

# Diseño de Alimentador para Prensa Troqueladora AIDA de 150 Toneladas

Ing. Gerardo Aguilar Hernández<sup>1</sup>, M. C. Filiberto Ramón Cipriano<sup>2</sup>, M. I. Miguel Ángel Vega Rivera<sup>3</sup>

**Resumen**— El siguiente trabajo se llevó a cabo para resolver un problema, en la sección de troquelado de una empresa dedicada al diseño y fabricación de equipo médico; donde el objetivo es realizar el diseño de un alimentador para hacer más eficiente los tiempos y movimientos en las operaciones de manufactura. Además de hacer menos cansado el trabajo de los operadores y, por consiguiente, aumentar la seguridad en las actividades al momento de alimentar de materia prima a una prensa troqueladora de 150 toneladas.

Para el desarrollo del alimentador, se utilizó una Metodología de Administración de Proyectos en Ingeniería, con la cual se dio seguimiento a las diferentes etapas del proyecto para cumplir con los requerimientos particulares de la empresa. Como resultado, se obtuvo un alimentador con un diseño innovador que permite incrementar la productividad a través de la disminución del traslado de los operadores en el área de trabajo.

**Palabras clave:** Alimentador, prensa troqueladora, diseño, productividad, eficiencia de trabajo, administración de proyectos.

## Introducción

Un país con enfoque manufacturero como México, cuya industria de manufactura ronda los 400 mil millones de dólares en bienes cada año, está siempre en busca de moldes y troqueles. Dicha demanda impulsó iniciativas de fortalecimiento de este sector industrial, considerado externo a las industrias tradicionales ya establecidas en el país, como la automotriz, de autopartes, componentes eléctricos y electrónicos, línea blanca, dispositivos médicos y piezas aeronáuticas.

Durante los últimos cinco años se ha llevado a cabo un esfuerzo concertado para fortalecer esta industria, que demanda una cifra importante de producto, ya que el consumo anual gira en torno de los 4 a 5 mil millones de dólares en partes de alta especialidad. De dicha cifra, solo el 5 % se fabrica en México y el resto es importado de Asia y Europa

Europa y Asia son mercados bien establecidos en la manufactura de moldes y troqueles. Como ejemplo, hay más de 7,000 pymes en Europa que agregan valor a esta industria, con una producción de 13 mil millones de dólares por año. En contraste, México tiene 500 compañías con una demanda de 5 mil millones de dólares.

Actualmente, estas son las importaciones mexicanas anuales de moldes:

1. Más de 600 millones de dólares para inyección de aluminio.
2. Más de 1.7 mil millones de dólares para inyección de plástico.
3. Un estimado de 5,000 moldes de inyección de plástico.
4. Más de 700 millones de dólares en troqueles de estampado.
5. Más de 2 mil millones de dólares en herramientas y aditamentos.

Las cifras anteriores se obtuvieron antes de la implementación del T-MEC, que requiere el incremento del contenido regional, así que se espera una mayor demanda de moldes y troqueles para partes producidas por México (Mortera Carlos G., 2021)

Actualmente, en la industria se requieren procesos más eficientes en tiempo, calidad y producción sin dejar atrás la seguridad, es por eso por lo que se hacen grandes inversiones que ayuden a conseguir estos objetivos. Estas inversiones se recuperarán a corto y mediano plazo, pues ayudan en gran medida en la producción, logrando mantener a los clientes satisfechos en entregas a tiempo y calidad.

En el presente, existe una gran variedad de alimentadores automáticos para prensa y otros complementos como: desenrolladores, enderezadores, al igual hay diferentes tamaños y diferentes fuentes de alimentación como eléctrica y neumática. La mayoría, si no es que todos, son para láminas que vienen en rollo, por eso se venden los complementos como desenrolladores y enderezadores.

<sup>1</sup> Estudiante del programa de posgrado de Maestría en Dirección y Gestión de Proyectos de Ingeniería de CIATEQ A. C. Sede Aguascalientes. Ingeniero de manufactura en Flex. Aguascalientes, Ags. México. C. P. 20900. Correo electrónico: [gerardo.aguilar@Flex.com](mailto:gerardo.aguilar@Flex.com)

<sup>2</sup> Ingeniero especialista de aplicación sénior en la Dirección de Ingeniería Virtual y Manufactura de CIATEQ A. C. Sede Querétaro. El Marqués, Querétaro. C. P. 76246. Correo electrónico: [framon@ciateq.mx](mailto:framon@ciateq.mx)

<sup>3</sup> Director del Área de Ingeniería Virtual y Manufactura de CIATEQ A. C. Sede Querétaro. El Marqués, Querétaro. C. P. 76246. Correo electrónico: [mavega@ciateq.mx](mailto:mavega@ciateq.mx)

Sin embargo, hay algunos casos, como el que se presenta a continuación, donde es necesario desarrollar un dispositivo que se adapte a las necesidades específicas de una empresa en función de espacios, tiempos y movimientos, tipo de material que se alimentará en la prensa, velocidad de alimentación, etc.

### Descripción del Método

Para llevar a cabo el proyecto, que tiene como objetivo la implementación de un alimentador para prensa troqueladora AIDA de 150 toneladas, la metodología que se usará será la Metodología de Administración de Proyectos (MAP) que es una combinación de Administración de Proyectos de Clifford F. Gray & Erick W. Larson, FEL y Administración exitosa de proyectos de Gido & Clements. Esta metodología se definió en base a las necesidades de mejora del área de troquelado de la empresa donde se llevó a cabo diseño del alimentador, con el objetivo de contar con un procedimiento para la elaboración de proyectos de diseño en ingeniería. A continuación, en la figura 1, se muestra las etapas identificadas para un proyecto.

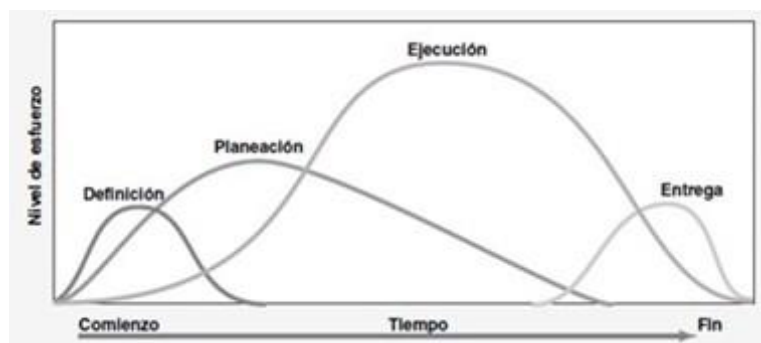


Figura. 1. Etapas de un proyecto. Fuente: Clifford F. Gray & Erick W. Larson, Administración de Proyectos.

La metodología de MAP cuenta con cuatro etapas, las cuales se presentarán en la siguiente tabla.

Metodología de Administración de Proyectos (MAP)			
Etapa 1 – Definición	Etapa 2 – Planeación	Etapa 3 – Ejecución	Etapa 4 - Entrega
Construcción de relaciones con el cliente	Calendario de actividades	Desarrollo de la ingeniería	Transferencia de Documentos
Establecer metas y objetivos a largo plazo	Presupuesto	Reporte de avances	Capacitación del cliente
Especificaciones	Recursos	Administración del control de cambios	Liberación de personal – Cierre del proyecto
Integración del equipo del proyecto	Identificación del riesgo	Proceso de Administración de los riesgos	Reconocimiento y evaluación del personal
Del paquete de tareas a la red	Asignación de personal	Pronóstico del costo final del proyecto	Lecciones aprendidas
Responsabilidades del equipo de prioridades			
Revisiones con el cliente			

Tabla 1. Metodología MAP definida para el desarrollo del proyecto.

A continuación, se presenta un concentrado de las etapas del proyecto, desarrolladas con la metodología MAP.

#### Etapa 1. Definición. Las especificaciones.

En esta etapa se definen los requisitos del cliente, así como los objetivos y metas que se llevarán a cabo para el proyecto. En esta parte, el director del proyecto en conjunto con el cliente debe establecer claramente el producto que se requiere lograr, para estar consciente de él durante todo el tiempo que dure el proyecto y lograr lo que se está definiendo. Construir relaciones y una comunicación eficaz con el cliente es parte fundamental para llegar con éxito a la realización de cualquier proyecto, ya sea pequeño o grande.

El cliente, en este caso el gerente del área de troquelado solicitó que el dispositivo a diseñar y fabricar tenga las siguientes especificaciones:

1. Compacto (adaptado al espacio disponible).
2. Fácil de usar.
3. Seguro.
4. Que sea semiautomático.
5. Capaz de mover los diferentes materiales (perfiles estructurales).
6. Diseñado y fabricado dentro de Flex.

A continuación, se presentan las figuras 2 y 3 donde se describen los desplazamientos del operador durante todo el transcurso de la operación de troquelado. Uno de los objetivos es aumentar la productividad a través de la disminución del traslado del operador entre las diferentes posiciones en el área de trabajo.

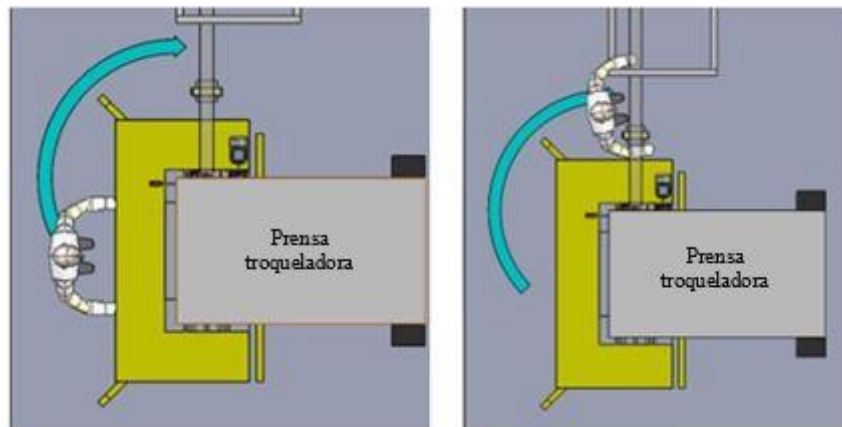


Figura 2. En la imagen de la izquierda, se muestra al operador en posición inicial; a la derecha, su traslado hacia el rack para empujar el material a la prensa.

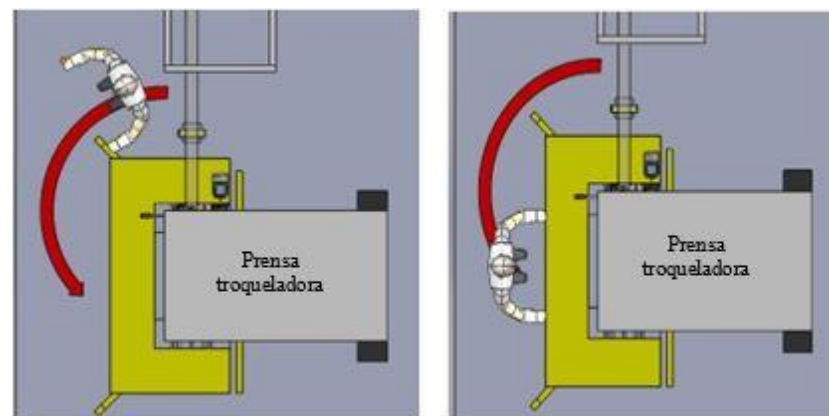


Figura 3. En la imagen de la izquierda, se muestra al operador regresando de haber empujado el material; a la derecha, se aprecia en la posición inicial para realizar un troquelado nuevamente.

### *Etapa 2. Planeación.*

Realizar un proyecto sin antes haber realizado una planeación sería una pérdida, pues más adelante se tendrían que hacer modificaciones para sacar adelante el trabajo, pero con pérdida de tiempo y dinero y con el riesgo de que el proyecto fracasase.

Por esta razón, antes de iniciar la ejecución de las actividades, el administrador del proyecto debe tomarse el tiempo para hacer una planeación de cómo se llevará a cabo el proyecto. En este caso, de acuerdo con la etapa 1, se realizó un calendario de actividades (plan de trabajo) para establecer las actividades que se llevarán a cabo durante todo el proyecto; en él que se especifican su tiempo de duración, presupuesto, recursos, asignación de tareas, etc.

Esta es una herramienta que sirve como guía y establece estrategias que permiten alcanzar objetivos mediante la colaboración y el trabajo en equipo. Las tareas se asignaron tomando en cuenta las áreas de especialidad y experiencia de los participantes. A continuación, se presenta un desglose de las tareas ejecutadas para el desarrollo de la ingeniería del proyecto de alimentador para prensa troqueladora AIDA de 150 toneladas.

▲ METODOLOGÍA DE ADMINISTRACIÓN DE PROYECTOS (MAP)	51.58 days	Tue 1/4/22	Wed 3/16/22		0	553.63 hrs	\$114,743.00
▷ ETAPA 1 DEFINICIÓN	4.45 days	Tue 1/4/22	Mon 1/10/22		1	39.32 hrs	\$4,300.00
▷ ETAPA 2 PLANEACIÓN	4.13 days	Fri 1/7/22	Fri 1/14/22			18 hrs	\$3,600.00
▲ ETAPA 3 EJECUCIÓN	38 days	Thu 1/13/22	Tue 3/8/22			254 hrs	\$99,643.00
▲ Desarrollo de la ingeniería	36 days	Thu 1/13/22	Fri 3/4/22	13		234 hrs	\$95,643.00
▷ Ingeniería conceptual	15 days	Thu 1/13/22	Thu 2/3/22			60 hrs	\$12,000.00
▷ Ingeniería básica	16 days	Thu 1/13/22	Fri 2/4/22			24 hrs	\$11,200.00
▷ Ingeniería de detalle	2 days	Fri 2/4/22	Tue 2/8/22			8 hrs	\$1,600.00
▷ Fabricación	20 days	Fri 2/4/22	Fri 3/4/22			142 hrs	\$70,843.00
Reporte de avances	1 day	Fri 3/4/22	Mon 3/7/22	16	Gerardo Agu	4 hrs	\$800.00
Cambios, administración del control de cambios	0.5 days	Mon 3/7/22	Tue 3/8/22	33	Cesar Regalado	4 hrs	\$800.00
Calidad proceso de administración de riesgos	1 day	Thu 1/13/22	Fri 1/14/22	13	Cesar Regalado	8 hrs	\$1,600.00
Pronóstico del costo final del proyecto	1 day	Mon 3/7/22	Tue 3/8/22	33	Gerardo Aguilar	4 hrs	\$800.00
▷ ETAPA 4 ENTREGA	6 days	Tue 3/8/22	Wed 3/16/22			36 hrs	\$7,200.00

Figura 4. Plan de trabajo con desglose de tiempo y costos del proyecto.

### Etapa 3. Ejecución.

En esta sección, se desarrollaron todas las actividades de la ingeniería conceptual, básica y de detalle en las que se incluyen los cálculos para el dimensionamiento y las especificaciones técnicas de los elementos para el alimentador. En todas las etapas es importante la comunicación y en esta etapa no es la excepción, debe haber comunicación constante y efectiva. Por lo que cada integrante debe desarrollar su trabajo de manera consciente y comprometida para culminar el proyecto en tiempo, forma y calidad.

En esta etapa, también se realizó la fabricación de los elementos del alimentador. Algunas partes se cortaron con láser y se maquinaron, otras se compraron por ser componentes comerciales. Después de la fabricación, se procedió a ensamblar los diferentes elementos, empezando con la parte inferior que es la base del dispositivo. A continuación, en la figura 5, se presentan imágenes de los dibujos de ingeniería, de los elementos fabricados y ensamblados para el sistema de elevación del alimentador para prensa.

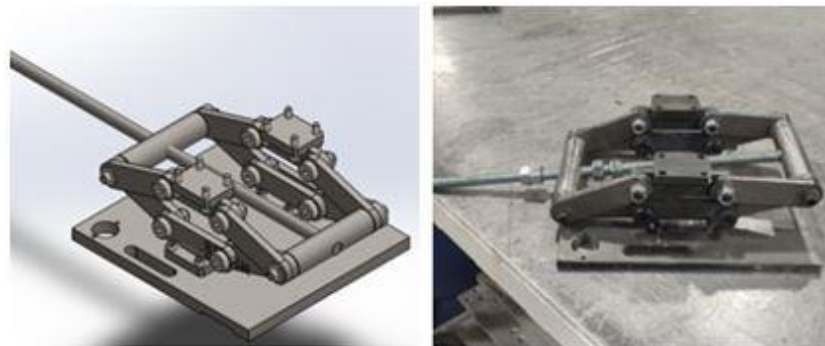


Figura 5. Sistema de elevación de alimentador para prensa.

### Etapa 4. Entrega.

En esta última etapa se refiere a la entrega del dispositivo físico al cliente, así como los documentos y planos de fabricación y ensamble que se desarrollaron durante el proyecto. Al entregarle el proyecto al cliente hay que



capacitarlo en el manejo del dispositivo y mostrarle que funciona y que es de fácil uso. El cliente debe aprobar la liberación del proyecto, dando su visto bueno y firmando la carta de terminación de proyecto.

Para la entrega de documentos, se necesita hacer una lista para que el cliente quede satisfecho con el trabajo y con el desarrollo de éste, además de saber dónde puede consultar cualquier información referente al proyecto.

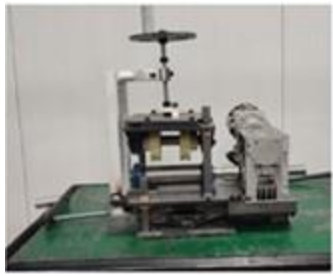
No.	Documentos para entregar		Dispositivo para entregar al cliente
1	Archivos electrónicos de diseño 3D.	✓	
2	Planos de fabricación y ensamble.	✓	
3	Lista de partes comerciales con especificaciones.	✓	
4	Piezas físicas de refaccionamiento.	✓	
5	Manual de operación y mantenimiento.	✓	

Tabla 2. Lista de documentos entregados al cliente para su consulta.

### Lecciones aprendidas.

En reunión con los integrantes del equipo de trabajo, se efectúa un recuento de las actividades realizadas durante el proyecto para tener conocimiento de una o varias experiencias adquiridas a través de la reflexión y el análisis crítico sobre los factores que pueden haber afectado positiva o negativamente. Para este caso, se encontraron las siguientes lecciones aprendidas.

1. La realización de un acta constitutiva fue de gran ayuda para delimitar el proyecto, ya que en ella se reunían todos los requisitos establecidos. Fue la guía de referencia del proyecto.
2. De la planeación de las actividades, se notó que algunos participantes del equipo de trabajo tenían horas asignadas en exceso. Se hizo un balance para quitar el excedente de trabajo y equilibrar en lo posible las tareas asignadas en algunas personas.
3. Las revisiones y comunicación con el cliente fueron de gran ayuda en el seguimiento de avance de las actividades del proyecto.

### Resultados

A continuación, se presentan algunos resultados del diseño y de la fabricación del dispositivo. Al momento de ensamblar las piezas, iniciando con la parte inferior del sistema de elevación, se llevaron a cabo pruebas de su funcionamiento sin carga. Durante éstas, se pudieron integrar algunas mejoras, como las que se describen en seguida:

1. Se colocaron 2 postes con 2 bujes de acero para sujeción en la parte inferior y 2 bujes de bronce para guiar el deslizamiento en la parte superior del sistema de elevación.
2. Otra oportunidad de mejora fue que el espárrago o tornillo sin fin que se cambió por un tornillo con rosca ACME de mayor capacidad.

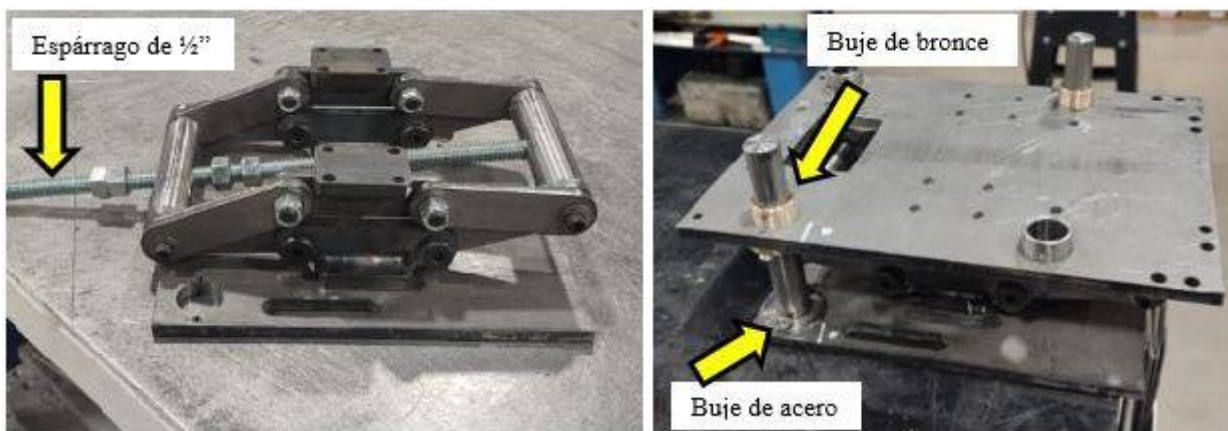


Figura 6. Sistema de elevación y sistema de elevación modificado.

### *Comentarios finales*

En este trabajo, se desarrolló un alimentador para prensa de troqueladora que cumplen las especificaciones del cliente al construirlo compacto, semiautomático y que pueda mover las diferentes formas de materiales que se procesan en el área de troquelado. Al fabricarlo, se pudieron integrar algunas mejoras en el diseño del dispositivo.

### *Resumen de resultados*

1. Con la metodología MAP se logró desarrollar el proyecto de diseño de alimentador para prensa troqueladora AIDA de 150 toneladas de forma ordenada. Siguiendo los pasos de las etapas, fue posible llegar a la terminación del proyecto cumpliendo con las especificaciones establecidas del cliente.
2. Se demostró que es posible diseñarlo y fabricarlo con personal de la empresa con los recursos internos y tiempo especificado usando la metodología MAP. Fabricar el prototipo da la confianza en crear dispositivos propios que ayuden al personal a facilitar y mejorar las tareas en los procesos de manufactura de la empresa.
3. Actualmente, al dispositivo se le integró en el sistema de elevación un tornillo con cuerda ACME. Posteriormente, se probará funcionalmente para verificar su capacidad con carga y analizar la posibilidad de ajustes.

### *Conclusiones*

1. Con el diseño y fabricación del alimentador para prensa, se logró conocer las capacidades del equipo de trabajo de las especialidades de diseño y de maquinados. Trabajando en equipo y en forma coordinada con el apoyo de la metodología MAP, se pueden lograr resultados en beneficio del área de troquelado sumando de esta forma a la productividad de la empresa.
2. Actualmente, el dispositivo se encuentra en etapa de pruebas de funcionalidad, se analizará si requiere implementar mejoras para posteriormente realizar pruebas con carga en la prensa.
3. Al disminuir los traslados de los operadores en el área de trabajo, se incrementará la seguridad y productividad de los procesos de troquelado, mismas que podrán ser medidas en una etapa posterior a las pruebas de funcionalidad, donde se evaluará el desempeño de alimentador.

### **Referencias**

1. VIII Congreso Internacional sobre Innovación y Desarrollo Tecnológico, 24 al 26 de noviembre de 2010, Cuernavaca, Morelos, México.
2. IX Congreso Internacional sobre Innovación y Desarrollo Tecnológico, 23 al 25 de noviembre de 2011, Cuernavaca, Morelos, México.
3. Antonio M. Saravia, los proyectos de investigación y transferencia de tecnología agropecuaria. IICA, San José, Costa Rica, 1995.
4. Clifford F. Gray & Erick W. Larson Administración de Proyectos, México, McGraw Hill, 2009.
5. Gilberto Enríquez Harper, El ABC del control electrónico de las máquinas eléctricas, Editorial Limusa, S.A. de C.V. México, D.F. 2003.
6. José Roldán Viloria, Máquinas, herramientas y materiales de procesos básicos de fabricación. Ediciones Paraninfo, SA. Madrid, España, 2021.
7. Lee J. Krajewski, Larry P. Ritzman, Administración de operaciones: Estrategia y análisis. Pearson Educación, México, 2000.
8. Lorena Casal Otero, Gestión de Proyectos. Editorial, Vigo, 2006.
9. Mortera Carlos G. (01/08/2021) Iniciativas para crecer un sector industrial transversal: moldes y troqueles mexicanos. Revista Modern Machine Shop.
10. Pablo Aceves Salmón, Administración de proyectos. Grupo editorial Patria, S.A. de C.V. Azcapotzalco, Ciudad de México, 2018.
11. Robert L. Mott, Diseño de elementos de máquinas. Pearson Educación, México, 2006.

### **Notas biográficas**

El **Ing. Gerardo Aguilar Hernández**, actualmente es estudiante del programa de posgrado de maestría en Dirección y Gestión de Proyectos de Ingeniería de CIATEQ A. C. Sede Aguascalientes.

Es ingeniero de manufactura en Flex, Aguascalientes. Titulado del Instituto Tecnológico de Aguascalientes como Ingeniero industrial. Ha trabajado en empresas como: Sensata, Lala, MasEngineering, Indimex, Maindsteel.

El **M. C. Filiberto Ramón Cipriano** se desempeña como ingeniero especialista de aplicación sénior en la Dirección de Ingeniería Virtual y Manufactura de CIATEQ A. C. Egresado del Instituto Tecnológico de Celaya como Maestro en Ciencias en Ingeniería Mecánica con la especialidad de Diseño Mecánico. Ha participado para diferentes empresas en proyectos de desarrollo tecnológico e investigación, enfocados a la conceptualización, diseño, modernización y puesta en marcha de maquinaria de aplicación especial y sus componentes.

El **M. I. Miguel Ángel Vega Rivera**, es ingeniero mecánico egresado de la E.S.I.M.E. especialista en diseño mecánico y procesos de manufactura. Maestro en Procesos de Ingeniería por la Universidad Mondragón México. Actualmente, se desempeña como director de la Dirección de Ingeniería Virtual y Manufactura de CIATEQ A. C. donde se realizan proyectos orientados al diseño, desarrollo tecnológico y la fabricación de dispositivos y maquinaria de aplicación especial para diferentes empresas.