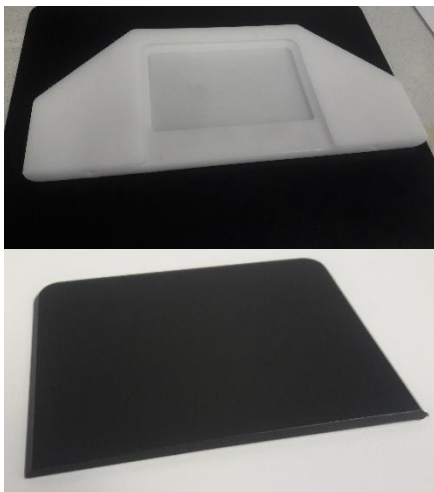


Figura 13-Prototipo 1

Esta última versión implementó el cambio de la ranura a un perfil rectangular y limitado a dos caras de contacto, para que el ensamblaje fuera más fácil considerando que el error de manufactura.

Como último cambio se agregó un *Fixture* con la finalidad de agilizar el tiempo manufactura de la base del porta tarjeta.

El diseño “Stand C” fue aprobado para prototipo 2 con la fecha de entrega pendiente

### 3. Resultados del trabajo profesional

Los resultados obtenidos durante el tiempo en la empresa fueron la entrega del diseño autorizado de ambas partes del pallet integradas.

#### Resultados alcanzados:

Los productos obtenidos fueron:

- A. Manufactura del prototipo 1 (figura 13), correspondiente al diseño de la segunda versión "Stand B" (figura 11).
- B. La modelo y planos del porta de tarjeta en su tercera versión "Stand C" (figura 12) aprobado (anexo).
- C. La creación del modelo y planos del Delrin (MR), sujetadores de Delrin (MR) y modificaciones en placas base. Estas piezas no pudieron llevarse a la creación del prototipo debido algunos cambios realizados a las ideas principales de producción, sin embargo, la creación del prototipo solo necesita afinar unos pequeños detalles, queda pendiente para el siguiente periodo la manufactura de este prototipo, sus ajustes finales y la entrega del Delrin (MR) final.
- D. La adaptación de las bases de pallets para los nuevos modelos. Estas bases representaron un reto al principio debido a que no se tenía la contra parte (el pallet en este caso) para su creación, sin embargo, el modelo fue adecuado y se encuentra listo para su maquinado.

Impacto(s) generado(s).

El principal impacto del proyecto radica en la directa relación con la educación, este proyecto ayuda a la ludificación del proceso de una línea de producción cuando esta cuenta con IOT integrado. Por otra parte, la facilidad de su diseño modular permite por primera vez el intercambio de módulos en cuestión de segundos sin necesidad de detener la actividad en clase.

Por último, el impacto a corto plazo más tangible es el económico, ya que los empresarios podrán presentar la nueva propuesta, crear más confiabilidad con los clientes y extender su lista de estos.

#### 4. Reflexiones del alumno o alumnos sobre sus aprendizajes, las implicaciones éticas y los aportes sociales del proyecto.

- Aprendizajes profesionales

A lo largo del desarrollo de este proyecto tuvimos aprendizajes tanto humanos como profesionales, por el lado humano desarrollamos la comunicación asertiva, negociación, administración del tiempo y responsabilidades a través de la experiencia de trabajar en un ambiente laboral.

El desarrollo del proyecto a través de la metodología de administración de proyectos TAP, de igual manera nos dejó una experiencia real y valiosa de lo que nos encontraremos día a día en el campo profesional.

Por el lado profesional y técnico aprendimos a manejar FUSION 360, CAD, CAM, planos y simulaciones; además de manejo de la fresadora O-R40, pero sin duda el mayor aprendizaje obtenido fue el diseño mecánico optimizado para manufactura.

Además de sernos dados todos los conocimientos antes mencionados, se puso a prueba lo aprendido en clase a través de nuestro tiempo en el ITESO, permitiendo conjuntar lo teórico con lo práctico en un ambiente ingenieril real.

Todo lo anterior sumó a nuestro saber y experiencia profesional, y esperamos que los aprendizajes aquí expresos se reflejen en nuestro futuro profesional.

- Aprendizajes sociales

Uno de los mayores retos y aprendizajes del proyecto fue la administración del proyecto desde su definición, objetivo, alcance, proyección (calendarizada y financiera), etc., que con mucho trabajo y con algunos obstáculos, logramos realizar para el proyecto, y que partir de ahora implementaremos en nuestros futuros proyectos.

Cabe mencionar que como parte de este proyecto fuimos parte de una empresa que destina recursos a la gestión de talento y por nuestra parte brindamos trabajo

profesional a una compañía que surgió de una incubadora de empresas y que ha podido crecer apoyado del CEGINT, el ITESO y de sus alumnos.

Y que una vez concluido este proyecto no solo representa la implementación de las tecnologías del futuro si no que también aporta a los métodos educativos del ITESO y por lo tanto a los futuros ingenieros que pasen por ahí.

- Aprendizajes éticos

A través de este proyecto hemos podido experimentar y sopesar la responsabilidad de que hay detrás de cada decisión en el proyecto, y darnos cuenta que desgraciadamente parte de la vida profesional consiste en lograr resultados, a pesar de los factores externos y en ciertos casos ajenos a nosotros y a partir de ahora planear nuestras responsabilidades con un margen de “error humano” propio y ajeno y de esta manera ser capaces de absorber las adversidades que se presenten en un proyecto y llegar a los resultados exitosamente.

- Aprendizajes en lo personal

Emmanuel:

El proyecto fue revelador al darme cuenta de las consideraciones que se debe de tener en cualquier proyecto, esto debido a que en primera instancia al saber el objetivo, propósito y los entregables involucrados me pareció sumamente sencillo, sin embargo, no percibía la profundidad del proyecto, de igual forma fue gratificante el saber que mis capacidades fueron suficientes para realizar el proyecto y que el proyecto tendrá una tangible aportación social, participara de manera directa en el aprendizaje de los futuros ingenieros industriales, lo cual genera una gratificación sumamente grata.

Gabriela:

De manera personal, creo que este PAP me permitió aprender del diseño mecánico de manera real, de cierta manera sin “rueditas de entrenamiento”, para desarrollar algo desde cero y traerlo a algo posible de manufacturar, en un proyecto que busca implementar la tecnología del futuro a un ámbito educativo, es decir pude aportar en un objetivo que afectará de manera positiva a los siguientes ingenieros que estudien en ITESO.

Así mismo también aprendí de las realidades del ámbito laboral humano, de las dificultades y ventajas de del trabajo en interacción con otros, y del manejo de situaciones de negociación y comunicación.

## 5. Conclusiones

En conclusión, los objetivos del proyecto se lograron de manera general, pero quedan acciones pendientes en lo particular, es decir, a lo largo del tiempo del proyecto se desarrolló y entregó exitosamente una solución de diseño para las necesidades del pallet, quedando pendiente la manufactura y aprobación del prototipo integrado.

Esta solución presentada nos permitió de manera íntegra poner en práctica los saberes profesionales adquiridos en el ITESO y además de adquirir nuevos conocimientos profesionales y humanos, dando como resultado nuestro primer aporte profesional a la industria.

Dejamos en quien retome nuestro avance con la tarea de pasar nuestro diseño a la producción en serie e implementación en laboratorio destino de los pallets.

## 6. Bibliografía

### Referencias

- Cruz, J. M. (15 de Octubre de 2018). *Historia de la industria 4.0*. Obtenido de logicbus: <http://www.logicbus.com.mx/historia-industria-4.0.php>
- Digital Research S.L. (2016). *Qué es industria 4.0 y por qué debería importarte si produces átomos*. Obtenido de Papeles de Inteligencia: <https://papelesdeinteligencia.com/que-es-industria-4-0/>