

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA
FACULTAD DE CONTADURÍA Y ADMINISTRACIÓN



**LA ADMINISTRACIÓN DE COSTOS PARA LA INTRODUCCIÓN DE
NUEVOS PRODUCTOS EN UNA EMPRESA MANUFACTURERA DE
DISPOSITIVOS MÉDICOS DE TIJUANA, B.C., MÉXICO**
“EL CASO DE: ABC DE MÉXICO, S. DE R.L. DE C.V.”

TESIS
QUE PARA OBTENER EL GRADO DE
MAESTRO EN ADMINISTRACIÓN

PRESENTA:

RAÚL ALEJANDRO TREJO PÉREZ

DIRECTOR DE TESIS:

DR. ALFONSO VEGA LÓPEZ

TIJUANA B.C.

MARZO DE 2020

Dedicatoria y Agradecimientos

Quiero agradecer primeramente a Dios por darme salud y fortaleza para completar mis metas.

Dedico este trabajo a mi familia, en especial a mis padres que son la razón y fuente de mi existencia en esta vida. Gracias por enseñarme a ser una persona de bien, por su apoyo incondicional durante este proceso y durante toda mi vida, sin ustedes no me hubiera convertido en lo que soy hoy en día.

Quiero expresar mi agradecimiento al Dr. Alfonso Vega López quien fungió como mi director de tesis, gracias por su soporte, por sus recomendaciones, por su paciencia y por guiarme durante la elaboración de esta tesis.

A mis compañeros, los cuales han sabido compartir su experiencia en sus diferentes campos de trabajo para fortalecer nuestro conocimiento y por su amistad.

Gracias a todos y cada uno de mis profesores de la Maestría en Administración.

Gracias a la Dra. Nancy Montero como coordinadora de la Maestría en Administración, por su apoyo desde el inicio hasta este día de terminación.

Por último, agradezco a mi alma mater por regalarme la oportunidad en esta ocasión de estudiar un posgrado.

•

Resumen

El propósito de este estudio de caso, es implementar una herramienta que permita llevar a cabo una administración de costos con sus respectivos indicadores, con la finalidad de llevar un control adecuado de los mismos durante la introducción de nuevos productos y que no se vaya a gastar más de lo presupuestado, ya que al inicio del proyecto se pronostica cuanto va a ser el monto total que se va a tener que gastar.

Se revisaron a distintos autores de gestión de proyectos, para llevar a cabo la administración de costos se encontró que hay un método que es el mayormente utilizado por las empresas, el cual puede adecuarse dependiendo la naturaleza de cada una de ellas. En este estudio de caso, se desarrolló una plantilla en el software Microsoft Excel para poder aplicar este método.

Para el desarrollo de este método, se utilizó como base a la compañía “ABC de México, S. de R.L. de C.V.” la cual es una empresa manufacturera de dispositivos médicos situada en Tijuana, B.C., México, y actualmente se encuentra introduciendo nuevos productos en sus instalaciones.

Palabras claves: costo, proyecto, indicador, administración de costos, dispositivo médico.

Abstract

The purpose of this case study is to implement a tool that allows to carrier a cost management with their respective cost indicators, with the purpose of keeping an adequate control of them during the introduction of new products and not going to spend more than budgeted, since at the beginning of the project it is predicted how much the total amount is going to have to be spent.

Different project management authors were reviewed, to carry out cost management it was found that there is a method that is mostly used by companies, which can be adapted depending on the nature of each of them. In this case study, a template was developed in Microsoft Excel software to apply this method.

For the development of this method, the company “ABC de México, S. de R.L. de C.V.” which is a medical device manufacturing company located in Tijuana, B.C., Mexico, and is currently introducing new products in its facilities.

Keywords: cost, project, indicator, cost management, medical device

Índice

Introducción	6
Capítulo I. Generalidades del proyecto.....	7
1.1 Situación actual de la empresa	7
1.2 Planteamiento del problema.....	8
1.3 Justificación	9
1.4 Objetivos de Investigación.....	10
1.4.1 Objetivo general.....	10
1.4.2 Objetivos específicos	10
1.5 Preguntas de investigación.....	10
1.6 Matriz de congruencia.....	11
Capítulo II. Marco teórico.....	12
2.1 Conceptos:.....	12
2.2 Métodos de administración de costos	28
2.2.1 Método de las zonas (<i>Zone method</i>)	28
2.2.2 Método de valor de puerta (<i>Gate Value Method</i>).....	30
2.2.3 Gestión de valor ganado (<i>Earned Value Managment</i>).....	31
2.3 Método a utilizar: Gestión de valor ganado	38
Capítulo III. Marco contextual.....	39
3.1 La industria en el ámbito internacional.....	39
3.2 La industria médica en el ámbito internacional	43
3.3 La industria médica en México.....	49
3.4 La industria médica en Baja California y Tijuana.	57
Capítulo IV. Metodología	61
4.1 Tipo de estudio.....	61
4.2 Aportación del estudio	61
4.3 Sujetos de estudio	61
4.4 Identificación de las variables.....	62
4.5 Procesamiento de la información.....	65
4.6 Matriz metodológica	66
Capítulo V. Desarrollo del caso de estudio.....	67
5.1 Antecedente y situación actual.....	67
5.2 Obtención de las variables independientes	68

5.3 Aplicación de la herramienta	68
5.4 Resultados	69
5.4.1 Escenario #1.....	69
5.4.2 Escenario #2.....	73
Conclusiones y Recomendaciones	76
Fuentes de información.....	78
Referencias bibliográficas:.....	78
Referencias digitales:	79
Anexos	80
Anexo 1.- Plantilla Gestión del valor ganado (EVM).....	80

Introducción

Toda compañía busca siempre incrementar sus utilidades, para lograr esto se trabaja día a día para producir más con menos, es decir, ser eficientes y eficaces. No hay que olvidar que la otra forma es tener una estrategia de desarrollo organizacional, para esto se requiere la implementación de nuevos productos, nuevos equipos, nuevas tecnologías, nuevas plantas, entre otras cosas, para posteriormente conjuntar todas estas capacidades y empezar a fabricar dispositivos novedosos.

El diseñar un producto completamente nuevo requiere mucha inversión, pero una vez desarrollado puede generar muchos beneficios. Un producto médico es mucho más complejo de lo que se puede pensar, ya que requiere cumplir con una normatividad y muchos procedimientos exigidos por departamentos gubernamentales de cada país, posterior al diseño, sigue el establecer los procesos de su manufactura, donde de igual manera se requiere cumplir varios requerimientos, entre ellos, el de validar que el producto funciona y que el riesgo de fallo sea mínimo.

Actualmente se ha incrementado considerablemente las ganancias para las compañías que ofrecen este tipo de productos, ya que todo lo que esté relacionado con la medicina tiene un costo muy alto, pero al final es necesario ya que mejora la salud de las personas. Se pueden encontrar varias empresas que buscan convertirse en líderes de este ramo, por eso cada vez hay más inversión en investigación y desarrollo y por consecuencia más utilidades.

El presente trabajo tiene como objetivo presentar como llevar a cabo una administración de costos, para la introducción de nuevos productos a través, de un método denominado Gestión de Valor Ganado (EVM) en una empresa manufacturera de dispositivos médicos. Para el desarrollo del siguiente trabajo, se realizó un diagnóstico de la situación actual de la empresa “ABC de México”, S. DE R.L. DE C.V., el problema que se tiene y su importancia.

A lo largo del documento se explican conceptos relacionados a la administración de costos. Este estudio propone la implementación de una herramienta denominada Gestión de Valor Ganado (EVM) para llevar un adecuado control de los costos explicando el procedimiento para llevarlo a cabo, para analizar los resultados y proponer recomendaciones para concluir proyectos dentro del presupuesto asignado. Cabe señalar, que alguna información de la empresa se encontrará limitada en este estudio de caso, debido a sus políticas de privacidad y confidencialidad.

Capítulo I. Generalidades del proyecto

1.1 Situación actual de la empresa

Actualmente la empresa manufacturera de producto médico se encuentra en constante crecimiento, al implementar nuevas líneas de producción con tecnologías innovadoras, gestionando desde la compra de materia prima, la fabricación de dispositivos y la distribución a los diversos mercados. La compañía “ABC de México, S. de R.L. de C.V.” se encuentra introduciendo nuevos productos en su planta de Tijuana, ya sea con transferencias o implementando novedosos diseños, todo esto generará nuevas líneas manufactureras, equipos, tecnologías, procesos y más empleo, con el fin de obtener mayores ingresos.

En la mayoría de los proyectos, el enfoque principal para satisfacer a los clientes es la introducción del producto en tiempo y cumpliendo con los altos estándares de calidad, que requiere un producto médico y se pasa a segundo término el costo que se genera. Todo desarrollo del proyecto cuenta con un presupuesto, el cual fue determinado a través de un proceso de cotización, donde se contemplan los requerimientos generales para la implementación de algún producto que una determinada empresa desea que se fabrique en las instalaciones ubicadas en Tijuana, B.C. México. La compañía “ABC de México, S. de R.L. de C.V.” cuenta con un procedimiento para introducir un nuevo proyecto, pero no se tiene una estructura para la administración del costo que se generará. Se determina un presupuesto inicial, el cual se consume hasta la finalización del proyecto.

1.2 Planteamiento del problema

Para obtener mayores ingresos la empresa busca la introducción de nuevos productos, donde los clientes solicitan una cotización para la introducción y la fabricación de sus productos, para ello se tiene un departamento para generarla. El alcance de este caso de estudio comienza una vez que es aprobada la cotización y por consiguiente da inicio el proyecto. La compañía cuenta con un plan de introducción, pero no se tiene una estructura para la administración del dinero. Se cuenta con un procedimiento con 4 fases: planeación, evaluación, validación y confirmación.

1. Planeación: En esta fase es donde se realiza la línea de tiempo del proyecto, los recursos que se van a requerir y la revisión de la información que se tiene.
2. Evaluación: En esta etapa se empieza a trabajar en la liberación de documentos, en la compra de equipos, en implementar las instalaciones necesarias y la evaluación de los equipos.
3. Validación: En esta fase se hace la verificación de que el proceso puede fabricar productos dentro de especificación.
4. Confirmación: Por último, esta etapa es el inicio de la producción y tiene una duración entre 2 y 3 meses.

Se cuenta con un presupuesto inicial para la compra de equipos, instalaciones, herramientas, material, pruebas, etc. Durante el avance del proyecto pueden surgir cambios, originados por la compañía o por los mismos clientes. Cuando son generados por la compañía, se debe asumir que tal costo debe ser cubierto por ella, pero cuando son solicitudes del cliente, se debe generar una segunda cotización y ser cobrada, ya que se considera un cambio de alcance. En algunos casos, para no perder la relación con los clientes, se evita cobrar los cambios originados por ellos, provocando que los proyectos sean culminados con saldo deudor y se tenga que usar las ganancias iniciales de la producción para cubrir estos montos.

Para asegurarse de que los proyectos sean completados dentro de los presupuestos establecidos inicialmente o con cambios surgidos, pero manejados correctamente, debe evaluarse la posibilidad de implementar una estrategia administrativa, para gestionar el dinero a lo largo de cada una de las fases de la implementación, buscando tener un manejo adecuado de los fondos y facilitando a los gerentes o ingenieros de proyecto el control de éstos.

1.3 Justificación

El concepto de administración en la actualidad, es de lo más importante para el manejo de un proyecto, la aplicación de un proceso administrativo es necesario para poder ser eficientes. El aplicar este concepto, ayudará a ser exitoso ya que permite gestionar los recursos de la manera más eficiente para poder cumplir los objetivos estipulados. Este estudio está enfocado hacia la administración del dinero que se tiene para la implementación de los proyectos. También se pueden identificar los resultados obtenidos en aspectos financieros de antiguos proyectos, donde la compañía tuvo que asumir pagos no contemplados.

Todas las empresas introducen al mercado nuevos productos con el fin de mejorar sus resultados financieros, y son los que mayor peso tienen en la toma de decisiones, ya que el objetivo de todas las compañías es ser rentable, incrementando las ganancias en favor de los socios.

Aplicar herramientas administrativas en la empresa para la ejecución del presupuesto durante el proceso de la introducción ayudará a que al final del proyecto, cuando se busque cerrar las cuentas, no se tenga pérdidas, que se cumpla el objetivo planteado y se empiecen a generar las ganancias planeadas. Ya que de otra manera se tendrá un déficit, el cual se deberá cubrirse con las utilidades de la empresa hasta que sea saldado y se empezará a obtener el ingreso que fue planeado al inicio del proyecto cuando fue cotizado.

1.4 Objetivos de Investigación

1.4.1 Objetivo general

Identificar y analizar los beneficios de la administración de costos y seleccionar los indicadores de desempeño necesarios, para proponer e implementar un método eficiente de control de los costos, durante la introducción de nuevos productos de una empresa manufacturera de dispositivos médicos.

1.4.2 Objetivos específicos

1. Identificar y analizar los beneficios de utilizar la administración de costos.
2. Seleccionar los indicadores de desempeño necesarios para medir el ejercicio de los costos durante la introducción del proyecto.
3. Proponer e implementar un método eficiente que lleve un control de los costos programados para un proyecto de introducción de nuevos productos en una empresa de manufactura de dispositivos médicos.

1.5 Preguntas de investigación

1. ¿Qué beneficios propicia la utilización de la administración de costos?
2. ¿Qué indicadores de desempeño son necesarios para medir el ejercicio de los costos durante la introducción del proyecto?
3. ¿Cuál sería un método eficiente para poder llevar un control de los costos programados para un proyecto de introducción de nuevos productos?

1.6 Matriz de congruencia

A continuación, se puede ver la tabla 1 donde se encuentra la matriz de congruencia de este estudio y se puede ver el título del proyecto, los objetivos y las preguntas de investigación de una manera conjunta.

Tabla 1: Matriz de congruencia

Proyecto	Objetivos		Preguntas de Investigación
	General	Específicos	
La administración de costos para la introducción de nuevos productos en una empresa manufacturera de dispositivos médicos de Tijuana, B.C., México. “El caso de: ABC de México, S. de R.L. de C.V.”	Identificar y analizar los beneficios de la administración de costos y seleccionar los indicadores de desempeño necesarios, para proponer e implementar un método eficiente de control de los costos, durante la introducción de nuevos productos de una empresa manufacturera de dispositivos médicos.	1. Identificar y analizar los beneficios de utilizar la administración de costos. 2. Seleccionar los indicadores de desempeño necesarios para medir el ejercicio de los costos durante la introducción del proyecto. 3. Proponer e implementar un método eficiente que lleve un control de los costos programados para un proyecto de introducción de nuevos productos en una empresa de manufactura de dispositivos médicos.	1. ¿Qué beneficios propicia la utilización de la administración de costos? 2. ¿Qué indicadores de desempeño son necesarios para medir el ejercicio de los costos durante la introducción del proyecto? 3. ¿Cuál sería un método eficiente para poder llevar un control de los costos programados para un proyecto de introducción de nuevos productos?

Fuente: Rivas, (2004).

Capítulo II. Marco teórico

2.1 Conceptos:

En este capítulo, se abordan los principales conceptos relacionados a la administración de costos para la introducción de nuevos productos en una empresa manufacturera de dispositivos médicos; para llevar un buen control de costos de los proyectos es importante estar monitoreándolos de manera frecuente e implementar acciones en el momento adecuado.

Administración:

La administración tiene que ver con coordinar y supervisar las actividades laborales de otras personas, de manera que sean realizadas de forma eficiente y eficaz. La administración se ocupa, entre otras cosas, de garantizar que las actividades laborales sean ejecutadas con eficiencia y eficacia por las personas responsables de llevarlas a cabo; la eficiencia se refiere a hacer las cosas bien o lograr los mejores resultados a partir de la menor cantidad de recursos y la eficacia a hacer lo correcto o llevar a cabo las actividades laborales que derivarán en el logro de los objetivos de la empresa (Robbins & Coulter, 2014).

De acuerdo con Benavides (2014), la palabra administración puede presentar distintas definiciones:

- Proceso para alcanzar metas organizacionales, trabajando con y por medio de personas y empleando otros recursos organizacionales.
- Sistema de funciones coordinadas, que contiene las decisiones adoptadas, para lograr con máxima eficiencia los objetivos de un organismo social.
- Proceso de tomar decisiones bajo condiciones de incertidumbre y riesgo con recursos escasos y limitados para alcanzar determinados objetivos y obtener resultados.

Dentro de las características principales de la administración se tienen: Universalidad, valor instrumental, unidad temporal, amplitud de ejercicio, especificidad, interdisciplinariedad, flexibilidad (Benavides, 2014).

Louffat (2016), explica que una definición de administración debe incluir tres dimensiones esenciales: En primer lugar, los recursos administrativos ya que toda institución precisa de dinero, infraestructura, materiales y personas para poder actuar; en segundo lugar, las áreas administrativas referidas al conocimiento o *expertise* para aplicar técnicas de finanzas,

mercadotecnia, logística, etc.; y en tercer lugar, el proceso administrativo como elemento convergente e integrador de la acción administrativa, por medio de la planeación, organización, dirección y control. En base a estos criterios la administración puede ser conceptualizada como el proceso administrativo encargado de administrar los recursos humanos administrativos en las diversas áreas administrativas.

Control:

Robbins & Coulter (2014), publican que la última función de la administración es el control. Una vez que se han establecido los objetivos y los planes (planeación); que la disposición de las tareas y la estructura se ha puesto en acción (organización), y que se ha contratado, capacitado y motivado al personal (dirección), se hace necesario evaluar si las cosas han sido ejecutadas de acuerdo con lo planeado. Para asegurarse de que los objetivos se cumplan y de que el trabajo sea realizado como se debe, los gerentes supervisan y evalúan el desempeño. El desempeño real es comparado con los objetivos establecidos. Si dichos objetivos no se han logrado, es labor del gerente corregir la situación. Este proceso de supervisar, comparar y corregir es la función de control.

El control debe considerarse como el instrumento apropiado para alcanzar la mejora continua de las operaciones, ya que su esencia es verificar si las actividades de la empresa están o no alcanzando los resultados esperados, comprobar que se siga el proceso hacia los objetivos organizacionales, restablecer el curso si éstos cambian, identificar las afectaciones del ambiente a los planes por su alta variabilidad y para adaptarse a las condiciones variantes y, en su caso, corregir las desviaciones (Benavides, 2014).

Coullier (2016), menciona que la mayoría de los proyectos pasan por etapas similares de inicio a fin. Estas etapas caracterizan el ciclo de vida del proyecto y forman la base para la administración efectiva de proyectos. Las etapas son: definir, planear, organizar, controlar y cerrar. La etapa de control evalúa que tan bien cumple un proyecto con sus metas y objetivos y hace ajustes según sean necesarios. Controlar involucra recopilar y evaluar reportes de estatus, administrar cambios según puntos de referencia y responder a circunstancias que pueden impactar negativamente a los participantes del proyecto.

Costo:

Lerma (2017), define el costo como el conjunto de erogaciones que se realizan durante el proceso productivo, y cuyo importe se integra al valor del producto; en tanto que gasto es el conjunto de erogaciones que no se integran al valor del producto. A medida que las empresas van desarrollando productos, internamente van generando estándares de tiempos y costos con los que podrán estimar los costos del desarrollo; la empresa puede estimar y después registrar contablemente los costos y gastos que integran el monto de la inversión hecha por la organización para integrar un nuevo elemento a la mezcla de productos que maneja.

Benavides (2014), explica que durante la administración se hace necesario el establecimiento de estándares, dentro de los estándares cuantitativos se pueden establecer cuatro unidades de medida: cantidad, calidad, tiempo y costo. El costo lo describe como la cantidad necesaria para fabricar determinado producto, prestar determinado servicio, etc., la cual constituye como una unidad apreciada por todo directivo.

El costo fijo se define como todos aquellos costos que naturalmente no varían en relación directa con la producción, sino que están en función directa con el tiempo; en cambio, los costos variables son aquellos que están en función directa del volumen de producción y ventas, respectivamente (Benavides, 2014).

Gido, Clements & Baker (2017), mencionan que el costo total a menudo se calcula durante la fase de inicio del proyecto. Una vez que se definen las actividades específicas, entonces se pueden realizar los cálculos de recursos, duraciones y costos de cada una. Los recursos incluyen personas, materiales, equipo, instalaciones, etc. El costo calculado para cada actividad específica puede incluir los siguientes elementos: costo del trabajo (mano de obra), costo de los materiales (materia prima), costo de equipo, costo de instalaciones, costo de subcontratistas y consultores, costo de viaje y de reserva.

Indicador:

Louffat (2016), define en su libro la palabra indicador como un estándar, un parámetro cuantificado que señala o muestra el grado de eficacia y de eficiencia de una actividad programada y/o ejecutada. Puede afirmarse que si no hay indicadores no existe un control formal y serio; pueden usarse para medir atributos de calidad, cantidad, costos, tiempo, etc. Algunas características generales para establecer si un indicador es buen son: claridad, precisión, significatividad, pertinencia, congruencia, factibilidad, oportunidad, confiabilidad y economicidad. Las formas universales para definir un indicador son: en porcentajes, promedio, ratios (razones) o índices.

Montico-Riesco & Velarde (2014), definen en su artículo un indicador como la variable con características de calidad, cantidad y tiempo, utilizada para medir, directa o indirectamente, los cambios en una situación y apreciar el progreso alcanzado en abordarla. Provee también una base para desarrollar planes adecuados para su mejoría. La misma se adapta perfectamente al objetivo propuesto, mide los cambios en la situación, aprecia el progreso y permite desarrollar planes para mejorar la situación en caso de no estar en el camino acertado. Los elementos que deben componer un indicador son: nombre o denominación, propósito, patrón de comparación, fórmula, vigencia, valor agregado y periodicidad. Ahora bien, los indicadores a su vez deben poseer un conjunto de características: validez, confiabilidad, comprensibilidad y sencillez.

Villagra (2016), en su libro explica que la palabra indicador es una escala numérica que sirve para medir o cuantificar el resultado respecto al cumplimiento de un objetivo o propósito específico. Un indicador puede ser representado por distintas escalas. Los indicadores carecen de importancia por sí mismos, para que un indicador tenga sentido debe representar correctamente un objetivo o propósito organizacional importante. Así mismo, la elección de los indicadores suele relejar el nivel de conocimiento que se tiene de la organización y del negocio, un pobre conocimiento lleva por lo general a malos indicadores; los indicadores pueden servir para medir los diversos niveles de cumplimiento del objetivo, dicho de otra forma, para mostrar en una escala el nivel o resultado alcanzado. Dentro de las características de un indicador se tiene que debe: precisarse el objetivo, ser una escala numérica, ser fácil de representar gráficamente, ser confiable, fácil de medir, reportarse de manera oportuna, ser económico y debe evitarse los promedios en la medida de lo posible.

Producto/Dispositivos médicos:

De acuerdo con la revista código F (2017), los dispositivos médicos son los instrumentos, aparatos, implantes, máquinas, reactivos, calibradores y/o software que se utilizan para diagnóstico, prevención, monitoreo, desinfección, soporte o conservación de la vida; entre otros. Los dispositivos médicos son esenciales para que la prevención, diagnóstico, tratamiento y rehabilitación de enfermedades y dolencias sean seguros y eficaces. El logro de los objetivos de desarrollo relacionados con la salud, incluidos los objetivos de desarrollo sostenible, dependen de que se fabriquen, regulen, planifiquen, evalúen, adquieran, gestionen y utilicen dispositivos médicos de buena calidad, seguros y compatibles con los entornos en que se emplean.

La Feria Internacional de Estrategias y Tecnologías para la Salud (2017), o también conocido por sus siglas (FIETS), define a los dispositivos médicos como: todo instrumento, aparato, utensilio, máquina, implante, reactivo in vitro o calibrador, software, material o producto similar o relacionado que no logra el efecto principal perseguido en o sobre el organismo humano por medios farmacológicos, inmunológicos o metabólicos y está concebida para ser empleada en seres humanos con alguno(s) de los siguientes fines:

- el diagnóstico, la prevención, la vigilancia, el tratamiento o el alivio de enfermedades;
- el diagnóstico, la vigilancia, el tratamiento, el alivio o la compensación de una lesión;
- la investigación, la sustitución, la modificación o el apoyo de la anatomía o de un proceso fisiológico;
- el apoyo o el mantenimiento de la vida;
- el control de la concepción;
- la desinfección de otros dispositivos médicos; y
- el suministro de información con fines médicos o diagnósticos mediante el examen in vitro de muestras extraídas del cuerpo humano.

Además, informa tres tendencias que podrían influir de manera considerable en el uso de los dispositivos médicos: 1) La convergencia de tecnologías, 2) La descentralización de la atención médica, y 3) La robótica y la cirugía asistida por computadora (FIETS, 2017).

Concha Villarroel, López Gutiérrez, Palma Fuentes, Pezoa Reyes & Riveros Farías (2018), definieron ocho diversos tipos de dispositivos médicos. A continuación, se presentan cada uno de ellos:

1. Dispositivo médico activo: Dispositivo médico cuyo funcionamiento depende de la energía eléctrica o de cualquier otra fuente de energía distinta a la generada directamente por el cuerpo humano o por la gravedad y que actúa mediante la conversión de dicha energía. Los dispositivos médicos destinados a transmitir energía, administrar sustancias u otros elementos al paciente, sin que le provoquen un cambio significativo, no se consideran dispositivos médicos activos.
2. Dispositivo médico combinado: Dispositivo médico que incorpora como parte integrante una sustancia que puede ejercer sobre el cuerpo humano una acción auxiliar o accesorio a la del dispositivo médico, la cual según la definición legal que le competa en sus respectivas normativas cuando se utilice independientemente, puede ser un producto farmacéutico, biológico o cosmético.
3. Dispositivo médico implantable: Dispositivo médico indicado para ser totalmente introducido dentro del cuerpo humano o para sustituir una superficie epitelial o la superficie ocular, mediante intervención quirúrgica, destinado a permanecer allí después de la intervención. También se considera dentro de esta categoría a cualquier dispositivo médico indicado para ser parcialmente introducido dentro del cuerpo humano, mediante intervención quirúrgica, destinado a permanecer al menos treinta días después de la intervención.
4. Dispositivo médico invasivo: Dispositivo médico que penetra parcial o completamente en el interior del cuerpo a través de un orificio corporal o de la superficie corporal.
5. Dispositivo médico invasivo de tipo quirúrgico: Dispositivo médico que penetra en el interior del cuerpo por medio de una intervención quirúrgica o en el contexto de una intervención quirúrgica.
6. Dispositivo médico para diagnóstico in vitro: Dispositivo consistente en un reactivo, producto reactivo, calibrador, material de control, kit, instrumento, aparato, pieza de equipo, programa informático o sistema u otro artículo, utilizado solo o en combinación,

destinado por el fabricante a ser utilizado in vitro para el estudio de muestras procedentes del cuerpo humano, incluidas las donaciones de sangre y tejidos, única o principalmente con el fin de proporcionar información sobre: un proceso o estado fisiológico o patológico, deficiencias físicas o mentales congénitas, predisposición a una dolencia o enfermedad, determinar la seguridad y compatibilidad con posibles receptores, predecir la respuesta o reacción al tratamiento y establecer o supervisar las medidas terapéuticas.

7. Dispositivo médico quirúrgico reutilizable: Dispositivo médico destinado a fines quirúrgicos para cortar, perforar, aserrar, escarificar, raspar, pinzar, retraer, recortar, inmovilizar u otros procedimientos similares, sin estar conectado a ningún dispositivo médico activo, y que puede ser utilizado nuevamente una vez efectuados todos los procedimientos pertinentes.
8. Dispositivo médico activo terapéutico: Dispositivo médico utilizado, solo o en combinación con otros dispositivos médicos, para sostener, modificar, sustituir o restaurar funciones o estructuras biológicas en el contexto del tratamiento o alivio de una enfermedad, lesión o discapacidad.

Flores & Bonal (2016), publicó que es la norma mexicana NOM 240-SSA1-2012 la que describe los dispositivos médicos como la sustancia, mezcla de sustancias, material, aparato o instrumento (incluyendo el programa de informática necesario para su apropiado uso o aplicación), empleado solo o en combinación en el diagnóstico, monitoreo o prevención de enfermedades en humanos o auxiliares en el tratamiento de las mismas y de la discapacidad, así como los empleados en el reemplazo, corrección, restauración o modificación de la anatomía o de procesos fisiológicos humanos. Los dispositivos médicos incluyen a los productos de las siguientes categorías: equipo médico, prótesis, órtesis, ayudas funcionales, agentes de diagnóstico, insumos de uso odontológico, materiales quirúrgicos, de curación y productos higiénicos.

El sector de los dispositivos médicos en México tiene dos grandes vertientes. En primera instancia, están aquellos dispositivos convencionales que generan pocos márgenes de utilidad, pero debido a los volúmenes de venta se vuelven negocios rentables. Por otro lado, y quizá de nuestro mayor interés, se encuentra una vertiente en donde se requiere un alto grado de innovación para la generación de nuevos dispositivos diseñados de forma específica para tratamiento y diagnóstico

de diferentes enfermedades. Por supuesto, este tipo de actividades requieren de inversiones de mayor riesgo, sobre todo, de actividades científicas y tecnológicas previas que empresas transnacionales o con más años en la industria son capaces de generar por cuenta propia, mientras que otras, quizá la mayoría de las pequeñas y medianas empresas que forman el sector, necesitan de la colaboración de las diferentes universidades y centros de investigación para llevarlas a cabo (Flores & Bonal, 2016).

Proyecto:

Jiménez (2017), define un proyecto como un esfuerzo temporal llevado a cabo para crear un producto, servicio o resultado único. Dentro de sus principales características son:

- Temporal: Tiene un inicio y un final definido.
- Resultado único: Tiene características y funciones específicas.
- Elaboración Progresiva: Desarrollo incremental.
- Requiere de Recursos: Personas, dinero, y otros activos.
- Cliente: Provee dirección y los fondos.
- Involucra Incertidumbre: Objetivos no definidos claramente, estimaciones erróneas y factores externos.

López (2016), describe que cada proyecto tiene un comienzo y un final perfectamente definidos. El término temporal no quiere decir que el proyecto sea corto, o dure pocos meses, sino que tiene una duración limitada en el tiempo. La naturaleza temporal de un proyecto es aplicable también a otros aspectos de la empresa como: a) la oportunidad de negocio es generalmente temporal, muchos proyectos tienen un periodo limitado para producir sus productos o servicios y b) el equipo de proyecto, como grupo o unidad de trabajo, raras veces continuara una vez terminado el proyecto. Un proyecto es único, pues no forma parte o engloba una rutina, sino que está formado por un conjunto de operaciones específicas que han sido diseñadas para lograr una meta concreta. El fin de un proyecto se alcanza cuando se han conseguido los objetivos del proyecto, o bien cuando ya no exista la necesidad del proyecto y este se haya cancelado.

Para Wallace (2014), un proyecto es un tipo de sistema producción. Por lo tanto, a continuación, se presentan una de las características clásicas de un proyecto:

- Un proyecto, generalmente, tiene un propósito u objetivo definible único: Un ejemplo es un proyecto para adquirir e incorporar una compañía. El propósito o el objetivo del proyecto es producir la adquisición y el grado deseado de incorporación. El proyecto realmente termina cuando se alcanza esto.
- Generalmente, un proyecto tiene una serie de restricciones operativas u objetivos de desempeño individuales: Las restricciones o los objetivos clásicos se relacionan con el tiempo, el costo y la calidad o el desempeño. La mayoría de los proyectos tienen que terminarse en un tiempo acordado, sin superar cierto costo y a un estándar o nivel de desempeño determinado.
- Cada equipo de proyecto tiende a ser único ya que generalmente es multidisciplinario: Los proyectos suelen unir a miembros de diversas especializaciones. Los miembros del equipo de un proyecto trabajan juntos mientras dure el proyecto, después del cual el equipo se desarma y sus miembros vuelven a sus viejos trabajos o integran nuevos equipos de proyectos. Un equipo de proyecto responsable de planificar y de realizar una adquisición importante podría incluir a expertos financieros, especialistas en gestión, especialistas legales, etc. Los equipos multidisciplinarios son más difíciles de manejar y constituir que los equipos de una sola disciplina, como se verán en secciones posteriores.
- Cada proyecto es único: Cada proyecto se diseña para un propósito u objetivo específico, y no hay dos proyectos que sean idénticos.
- Los proyectos tienden a ser desconocidos: Con frecuencia, están diseñados para producir cambios, pueden implicar enfoques y procesos nuevos, y pueden generar un estado final desconocido. Los proyectos suelen caracterizarse por un alto grado de incertidumbre.
- Normalmente, un proyecto tiene una duración limitada: Un sistema de producción en masa se diseña y se construye, y, cuando se pone en marcha, actúa continuamente hasta que se requiera un tipo de producto completamente nuevo. Cuando comienza, una línea de producción no tiene ningún límite de duración establecido. Simplemente, funciona hasta que la demanda exija un cambio. La mayoría de los departamentos funcionales dentro de las compañías actúan de la misma manera. Un proyecto suele estar establecido para un período determinado, después del cual el equipo del proyecto se desarma y el proyecto deja de existir.

- Los proyectos tienden a atravesar fases de desarrollo concisas: Por ejemplo, en el nivel más alto, es probable que existan fases de diseño y de implementación independientes. La fase de diseño puede abarcar una serie de sub-fase, como concepto, viabilidad, diseño general y diseño detallado. Estas sub-fase representan hitos o umbrales por los cuales el proyecto debe transitar en su desarrollo.
- Los proyectos suelen ser complejos: Habitualmente, la naturaleza multidisciplinaria de los proyectos da lugar a más complejidad y participación que los sistemas de producción funcionales asociados. A menudo, los proyectos son altamente interdependientes, ya que una porción del proceso depende de una o más partes del proceso.
- Los proyectos se caracterizan por el cambio: Los proyectos suelen estar diseñados para provocar un cambio y, con frecuencia, operan en condiciones de cambio.
- Con frecuencia, los proyectos constituyen un alto riesgo: Los proyectos suelen implicar un riesgo más alto que los sistemas de producción funcionales asociados, en gran parte, debido al elemento del cambio. Generar cambios mientras se opera en condiciones cambiantes da lugar a un alto nivel de incertidumbre y, más concretamente, de riesgo. Por lo general, el grado de riesgo asociado al cambio es mucho más alto en los proyectos que en los sistemas de producción funcionales asociados.
- Los proyectos tienden a ser secundarios con respecto a la función estratégica principal de la organización: Por ejemplo, un banco puede iniciar un proyecto para actualizar su sistema de tecnologías de la información (TI). El sistema de TI en sí mismo es una función de respaldo: permite al banco realizar sus funciones financieras estratégicas principales. El proyecto de mejorar el sistema de TI tiene el propósito de mejorar la función de respaldo y la ventaja competitiva general del banco. En consecuencia, el proyecto es secundario a la función principal que rige a la organización. Por supuesto que existen excepciones. Algunas organizaciones, como los establecimientos de investigación y desarrollo, los estudios jurídicos, los ingenieros asesores y las empresas de diseño, operan ejecutando una serie de comisiones o casos (proyectos) en cualquier momento como su foco funcional principal. Sin embargo, en la mayoría de los casos, los proyectos tienen un papel secundario y procuran mejorar la eficiencia y la eficacia de la función principal.

López (2016), explica que en todo proyecto existen muchas restricciones, pero hay tres de ellas que se puede considerar especialmente importantes, las cuales son: alcance, tiempo y costes. Esto se denomina la triple restricción en la dirección de proyectos. Cada proyecto produce un producto, bien o servicio único, y es el alcance del proyecto quien describe y limita el trabajo necesario para conseguir ese fin. Todos los proyectos están delimitados en el tiempo, y siempre hay una fecha última que cumplir. Con respecto al costo, incluye todos los recursos necesarios para poder concluir con éxito el proyecto, es decir, no solo se refiere a él dinero necesario, sino también a recursos humanos, materiales, equipos, etc.

Existe una relación directa entre estos tres factores, por lo tanto, si produce un cambio en alguno de ellos, esto repercutirá directamente en un cambio en al menos uno de los otros dos factores. Es decir, si por algún motivo se decidiese aumentar el alcance del proyecto, esto tendría una repercusión directa sobre el tiempo y el coste, aumentado o bien uno de los dos factores, o ambos. Lo mismo ocurriría con un cambio en el tiempo o en costo del proyecto. Otro factor adicional es la calidad, que se podría expresar como la suma de alcance, tiempo y coste. Así, si no se produce ningún cambio en ninguno de estos tres factores, no debería producirse ningún cambio en la calidad del proyecto (López, 2016).

Administración de proyectos:

Jiménez (2017), describe a la administración de proyectos como la aplicación de conocimiento, habilidades, herramientas, y técnicas a las actividades de un proyecto para cumplir los requerimientos del proyecto. Dentro de los grupos de procesos se tiene:

- 1) Inicio: Establecer la visión del proyecto, el qué; la misión y sus objetivos, justificación, restricciones y supuestos. Aprobación del Proyecto.
- 2) Planeación: Desarrollar un plan que ayude a determinar el cómo alcanzar los objetivos, tomando en cuenta la serie de factores que afectan al proyecto en su totalidad. Las estrategias, con enfoque a la prevención más que a la improvisación, son establecidas en este proceso.
- 3) Ejecución: Implantar el plan, contrato, gestionar los contratos, integrar al equipo, distribuir información y llevar las acciones requeridas de acuerdo al plan.

- 4) Monitoreo y control: Comparar el progreso actual contra el plan. Si no hay diferencias, continuar con la ejecución. Si diferencias son encontradas, el equipo debe desarrollar un plan con acciones correctivas (planeación adicional), y continuar con la ejecución, manteniendo al equipo informado.
- 5) Cierre: Concluir y cerrar las relaciones del contrato de manera profesional para facilitar referencias futuras sobre el proyecto, así como el desarrollo de proyectos futuros. Finalmente, desarrollar los documentos con los resultados finales, archivos, cambios, directorios, autoevaluaciones y lecciones aprendidas.

Wallace (2014), define la administración de proyectos como las habilidades y los procesos de planificación y control necesario para finalizar un proyecto con recursos del proyecto respetando o mejorando los límites de tiempo, costo, calidad y seguridad a un nivel de riesgo aceptable. La gestión de proyecto se enfoca en controlar la introducción del cambio deseado. Esto implica: comprender las necesidades de los grupos de interés; planificar qué se necesita hacer, cuándo, por quién y bajo qué estándares - crear y motivar al equipo; coordinar el trabajo de diferentes personas; monitorear el trabajo que se realiza; gestionar cualquier cambio del plan y alcanzar resultados satisfactorios.

Jiménez (2017), presenta que hay 10 áreas de conocimiento que comprende la Administración de Proyectos. A continuación, se presenta cada uno junto con una breve descripción:

1. Gestión del Alcance: Definición de lo que el proyecto incluye y no incluye. Obtener acuerdo por escrito con los principales grupos de interés y gestionar el trabajo requerido para completar el proyecto exitosamente.
2. Gestión del Tiempo: Estimación de qué tanto tiempo llevará completar el trabajo, desarrollando un plan haciendo uso efectivo de los recursos disponibles, y asegurando el término a tiempo del proyecto.
3. Gestión del Costo: Estimación y gestión de costos, presupuesto y flujo de efectivo.
4. Gestión de la Calidad: Asegurar que el proyecto satisface los requerimientos y estándares relevantes.
5. Gestión de los Recursos Humanos: Hacer uso efectivo de las personas involucradas en el proyecto. Definición del equipo de trabajo con colaboradores internos o externos, incluyendo roles y responsabilidades.

6. Gestión de la Comunicación: Generación, reunión, difusión y almacenamiento de la información del proyecto. Información requerida presentada en reportes, ¿quién los desarrolla?, ¿quién los recibe?, ¿con qué frecuencia?, juntas, medios de distribución, etc.
7. Gestión del Riesgo: Identificación, análisis y respuesta a los riesgos relacionados al proyecto. Controlar amenazas, capitalizar oportunidades y planes de contingencia.
8. Gestión de las Adquisiciones: Adquisición de bienes y servicios fuera de la organización para el proyecto. Estrategias de subcontratos, cotizaciones, pujas, contratos y administración de contratos.
9. Gestión de los Grupos de Interés: Identificación de los grupos de interés o involucrados, entendimiento de sus necesidades y expectativas, y su apropiada participación durante todo el proyecto.
10. Gestión de la Integración: Función global que coordina el trabajo de todas las otras áreas de conocimiento. Afecta y es afectada por las otras áreas de conocimiento. Administración del cambio, lecciones aprendidas e integración de todas las áreas.

Administración de costos:

Según Esquembre & Morales (2016), la gestión de costos de un proyecto abarca desde las estimaciones iniciales para poder hacer un presupuesto, así como la manera de cómo controlar y manejar los costos del proyecto para que se ubiquen dentro de lo planeado inicialmente. Su principal objetivo es monitorear el estado del proyecto, ir llenando los respectivos programas con los costos efectuados o planeados para poder administrarlo y poder detectar en tiempo si va a ser necesario implementar alguna acción para reducir el efecto que se puede presentar. A continuación, se presenta la tabla 2 donde se muestran los procesos pertenecientes a la gestión de costos, a qué grupos pertenecen y una breve descripción sobre el objetivo de estos.

Tabla 2: Gestión de los costos del proyecto

Grupo de procesos de planificación	Planificar la gestión de los costos	Es el proceso que establece las políticas, los procedimientos y la documentación necesarios para planificar, gestionar, ejecutar el gasto y controlar los costos del proyecto.
	Estimar los costos	Es el proceso que consiste en desarrollar una aproximación de los recursos financieros necesarios para completar las actividades del proyecto.
	Determinar el presupuesto	Es el proceso que consiste en sumar los costos estimados de las actividades individuales o de los paquetes de trabajo para establecer una línea base de costo autorizada.
Grupo de procesos de monitoreo y control	Controlar los costos	Es el proceso de monitorear el estado del proyecto para actualizar los costos de este y gestionar posibles cambios a la línea base de costos.

Fuente: Esquembre & Morales, (2016).

Esquembre & Morales (2016), también menciona que para poder visualizar algún cambio en el presupuesto es necesario estar registrando cada uno de los compromisos que se van acordando tanto en el presente como los que vendrán en un futuro próximo. Lo vital para llevar una buena gestión de costos es estar monitoreando el presupuesto contra lo que va sucediendo en tiempo real y detectar los cambios que van a tener que ser necesarios. El proceso de controlar los costos incluye las siguientes actividades por parte del equipo del trabajo:

- ❖ Influir en los factores que producen cambios en la línea base de costo.
- ❖ Asegurarse de que todas las solicitudes de cambio se lleven a cabo de manera oportuna.
- ❖ Gestionar los cambios reales cuando y conforme suceden.
- ❖ Asegurarse de que los gastos no excedan el financiamiento autorizado para el proyecto.

- ❖ Asegurar que el nivel de gasto no exceda los fondos autorizados por actividad, hito o entregable. En de especial importancia si el proyecto requirió financiamiento para ser desarrollado.
- ❖ Monitorear el desempeño de los costos para detectar y comprender las variaciones respecto a la línea base aprobada de costo.
- ❖ Monitorear el desempeño del trabajo con relación con los fondos en los que se ha incurrido.
- ❖ Evitar que se incluyan cambios no aprobados en los informes sobre costos o utilización de recursos.
- ❖ Informar a los interesados pertinentes acerca de todos los cambios aprobados y costos asociados.
- ❖ Realizar acciones para mantener los sobrecostos previstos dentro de límites aceptables.

La Gestión de los Costos del Proyecto es el área de conocimiento encargada de ocuparse de los costos de los recursos necesarios para completar las actividades del proyecto y se compone de los siguientes procesos: planificar la gestión de costos, estimar los costos, determinar el presupuesto y controlar los costos. El proceso control de los costos da seguimiento del estado del proyecto para actualizar sus costos y gestionar cambios de la línea base de costo; el beneficio clave de este proceso es que proporciona los medios para detectar desviaciones con respecto al plan y de este modo, tomar acciones correctivas y minimizar el riesgo; como resultado de este proceso, se cuenta con informes de desempeño, pronósticos de costos, solicitudes de cambio y actualizaciones al plan. Solicitar más presupuesto de lo estimado aun faltando tiempo para concluir el proyecto no les sonará como buena noticia a los patrocinadores ya que el presupuesto inicial puede verse afectado, pero esto, no representaría un mayor problema si los cambios quedan documentados y aprobados (García, 2015).

En la administración de costos, el presupuesto determina los costos calculados de todas las actividades, éstos deben distribuirse a lo largo del intervalo de tiempo esperado del proyecto para crear un presupuesto inicial escalonado que sirve para analizar el rendimiento de los costos. Una vez que inicia el proyecto es importante supervisar los costos actuales y el valor agregado del trabajo realizado. Si en cualquier momento durante el proyecto se determina que excede el presupuesto o que el valor del trabajo realizado no concuerda con el costo actual gastado se deben llevar a cabo acciones correctivas de inmediato. Una vez que los costos se salen de control será muy difícil completarlo dentro del presupuesto. Con base en los costos actuales gastados y el valor agregado del trabajo realizado se puede pronosticar regularmente si todo el proyecto será completado dentro del presupuesto (Gido, Clements & Baker, 2017).

2.2 Métodos de administración de costos

A continuación, se presentan 3 métodos que fueron creados para llevar a cabo una administración de costos. Se explican cómo funciona cada uno de ellos donde al final se selecciona cual es el más idóneo de acuerdo con el caso práctico y se explican más detalles para poder implementarlo para este trabajo terminal.

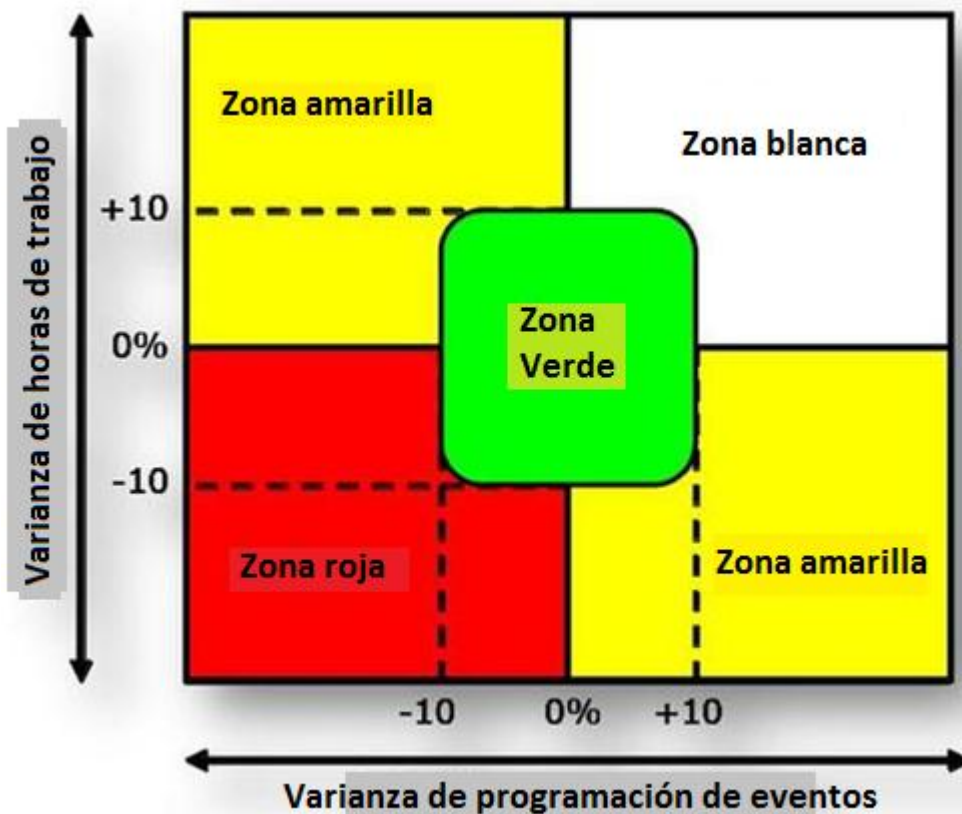
2.2.1 Método de las zonas (*Zone method*)

Taylor (2008), publica que el método de las zonas fue desarrollado por *Systems Management Services*, como un alternante a la gestión de valor ganado para que sea usado cuando las actividades no soportan la actividad administrativa. Este método utiliza 2 variables: programación de eventos y horas de trabajo. La programación de eventos se define como el inicio o final de una actividad, mientras que las horas de trabajo es el tiempo de mano de obra. Estas dos variables ayudan a encontrar cuando hay algún desvío de costo o tiempo respecto a la planeación realizada. El método de la zona ha recibido su nombre debido a su diagrama de cuatro cuadrantes que representa las horas de trabajo y su programación de eventos tanto positivos como negativos del proyecto.

Cada cuadrante se reconoce como un estado diferente del proyecto, directamente en el centro del gráfico representa el proyecto perfecto respecto tiempo y costo. La zona "verde" es el área alrededor del objetivo con una variación de $\pm 10\%$, si el proyecto cae dentro de esta varianza entonces el proyecto se considera dentro de una varianza aceptable. Si el proyecto se desliza fuera de esta varianza del 10% (en cualquier dirección) las posibilidades de completar el proyecto a tiempo o dentro del presupuesto disminuyen. Hay dos zonas amarillas, donde una de las variables es mayor al 10% y la otra menor del 10%; si el gerente o ingeniero del proyecto no toma medidas en este punto, es probable que el proyecto pase a la zona roja, donde tanto la programación de eventos como las horas de trabajo son mayores al 10%. La zona roja indica cuando un proyecto tiene una varianza tan grande que es casi imposible recuperarla por completo. El cuadrante superior derecho es la "zona blanca", que representa un proyecto favorable ya que ambas variables están por arriba del 10%. Si bien esto puede considerarse favorable, el gerente del proyecto debe examinar esta condición cuidadosamente ya que puede indicar una planificación deficiente (Taylor, 2008).

A continuación, se presenta en la figura 1 el diagrama utilizado para método de las zonas:

Figura 1: Diagrama del Método de las Zonas



Fuente: Taylor, (2008).

Todo este diagrama puede hacerse a través de una hoja de cálculo, donde se podrá observar la planeación que se tiene de las variables programación de eventos y horas de trabajo contra los datos reales. Esta información se puede documentar dentro de una línea de tiempo donde se podrá observar si hay alguna tendencia o si se presentó un imprevisto, con esta información los encargados del proyecto pueden detectar si se requiere implementar alguna acción correctiva o preventiva. Este método tiene la ventaja de que puede ser muy efectivo y no requiere mucho tiempo para administrarlo, el inconveniente es que maneja horas de trabajo en vez de unidades monetarias (Taylor, 2008).

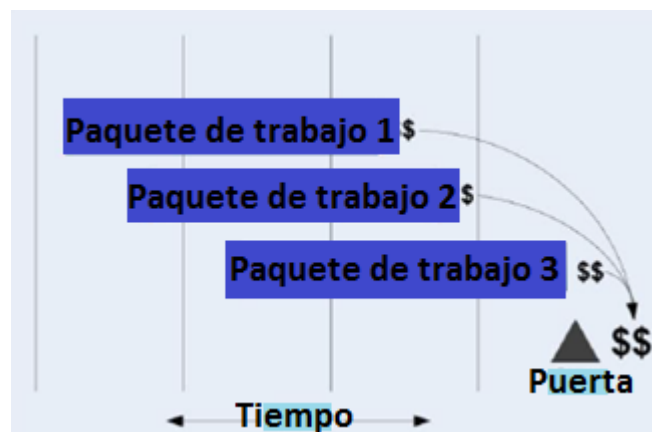
2.2.2 Método de valor de puerta (*Gate Value Method*)

Vaughan (2009), publica que el método de valor de puerta fue desarrollado por *Core Consulting Group* como una alternativa a la gestión de valor ganado para proyectos de negocios y tecnología. Las organizaciones a menudo luchan con la implementación de la gestión de valor ganado debido al esfuerzo requerido para configurar y mantener los sistemas de administración. El método de valor de puerta es un enfoque mucho más simple que puede proporcionar beneficios significativos en términos de visibilidad del rendimiento de costos sin la sobrecarga y la complejidad asociada con los sistemas de administración del valor ganado.

El propósito del método de valor de puerta es administrar el valor planificado del proyecto a través de etapas o fases que se le conoce como puertas en lugar de realizarlo por periodos de tiempo como lo realiza la metodología de valor ganado. En otras palabras, en vez de documentar valores en dólares en un punto en el tiempo, este método se centra en un tiempo para un valor en dólares particular. Este método suele ser más sencillo plasmarlo en una línea de tiempo (Vaughan, 2009).

A continuación, se puede ver en la figura 2 una representación de este método, donde se hace la planificación del proyecto a través de ciertas etapas o fases, lo que ocasiona que la administración sea más resumida y con menor complejidad de estar actualizando la información.

Figura 2: Método de valor de puerta



Fuente: Vaughan, (2009).

2.2.3 Gestión de valor ganado (*Earned Value Managment*)

El valor ganado es un concepto que en los últimos tiempos ha alcanzado una notable popularidad en el mundo de la gestión de proyectos, pero fue desarrollado realmente en el siglo XIX, momento en que surgió la necesidad de medir los rendimientos de las manufactureras. Sin embargo, no fue hasta 1962 que el departamento de defensa de los Estados Unidos lo adoptó como una metodología estándar para medir el desempeño de los proyectos. Surgió originalmente como una extensión de la metodología de planificación de la época, pero se convirtió en su propia metodología en 1967 con la introducción de los criterios y políticas de control de costo/tiempo sobre la adquisición de sistemas. Estos han ido evolucionando a lo largo del tiempo hasta la presente norma ANSI/EIA 748. Durante el proceso, algunos de los acrónimos han cambiado y los criterios han sido racionalizados, pero prevalecen los fundamentos (Salimbeni, 2017).

López (2016), define que la gestión del valor ganado (EVM, *Earned Value Managment*) en sus diferentes formas es un método que se utiliza comúnmente para la medición del desempeño. Integra las mediciones del alcance del proyecto, costo y cronograma para ayudar al equipo de dirección del proyecto a evaluar y medir el desempeño y el avance del proyecto. Es una técnica de dirección de proyectos que requiere la constitución de una línea base integrada con respecto a la cual se puede medir el desempeño y el avance del proyecto. Los principios de la EVM pueden aplicarse a todos los proyectos, en cualquier tipo de industria.

Conceptos de la gestión de valor ganado (EVM)

- ❖ Valor planificado (PV, *Planned Value*): Es el costo que se planeó o se presupuestó al inicio del proyecto, el cual fue aprobado tanto por la empresa o dueños como el cliente. Este monto es lo que está asignado al trabajo para que sea completado, este debe ser desglosado a cada una de las actividades que se deben llevar a cabo y la fecha donde se van a realizar. El PV es el valor planificado para una actividad, al final PV total es la línea base de todo el proyecto y este se conoce como presupuesto hasta la conclusión (López, 2016).
- ❖ Valor ganado (EV, *Earned Value*): Este costo es el trabajo realizado en comparación con los costos presupuestados. El EV es medir el desempeño de las actividades completadas y no puede ser mayor que el valor planificado. Si se desea conocer el desempeño del proyecto a largo plazo es de vital importancia monitorear el EV (López, 2016).

- ❖ Costo real (AC, *Actual Cost*): Este es el costo que ha sido gastado o aceptado. Es el monto utilizado para llevar a cabo una actividad en el proyecto. El AC no tiene un límite superior, al final es necesario contabilizar el costo que se requirió para poder completar cada actividad (López, 2016).
- ❖ Presupuesto hasta la conclusión (BAC, *Budget at Completion*): Es la cantidad total de fondos monetarios o presupuesto que fue formalmente aprobado para ejecutar el proyecto por el cliente y demás interesados (Esquembre & Morales, 2016).
- ❖ Variación del cronograma (SV, *Schedule Variance*): Es una medida para poder evaluar el desempeño respecto al porcentaje de culminación de cada actividad que se tiene, se calcula restando el valor ganado (EV) menos el valor planificado (PV). Con este valor se puede saber si el proyecto va adelantado o retrasado de acuerdo con la fecha de entrega planeada (López, 2016).
- ❖ Variación del costo (CV, *Cost Variance*): Es una medida para ver si se lleva un déficit o un superávit de acuerdo con los costos en algún momento dado del proyecto, se calcula restando el valor ganado (EV) menos el costo real (AC). El cálculo de la variación del costo final es la diferencia entre el presupuesto hasta la conclusión (BAC) y la cantidad total gastada. Si se tiene una CV negativa es cuando se tienen que buscar alternativas para no tener pérdida al culminar el proyecto (López, 2016).

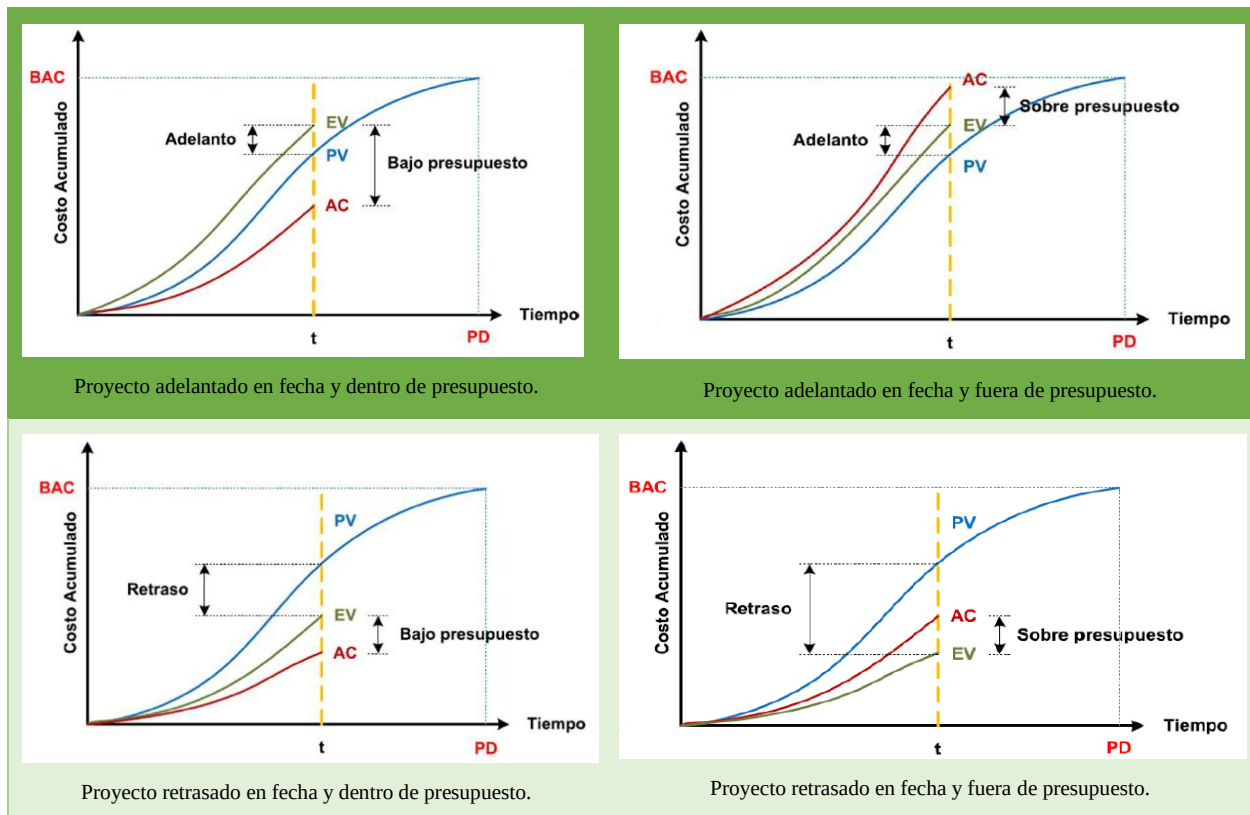
Esquembre & Morales (2016), describe a las curvas S, o también llamada línea base, a aquella gráfica donde se puede observar el comportamiento de los tres factores de la gestión de valor ganado (valor planificado (PV), el valor ganado (EV) y el costo real (AC)). Esta herramienta es muy utilizada para poder visualizar el desempeño o avance del proyecto con el tiempo respecto a costos acumulativos.

El nombre proviene de la forma en S que normalmente tiene la curva (más uniforme al principio y al final, pero más pronunciada en la parte de en medio) ya que en la mayoría de los proyectos se comienza despacio, después se acelera ya que se presentan todas las actividades donde es necesario hacer las compras o gastos necesarios y ya al final tiende a disminuir (Esquembre & Morales, 2016).

Cuando va a iniciar un proyecto, ya se tiene el presupuesto que fue aprobado, y este es necesario que se comunique a todas aquellas personas que van a participar para que busquen cumplir con el monto asignado y los tiempos de cada una de las actividades para que al final el proyecto sea culminado en tiempo y forma y los clientes queden satisfechos. En el momento que se empieza a cotizar un proyecto y se obtiene un presupuesto, es de vital importancia que se revise minuciosamente, si se tiene un monto adecuado reduce la posibilidad que se pueda a tener una falta de dinero, pero a pesar de tener una buena planificación siempre se tendrá el riesgo de que falte dinero ya que no se sabe que contratiempos o situaciones se pueden presentar en el futuro que te haga requerir más de lo que se tenía presupuestado. Una recomendación es que en los contratos se estipulen ciertos supuestos que se llevaron a cabo al inicio para poder justificar en caso de que se tenga que presentar un desvío presupuestario.

López (2016), presenta en la tabla 3 unas gráficas donde se muestra más claramente las variaciones en el cronograma y en el presupuesto, en los cuatro escenarios principales que se pueden encontrar. En estas gráficas aparecen representados los valores acumulados, el valor planificado aparece en azul, el valor ganado en verde y el costo real en rojo. La fecha de evaluación o fecha de control viene marcada por la línea discontinua de color amarillo.

Tabla 3: Variación del cronograma y presupuesto



Fuente: López, (2016).

Índice de desempeño del costo (CPI, Cost Performance Index)

Este índice te permite evaluar cómo va el proyecto respecto a costos, para ello relaciona el valor ganado (EV) con el costo real (AC). Esta métrica da una medida de la diferencia entre lo que se debería haber gastado, y lo que realmente se ha gastado. Hay dos maneras, una puede ser con la variación ($CV = EV - AC$) y la otra es ya calculando un índice ($CPI = EV/AC$). Si se llega a presentar una variación negativa o un índice menor a uno quiere decir que se está gastando más de lo que se tenía planeado, es decir, hay ineficiencia. En caso de que la variación sea positiva o un índice mayor a uno quiere decir que ha habido eficiencia. Esta evaluación es necesario que se realiza para cada una de las actividades en las que se desglosó el proyecto (López, 2016).

Índice de desempeño de cronograma (SPI, *Schedule Performance Index*)

Este índice te permite evaluar si un proyecto va retrasado o adelantado, y lo hace relacionando los parámetros de valor ganado (EV) y valor planificado (PV). Al igual que el índice anterior si se quiere revisarlo a través una variación se hará una resta ($SV=EV-PV$) o si se desea un índice sería una división ($SPI=EV/PV$). De igual manera, si la variación es negativa o el índice menor a uno esto indica que el proyecto va a tomar más tiempo de lo estipulado; pero también puede llegar a presentarse que la variación sea positiva o el índice mayor a uno que significa que se espera que termine antes (López, 2016).

Esquembre & Morales (2016), explica que si se llega a presentar la situación en que las variaciones sean cero o el índice sea igual a uno esto quiere decir que se espera que la tarea sea completada en el tiempo planeado. Abajo se puede encontrar la tabla 4 donde se muestra la información proveída de manera resumida:

Tabla 4: Gestión de valor ganado (EVM).

Índices de costo		
¿Está de acuerdo con el presupuesto, mejor o peor?	Variación de costos (CV)	$CV = EV-AC$
¿Qué tan eficientes es en el uso de los recursos?	Índice de desempeño de costos (CPI)	$CPI = EV/AC$
¿Cuál es el estimado actual del proyecto cuando finalice?	Estimado al finalizar (EAC, <i>Estimated at Completion</i>)	$EAC = BAC/CPI$
Índices de cronograma		
¿Está atrasados, adelantados o de acuerdo con el plan?	Variación del cronograma (SV)	$SV = EV-PV$
¿Qué tan eficientes es utilizando el tiempo?	Índice de desempeño del cronograma (SPI)	$SPI = EV/PV$
¿Cuándo se espera terminar el proyecto?	Estimado al finalizar (EAC, <i>Estimated at Completion</i>)	$EAC = BAC/SPI$
Nivel de eficiencia de los índices		
CV Superávit (positivo)	CV Déficit (negativo)	CV de acuerdo con el plan (=0)
CPI Superávit (>1)	CPI Déficit (<1)	CPI de acuerdo con el plan (=1)
SV adelantado (positivo)	SV retrasado (negativo)	SV de acuerdo con el plan (=0)
SPI adelantado (>1)	SPI retrasado (<1)	SPI de acuerdo con el plan (=1)
Nivel de tolerancias recomendados		
Estatus verde	Estatus amarillo	Estatus rojo
SPI y CPI de 1.0 – 1.10	SPI y CPI de 0.99 – 0.95	SPI y CPI menor de 0.95

Fuente: Esquembre & Morales, (2016).

Índices de desempeño del trabajo por completar (TCPI, *To Complete Performance Index*)

Este índice mide el nivel de desempeño futuro para poder completar el proyecto dentro del presupuesto aprobado (BAC), normalmente se utiliza cuando se tiene un CPI menor a 1. La fórmula es $TCPI = (BAC - EV) / (BAC - AC)$. Si el TCPI es > 1.1 , la posibilidad de que el equipo trabaje a un nivel mayor de 110% no es factible, más si se toma en consideración de que no se ha podido tener una eficiencia de 100% en el inicio del proyecto. Por lo tanto, es en esta etapa cuando es necesario estimar un nuevo presupuesto para el proyecto (EAC, *estimated at completion*). Para este nuevo monto (EAC) se puede calcular nuevamente el TCPI para poder ver que tan factible va a ser. El resultado del TCPI debe ser ≤ 1 ya que el nivel de eficiencia del equipo debe ser igual o menor que 100% para que pueda ser posible llevarlo a cabo, es recomendable compararlo contra los niveles de eficiencia pasado (CPI) (Esquembre & Morales, 2016).

Pronósticos

Esquembre & Morales (2016), publica que un beneficio que se tiene con este método es que en cualquier momento durante el proyecto se puede pronosticar cuál sería el costo total al concluir el proyecto o la actividad dependiendo lo que se quiera revisar. Los pronósticos ayudan a poder ver cuáles serían los posibles desvíos de la línea base del presupuesto basándose en el desempeño real que se ha tenido, que actividades ya fueron completadas y los imprevistos que se han estado presentando. Los pronósticos se basan revisando el desempeño que se ha llevado a cabo, lo que falta por cumplir y el nivel de complejidad que se ha estado presentando. Cada vez que se cumple una actividad o se emplea alguna acción correctiva o preventiva se recomienda actualizar los pronósticos para poder observar cuáles van a ser las nuevas condiciones y si es necesario realizar más actividades que impacten en el proyecto.

El cálculo del nuevo presupuesto a la conclusión (EAC) es importante ya que se está usando el valor del desempeño real que se ha tenido. La fórmula más usada para estimarlo es $EAC = BAC / CPI$, pero también se puede calcular de la siguiente manera $EAC = AC + (BAC - EV)$. La variación de la conclusión ($VAC = BAC - EAC$) es la proyección del monto de déficit o superávit presupuestario. Compara el presupuesto aprobado (BAC) con el estimado a la conclusión (EAC) para poder calcular la posible variación que se presenta en el presupuesto del proyecto (Esquembre & Morales, 2016).

Revisiones del desempeño

Esquembre & Morales (2016), explica que es necesario estar revisando continuamente el desempeño de las actividades y del proyecto, para poder detectar cuales de éstas están por debajo del plan o del costo y cuáles serían los fondos necesarios para poder completarlos. Toda esta información es recomendable que se presente en las juntas de avance del proyecto; estas juntas deben ser periódicas y deben ser invitadas a todas aquellas personas interesadas e involucradas y presentar un informe del proyecto donde se exponga los temas más relevantes. Si se lleva a cabo la gestión de valor ganado, se puede presentar lo siguiente:

a) Análisis de la variación

- Utilizado en la gestión de valor ganado compara el desempeño real del proyecto con respecto al desempeño planificado o esperado.
- Las variaciones que se analizan más frecuentemente son las relativas al costo y al cronograma.
- Debe incluir los siguientes índices: SV, CV y BAC

b) Análisis de tendencias

- Analiza el desempeño del proyecto a lo largo del tiempo para determinar si está mejorando o se está deteriorando.
- Las técnicas de análisis gráfico son valiosas pues permiten comprender el desempeño a la fecha y compararlo con las metas de desempeño futuras, en forma de BAC respecto a la EAC y de fechas de finalización.

c) Desempeño del valor ganado

- Comparar la línea base del plan con respecto al desempeño real del cronograma y del costo.

2.3 Método a utilizar: Gestión de valor ganado

Durante el desarrollo para el marco teórico, se encontró que varios autores de investigaciones de administración o gestión de proyectos se basan en el método de gestión de valor ganado (EVM) para el enfoque de costos, algunos usan otros términos, pero al final la metodología a seguir es la misma; este método es el más utilizado ya que abarca una gran cantidad de información. Se puede decir que tanto el método de las zonas como el de valor de puerta son procedimientos que fueron desarrollados en base al de gestión de valor ganado en busca de hacerlo más sencillo de emplear. Para efectos de este trabajo, el método EVM es el que será utilizado en este caso de estudio ya que es el más completo y es el que más se aproxima al funcionamiento de la empresa y a los objetivos deseados.

Capítulo III. Marco contextual

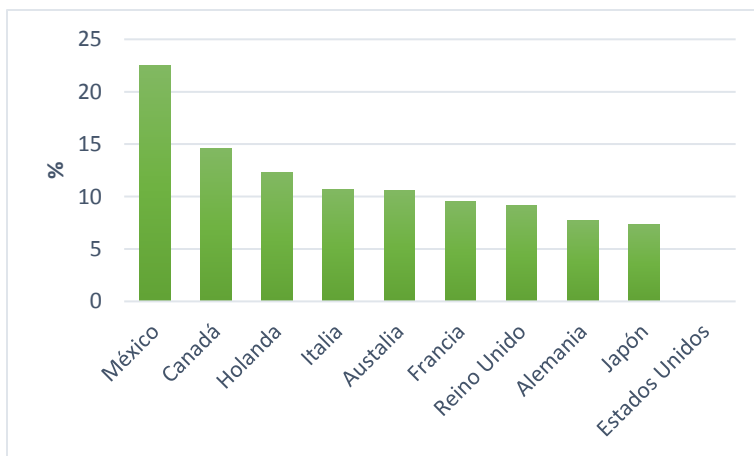
En este capítulo se describe cuál es la situación actual en la que se encuentra la industria manufacturera en el mundo, después se delimita a la producción de dispositivos médicos iniciando por cuál es el momento que se vive en el ámbito internacional, posteriormente se presenta la industria en México y por último explicando cómo la ciudad de Tijuana dentro del estado de Baja California es una de las más atractivas para la inversión de los socios de la rama médica.

La industria médica tiene mucha importancia para el país, en especial para todos aquellos estados que son frontera con Estados Unidos ya que es una de las mayores producciones al generar altas inversiones provocando que haya mayor empleo para la sociedad y genere utilidades.

3.1 La industria en el ámbito internacional

De acuerdo con KPMG (2016), los principales países con el mejor costo para iniciar un negocio son: México, Canadá, Holanda, Italia; como miembro del Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLCAN) y el único país de alto crecimiento (emergente) incluido en el estudio, México representa el país con el costo más bajo examinado, en 2016 la ventaja de los costos de negocios de México sobre los Estados Unidos es de 22.5 por ciento, la cifra más alta que en cualquier otro momento de esta década. A continuación, se muestra la gráfica 1 donde se puede ver los países con su respectivo porcentaje sobre la venta en costos de negocio en comparación con Estados Unidos:

Gráfica 1: Ranking para hacer negocio en comparación con Estados Unidos



Fuente: KPMG, (2016).

En gran parte de estos resultados, se puede deber a los cambios que ha tenido la tasa de cambio del dólar respecto a las diversas monedas de los otros países. A continuación, se muestra la tabla 6 sobre el cambio que ha presentado las diversas monedas (KPMG, 2016).

Tabla 6: Tasa de cambio en comparación con el dólar de Estados Unidos.

Moneda	Tasa de cambio		Diferencia Porcentual
	2014	2016	
Australiana	1.08	1.39	-22.3%
Canadiense	1.05	1.34	-21.6%
Euro	0.73	0.91	-19.8%
Japonesa	100.43	121.44	-17.3%
Peso mexicano	13.02	16.76	-22.3%
Libra de reino unido	0.62	0.66	-6.1%

Fuente: KPMG, (2016).

Debido a las variaciones en la tasa de cambio, en la tabla 7 se presenta la tendencia que se ha tenido del índice de costos en el 2014 y en el 2016; se puede observar que tanto Australia e Italia han incrementado su porcentaje de ahorro, pero aún México se encuentra por una gran diferencia con el mayor valor (KPMG, 2016).

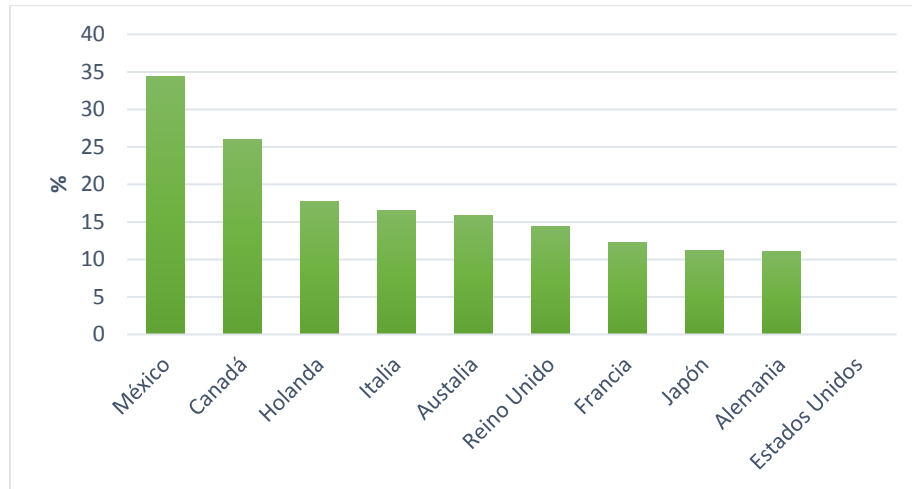
Tabla 7: Índice de costos de negocio comparación con Estados Unidos.

País	Índice de costos de negocio		Diferencia
	2014	2016	
Australia	99.3%	89.4%	-9.9%
Italia	98.8%	89.3%	-9.5%
Alemania	100.9%	92.3%	-8.6%
Canadá	92.8%	85.4%	-7.4%
Francia	97.4%	90.5%	-6.9%
Holanda	94.5%	87.7%	-6.8%
Japón	99.2%	92.7%	-6.5%
México	81.3%	77.5%	-3.8%
Reino Unido	94.6%	90.9%	-3.7%
Estados Unidos	100.0%	100.0%	0.0%

Fuente: KPMG, (2016).

Respecto a servicios digitales (como el desarrollo de un software), se puede ver en la gráfica 2 que México cuenta con un 34.4% de ahorro en comparación con Estados Unidos, siguiendo los países de Canadá y Holanda (KPMG, 2016).

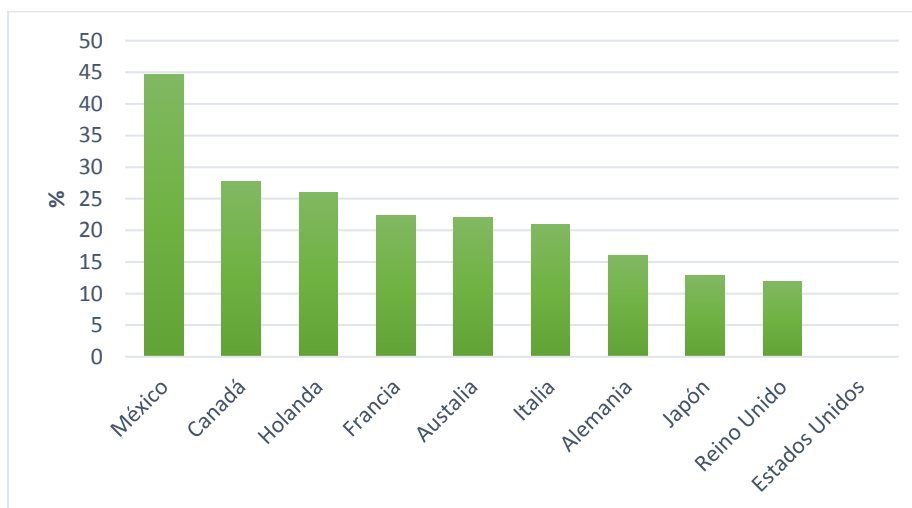
Gráfica 2: Ranking de ahorro en servicios digitales en comparación con Estados Unidos



Fuente: KPMG, (2016).

Para el tema de investigación y desarrollo (producto biomédico, desarrollo y prueba de sistemas electrónicos) KPMG (2016), informa que México cuenta con un 44.7 % de ahorro en comparación con Estados Unidos, de igual manera los países que le siguen son Canadá y Holanda. En la gráfica 3 se puede ver el porcentaje de varios países en este tema.

Gráfica 3: Ranking de ahorro en investigación y desarrollo en comparación con Estados Unidos



Fuente: KPMG, (2016).

Toda compañía requiere de servicios corporativos, por ejemplo: servicios financieros, centros compartidos de servicio, gente administrativa, etc. A continuación, se presenta la gráfica 4 para este departamento, donde según KPMG (2016), México cuenta con un 52.8 % de ahorro en comparación con Estados Unidos, Canadá con 26.1% y Holanda en tercera posición con un 22.2%.

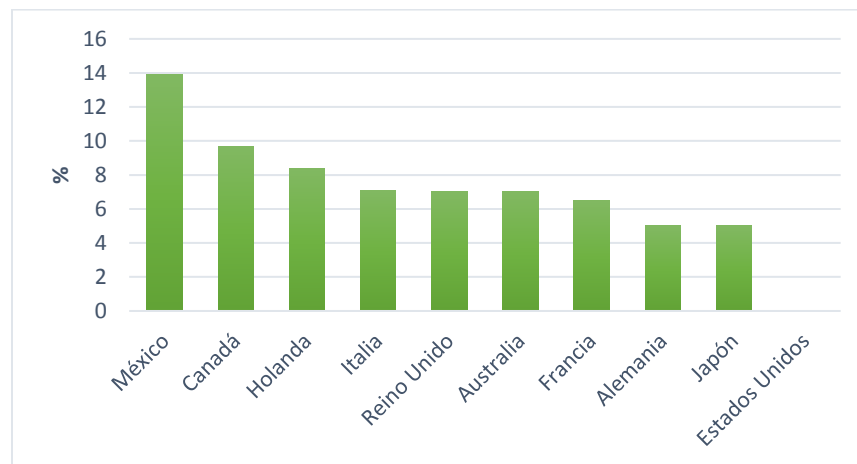
Gráfica 4: Ranking de ahorro en servicios corporativos en comparación con Estados Unidos



Fuente: KPMG, (2016).

Por último, se observa la gráfica 5 sobre la manufactura de productos en los distintos países; estos productos pueden ser aeroespacial, automotriz, químicos, electrónicos, médicos, plásticos, entre otros. En este tema se puede observar que el porcentaje que tiene México ya es menor, pero sigue siendo el mayor porcentaje con un 13.9% (KPMG, 2016).

Gráfica 5: Ranking de ahorro en manufactura en comparación con Estados Unidos

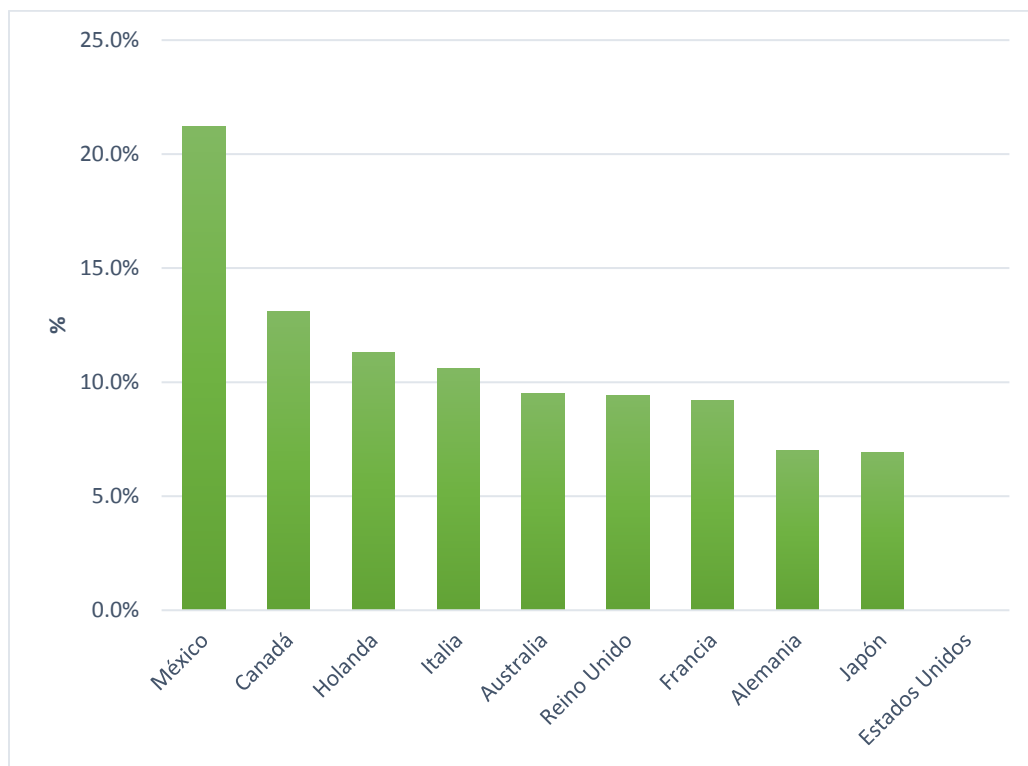


Fuente: KPMG, (2016).

3.2 La industria médica en el ámbito internacional

En la gráfica 6 se puede observar que se delimita el contexto de la manufactura, ya enfocada a la industria de dispositivos médicos. De acuerdo con la publicación de KPMG (2016), México es el país que cuenta con el porcentaje más alto de ahorro en la producción de estos productos con un 21.2%, después ya se encuentra Canadá con un 13.1% y Holanda con un 11.3%, este porcentaje es en comparación con Estados Unidos. Se observa que la diferencia es muy significativa, la cual hace entender fácilmente porque los socios, inversionistas o dueños de una empresa de esta rama decida venir a México a invertir trayendo sus productos, sus tecnologías, sus sistemas, etc.

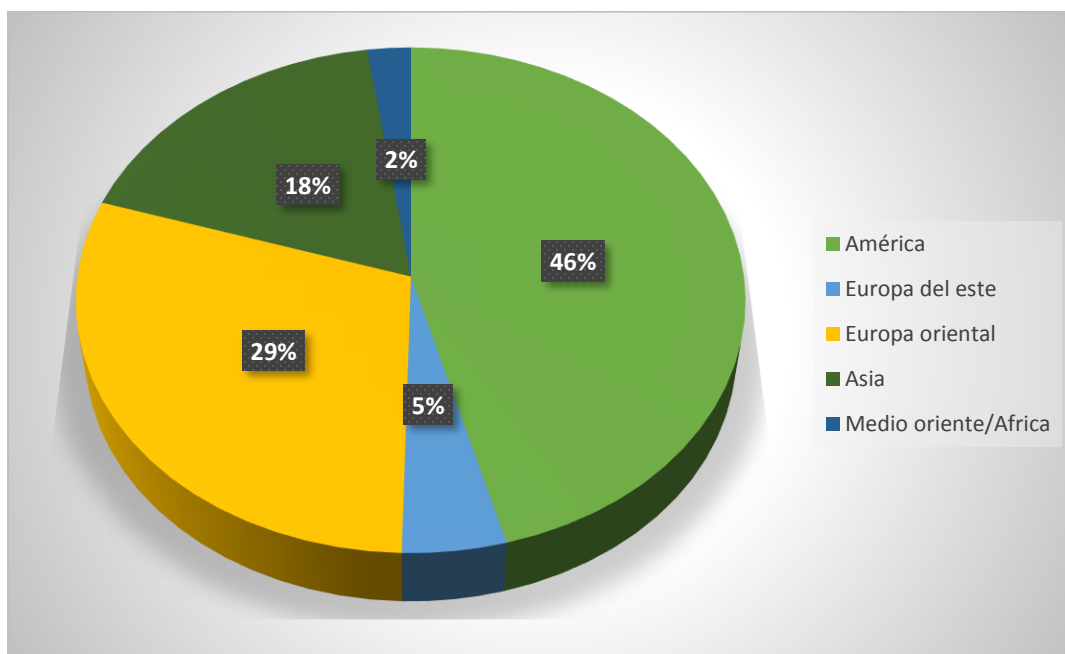
Gráfica 6: Ranking de ahorro en manufactura de dispositivos médicos en comparación con Estados Unidos



Fuente: KPMG, (2016).

De acuerdo con la Feria Internacional de Estrategias y Tecnologías para la Salud (2017), o también conocido por sus siglas (FIETS), la industria de los dispositivos médicos es uno de los sectores más vitales y dinámicos de la economía. En el 2008, los ingresos por ventas de dispositivos médicos en todo el mundo se calcularon en más de USD 210 000 millones; en 2013, se valió en USD 350 000 millones, lo que representó una tasa de crecimiento anual del 6% aproximadamente, con referencia a los ingresos calculados en 2001. Al 2012, la industria de dispositivos médicos estaba compuesta por más de 27 000 empresas en todo el mundo, que brindó empleo a aproximadamente un millón de personas. En la gráfica 7 se muestra el mercado de dispositivos por regiones (porcentaje de los ingresos por ventas en 2009) donde se puede observar que el 80% de los ingresos mundiales de las ventas de dispositivos médicos proceden de los continentes americano y europeo.

Gráfica 7: Mercado de dispositivos por regiones en 2009



Fuente: FIETS, (2017).

En la tabla 8 se puede observar los países con mayores ingresos por ventas en 2009, donde los países que encabezan dicho listado son: Estados Unidos cuenta con el 41%, Japón el 10%, Alemania 8% y Francia con el 4%, son los países que encabezan dicho listado (FIETS, 2017).

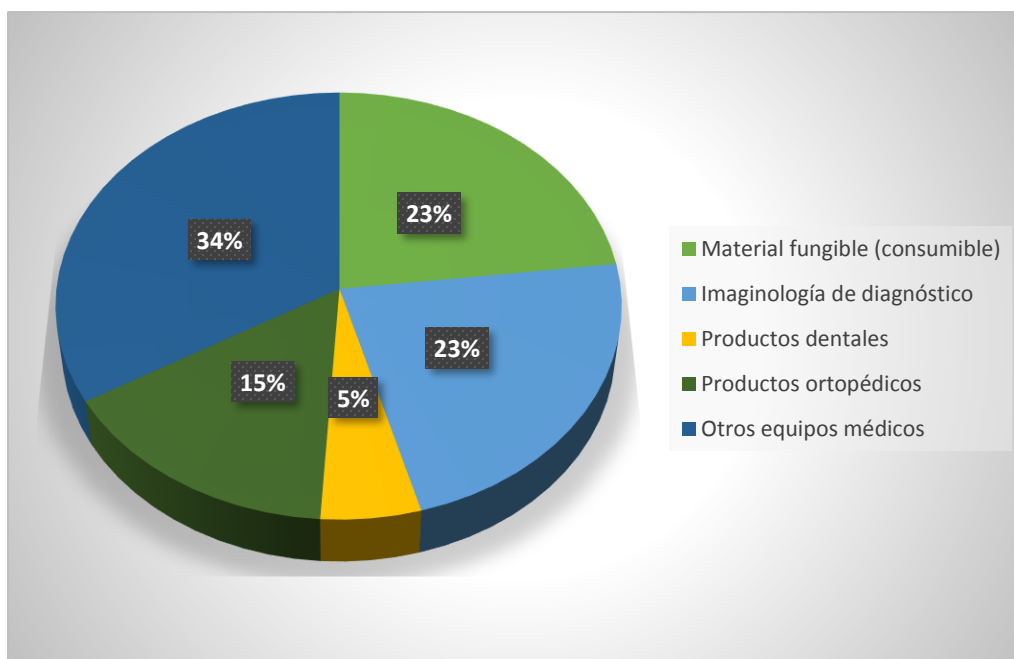
Tabla 8: Clasificación de compañías de dispositivos médicos en el mundo

Puesto	País	Ventas millones de USD	%
1	Estados Unidos	91,316	40.7
2	Japón	22,721	10.1
3	Alemania	18,147	8.1
4	Francia	8,625	3.8
5	Italia	8,004	3.6
6	Reino Unido	7,628	3.4
7	China	6,161	2.7
8	España	4,887	2.2
9	Canadá	4,757	2.1
10	Suiza	4,063	1.8

Fuente: FIETS, (2017)

En la gráfica 8 se muestra el desglose del mercado mundial de los tipos de dispositivos médicos por sectores de acuerdo con el porcentaje de los ingresos por ventas en 2009 (FIETS, 2017).

Gráfica 8: Mercado de dispositivos médicos por regiones



Fuente: FIETS, (2017).

Según Ellis (2018), los dispositivos médicos es una de las áreas de más rápido crecimiento dentro de las ciencias de la vida, esta amplia industria desarrolla todo tipo de dispositivos, desde diagnósticos y máquinas de imágenes médicas hasta instrumentos quirúrgicos y ortopedia; con el alto nivel de avance tecnológico en los últimos años, los subsectores como la tecnología de la salud han crecido exponencialmente tanto en el desarrollo de nuevas tecnologías como en el proceso de manufactura de los mismos. En los últimos 12 meses se ha visto un crecimiento impresionante en el sector de dispositivos médicos, principalmente debido a la inversión en tecnología de salud e inteligencia artificial; en la tabla 9 se muestran las 10 principales compañías de dispositivos médicos en el mundo, clasificadas según sus ingresos de 2017:

Tabla 9: Clasificación de compañías de dispositivos médicos en el mundo

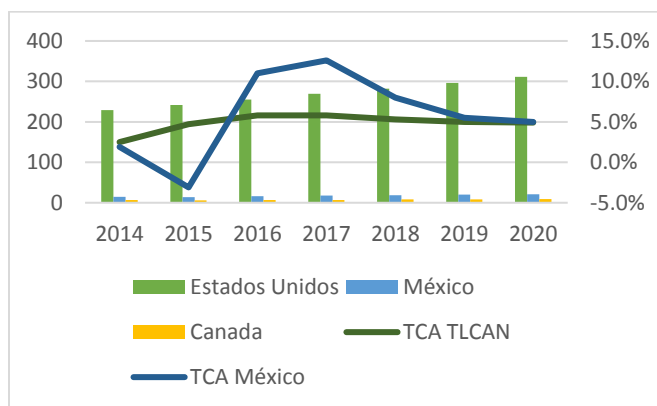
Puesto	Compañía	Ingreso
1	<i>Medtronic</i>	\$29.7 billones
2	<i>DePuy Synthes (Johnson & Johnson)</i>	\$26.6 billones
3	<i>Fresenius</i>	\$20.7 billones
4	<i>Philips Healthcare</i>	\$20.7 billones
5	<i>GE Healthcare</i>	\$19.1 billones
6	<i>Siemens Healthineers</i>	\$16.5 billones
7	<i>Cardinal Health</i>	\$13.5 billones
8	<i>Stryker</i>	\$12.4 billones
9	<i>Becton Dickinson</i>	\$12.1 billones
10	<i>Baxter</i>	\$10.6 billones

Fuente: Ellis, (2018)

De acuerdo con Huitrón (2017), Estados Unidos fue el país con mayor exportación de productos médicos en 2015 con 44 mil 511 millones de dólares, siguiendo Alemania con 27 mil 232 millones de dólares, Holanda con 18 mil 104 millones de dólares, China con 13 mil 932 millones de dólares, entre otros; México es el octavo mayor exportador del mundo con 8 mil 406 millones de dólares, siendo el mayor de todo América Latina; el siguiente país del continente americano es Costa Rica que se encuentra en el lugar décimo sexto con 2 mil 95 millones de dólares.

Respecto a los países que se encuentran dentro del Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLCAN), en 2013 la producción total de la región alcanzó un monto de 244,546 millones de dólares, se prevé que ésta tenga una tasa media de crecimiento anual (TMCA) de 5.2% en el periodo 2014-2020 (ProMéxico, 2015). En la gráfica 9 se refleja la perspectiva de producción de los 3 países con se encuentran dentro del TLCAN, así como el porcentaje del TCA promedio de los 3 países y el de México solamente.

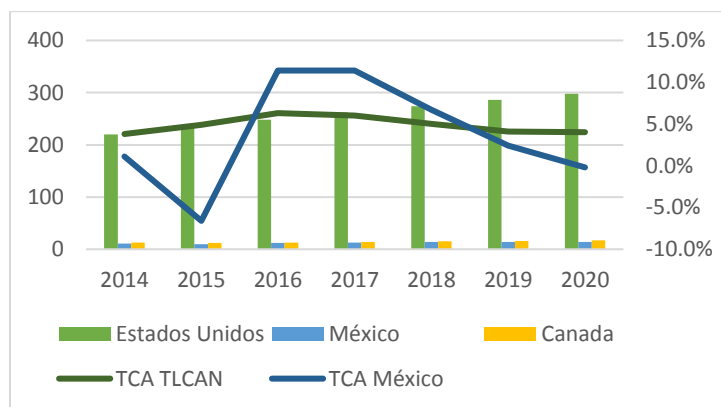
Gráfica 9: Perspectiva de producción TLCAN 2014-2020 (mmd)



Fuente: ProMéxico, (2015).

Respecto al consumo de dispositivos médicos en 2013, se reportó un monto de 235,164 millones de dólares, el cual se estima que ésta tendrá un crecimiento promedio anual de 5.1% en el mismo periodo (ProMéxico, 2015). En la gráfica 10 se refleja la perspectiva de consumo de los 3 países con se encuentran dentro del TLCAN, así como el porcentaje del TCA promedio de los 3 países y el de México solamente.

Gráfica 10: Perspectiva de consumo TLCAN 2014-2020 (mmd)



Fuente: ProMéxico, (2015).

FIETS (2017), presenta que desde el 2013, la industria de dispositivos médicos ha sufrido una serie de variaciones, particularmente en el mercado de Estados Unidos y México; entre los diversos factores que promovieron el cambio se encuentran:

- La gradual aplicación del plan de salud del presidente Obama (ObamaCare), que buscaba ampliar la cobertura del seguro médico a un estimado de 32 millones de estadounidenses que no presentaban ningún tipo de seguro de salud.
- La aprobación en México, de la iniciativa Seguro Popular, para proporcionar cobertura de asistencia médica básica a toda la población del país para 2020, lo que representa un incremento en el periodo 2013 – 2017, del gasto promedio anual previsto de 10.2%.
- La entrada en vigor, enero 2013, de un nuevo impuesto específico de 2.3% sobre los dispositivos médicos.
- La presión sobre los precios por parte de compañías de seguros, corporaciones y gobiernos (pagadores); así como en los requisitos de rendimiento. Todo esto aunado a una transición hacia un canal de distribución más disperso.

3.3 La industria médica en México

Rello (2018), presenta que, frente a la enfermedad, lo primero que se piensa es en medicinas. Con frecuencia pasa desapercibido otro elemento que juega un decisivo papel de aliado en la búsqueda de recuperar la salud: los dispositivos médicos. Se trata de aquellos insumos que van desde un guante de látex para que el cirujano pueda operar, hasta el más sofisticado equipo de diagnóstico, pasando por instrumentos que permiten restituir el funcionamiento de alguna parte del cuerpo o paliar deficiencias de este, por ejemplo, implantes, marcapasos, prótesis y un largo etcétera. Aunque menos popular que otras, la industria de los dispositivos médicos tiene un impacto creciente tanto en la economía de las naciones, como en la salud de los individuos. En México, todo el sector salud equivale al 5.7 del Producto Interno Bruto (PIB).

El enfoque principal en la actualidad está siendo cada uno de los laboratorios, centros de investigación, universidades, instituciones de salud, por lo tanto, se está haciendo todo un esfuerzo para comunicar la importancia que está adquiriendo el país en la generación de nuevas tecnologías. Detrás de dicha innovación, el objetivo es alcanzar una mejora en la calidad de atención y seguimiento al paciente, y de la misma manera transformar el acceso equitativo a la salud para toda la población. La tecnología está mejorando la productividad en las instituciones de salud, logrando que sea posible atender a un mayor número de personas, mucho mejor y con una mejor exactitud en el diagnóstico (Rello, 2018).

Pineda (2017), informó que el sector de dispositivos médicos del país está compuesto por pequeñas y medianas empresas que tienen un desempeño exitoso en procesos de manufactura y ensamble. Añade que esta industria se ha convertido en líder para la manufactura y ensamble de aparatos médicos a nivel mundial. En relación con la cadena de proveeduría para la manufactura y ensamble de la industria, los principales requerimientos del sector incluyen los siguientes procesos: mecanizado, fundición, ensambles mecánicos, troquelado y estampado, inyección a presión, moldeo por inyección de plástico, así como tratamientos superficiales técnicos.

México ofrece ventajas en materia de competitividad para la industria de dispositivos médicos, que se materializa en ahorros y en costos de producción. En este sentido, el país cuenta con condiciones favorables para que empresas extranjeras de dispositivos médicos reduzcan sus costos y se acerquen al principal mercado a nivel mundial: Estados Unidos. El estudio de la dependencia agrega que los factores de atracción con los que cuenta México son: 1) Costos competitivos al

ofrecer un buen porcentaje de ahorro en comparación con Estados Unidos; 2) Personal especializado al tener instituciones de educación superior con programas de biotecnología, ingeniería y tecnología; y por último una sólida plataforma de exportación al propiciar ahorros considerables en materia logística y en supervisión del proceso manufacturero así como también facilita la inspección de las plantas por parte de las autoridades sanitarias nacionales y extranjeras como la *Food and Drug Administration* o también conocido por sus siglas como FDA (Pineda, 2017).

En México, los dispositivos médicos se clasifican de acuerdo con el riesgo que implica su uso, y pueden ser de Clase I, II y III. Clase I son todos aquellos insumos conocidos en la práctica médica cuya seguridad y eficacia están comprobados y generalmente no se introducen al organismo; clase II son los insumos conocidos en la práctica médica que generalmente se introducen al organismo, permaneciendo menos de treinta días y por último clase III son todos aquellos insumos recientemente aceptados en la práctica médica que se introducen al organismo y permanecen en él, por más de treinta días (ProMéxico, 2016).

En México, los dispositivos médicos son regulados por la Comisión Federal para la Protección Contra Riesgos Sanitarios (COFEPRIS), que es una división de la Secretaría de Salud. COFEPRIS es un organismo autónomo y descentralizado y es responsable de la revisión, aprobación y monitoreo postventa de cualquier producto para el cuidado de la salud en México. Para poder competir a nivel global, México es uno de los pocos países de Latinoamérica que ha logrado establecer una legislación lo suficientemente robusta para asegurarse de que su sistema de salud tenga acceso a las mismas tecnologías que se encuentra disponibles en otras partes del mundo. El Registro Sanitario de Dispositivos Médicos ha reportado 411 registros de productos hasta enero de 2016, de los cuales el 50.49% pertenecen a la Clase I, el 32.04% pertenecen a la Clase II y el 17.45% restante pertenece a dispositivos de Clase III. Siendo los dispositivos más pequeños y no invasivos los que más se registran, debido a que son más genéricos y aprueban menos regulaciones (Flores & Bonal, 2016).

De acuerdo con Santa (2016), basado en las ventajas geográficas de México, los tratados comerciales, los bajos costos de la mano de obra, las mejoras regulatorias, lo atractivo del mercado interno en el futuro y las oportunidades de acceso por seguro popular, México tiene el potencial de pasar a ser el país exportador número siete a nivel mundial al finalizar esta década. En los últimos cinco años, la COFEPRIS ha simplificado los procesos de llegada de los dispositivos médicos al mercado privado (farmacias u hospitales particulares). Sin embargo, el reto es mejorar los procesos para que esos dispositivos también lleguen al sector público, ya que actualmente se tarde entre 2 años o años y medio.

ProMéxico (2015), da a conocer que en 2013 en México se tuvo una producción que alcanzó \$14,360 millones de dólares y se espera que en el periodo 2014-2020 la tasa media de crecimiento anual (TMCA) crezca a un 6.4%; también tuvo un consumo de \$10,947 millones de dólares, representando una tasa media de crecimiento anual (TMCA) 2014-2020 de 4%. En términos de crecimiento, México proyecta en los próximos años un dinamismo superior al de los países productores más importantes de la industria como Estados Unidos, Alemania, Japón y Suiza, de igual manera proyecta un mayor TMCA respecto a consumo en comparación con Suiza, Francia, Italia y Reino Unido. El sector de proveedores de servicios de salud en México tuvo un valor de 76.9 millones de dólares creciendo una tasa médica de crecimiento anual (TMCA) de 6.5% entre 2009 y 2013. El segmento de productos médicos fue el subsector más lucrativo en 2013 con ingresos totales de 23.6 millones de dólares equivalente al 30.6% del valor total del sector.

En 2014, se operaron en México 2,344 unidades económicas especializadas en dispositivos médicos, ubicadas principalmente en Distrito Federal, Estado de México, Baja California, Jalisco, Guanajuato, Veracruz, Puebla y Chihuahua. El número de empresas que registraron exportaciones fueron 655, logrando \$7,699 millones de dólares en exportaciones siendo el noveno exportador de dispositivos médicos a nivel global, el primer exportador en América Latina donde su principal consumidor es Estados Unidos. Se tuvo un total de empleados de 148,597 personas para la exportación de productos médicos entre los principales se pueden encontrar: instrumentos de medicina, cirugía, odontología o veterinaria; artículos y aparatos de ortopedia o facturas; aparatos de mecanoterapia; mobiliario para cirugía y aparatos de rayos X (ProMéxico, 2015).

ProMéxico (2015), menciona que Estados Unidos es el principal socio comercial de México con el 92.5% y el 62.7% de las importaciones proceden del mismo. México es el segundo exportador mundial de agujas tubulares de sutura y el quinto exportador mundial de jeringas, catéteres, cánulas e instrumentos similares. La industria de dispositivos médicos tuvo una inversión acumulada de 1,689 millones de dólares de 2005 al 2014. Los principales países inversionistas fueron Estados Unidos, Italia, Alemania, España y Países Bajos. En 2014 el país recibió un monto de 150 millones de dólares en inversión extranjera directa, siendo los principales destinos las ciudades de Guadalajara, Tijuana, Nuevo Laredo y Matamoros.

La industria de dispositivos médicos en México tuvo una inversión extranjera directa (IED) acumulada de 1,689 millones de dólares de 2005 al 2014. Los principales países inversionistas fueron Estados Unidos, Italia, Alemania, España y Países Bajos, solamente en 2014 el país recibió un monto de 150 millones de dólares. Entre 2010 y 2015 se anunció que en México se invirtieron 17 empresas, de las cuales se originaron 19 proyectos (13 de ellos son proyectos de expansión y 6 nuevas inversiones) originando 6,375 empleos en los destinos de Guadalajara, Tijuana, Nuevo Laredo y Matamoros (ProMéxico, 2015).

ProMéxico (2018), declara que en 2016 se tuvo un total de empleados de 137,207 personas para la exportación de productos médicos entre los principales se pueden encontrar: instrumentos de medicina, cirugía, odontología o veterinaria; artículos y aparatos de ortopedia o facturas; aparatos de mecanoterapia; mobiliario para cirugía y aparatos de rayos X. Se operaron en México 2,494 unidades económicas especializadas en dispositivos médicos ubicadas principalmente en Ciudad de México, Estado de México, Baja California, Jalisco, Chihuahua, Coahuila, Morelos, Nuevo León, Sonora y Tamaulipas; donde el número de empresas que registraron exportaciones fueron 641; siendo el tercer país exportador de agujas tubulares de sutura y el cuarto exportador de mobiliario como mesas de operaciones y camillas; y también cuarto exportador de agujas, catéteres, cánulas e instrumentos similares.

En 2017, México obtuvo \$9,394 millones de dólares en exportaciones siendo el octavo exportador de dispositivos médicos a nivel global, sigue siendo el primer exportador en América Latina y de igual manera es el principal proveedor de Estados Unidos. En 2017 en México se tuvo una producción de \$13,811 millones de dólares, teniendo una tasa media de crecimiento anual (TMCA) de 3% y un consumo de \$9,568 millones de dólares, representando una tasa media de crecimiento

anual (TMCA) de 4%. La industria de dispositivos médicos tuvo una inversión acumulada de 2,063 millones de dólares de 2007 al 2017, los principales países inversionistas fueron Estados Unidos, Italia, Alemania, y Francia. En 2017 el país recibió un monto de 161 millones de dólares en inversión extranjera directa todo esto obtenido por 37 empresas de las cuales se implementaron 46 proyectos (19 de ellos son proyectos de expansión y 27 nuevas inversiones) produciendo 15,514 empleos siendo los principales los estados de Baja California, San Luis Potosí, Ciudad de México, Tamaulipas y Chihuahua (ProMéxico, 2018).

ProMéxico (2015), destaca que en México se cuenta con un capital humano capacitado. Existen más de 230 universidades e instituciones de educación superior que ofrecen programas de estudios relacionados con biotecnología. Durante el periodo 2000-2012, la tasa de crecimiento promedio anual de egresados de ingeniería en México fue de 6%. En 2012 se graduaron más de 111 mil estudiantes de ingeniería y tecnología; así como 41 mil estudiantes de ciencias de la salud.

Plenilunia Salud Mujer (2018), publicó que el Gobierno Federal, a través de las Secretarías de Salud y de Economía declararon a la Industria Farmacéutica y de Dispositivos Médicos como Sector Estratégico para el desarrollo del país en materias económica, social y de salud. El Convenio establece los mecanismos de trabajo, de coordinación y de acciones para el diseño e instrumentación de políticas públicas que fomenten el desarrollo económico de las industrias farmacéutica y de dispositivos médicos, con el propósito de maximizar su aportación de alto valor agregado a la economía nacional, así como para mejorar su contribución, a través de los bienes terapéuticos que ofrece, para el bienestar de los mexicanos. Son 4 pilares en los que se desarrollarán las acciones de política pública de fomento económico del sector:

1. Investigación y Desarrollo. Promover a México como destino de inversión para la investigación y desarrollo tecnológico en salud, considerando las prioridades de atención que en materia de salud pública y atención médica defina el sector salud.
2. Exportaciones. Fomentar la participación de la industria farmacéutica y de dispositivos médicos en los mercados internacionales aprovechando su capacidad instalada y las ventajas competitivas.
3. Desarrollo de proveedores-Desarrollo regional. Establecer Grupos de Tarea en 2 regiones: Valle de México-Toluca y Zona Metropolitana de Guadalajara, Jalisco.

4. Compras públicas. Impulsar a las compras públicas como una palanca de desarrollo para el sector.

Asimismo, señaló que en el sector farmacéutico se registró un incremento de 8.5% en la contratación de personal y por escolaridad creció el nivel de doctorado en un 25%, maestrías en un 6.2%, licenciaturas en un 10% y carreras técnicas en un 18% (Plenilunia Salud Mujer, 2018).

De manera específica, una de las formas en las que el gobierno federal ha estado impulsando que las empresas lleven a cabo actividades de investigación y desarrollo, es a través del Programa de Estímulos a la Innovación (PEI) del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT). Este programa tiene como objetivo general incentivar, a nivel nacional, la inversión de las empresas en actividades y proyectos relacionados con la investigación, desarrollo tecnológico e innovación a través del otorgamiento de estímulos complementarios, de tal forma que estos apoyos tengan el mayor impacto posible sobre la competitividad de la economía nacional. En el año 2014, a través del PEI, CONACYT apoyó 32 proyectos de desarrollo tecnológico en dispositivos médicos y farmacéuticos, cuya inversión total fue de 258 millones de pesos, de los cuales sólo 112 millones de pesos fueron de inversión pública otorgada a través de este recurso federal. Durante 2015 se apoyó con inversión pública a diferentes empresas a través del Programa de Estímulos a la Innovación por un monto de 733 millones de pesos, mientras que la industria privada aportó poco más de 90 millones de pesos (Flores & Bonal, 2016).

Flores (2016), expresa que un estudio sobre proyecciones de la industria de dispositivos médicos 2014-2020, indica que la producción en México pasará de 14,627 millones de dólares en 2014, a 21,164 millones de dólares en el año 2020, un crecimiento acumulado de 44%. Se estima que en el país hay más de 400 empresas que manufacturan dispositivos médicos de exportación, en Chihuahua, Sonora, Nuevo León, Tamaulipas, Ciudad de México, Estado de México, Jalisco y Morelos, sin embargo, la mayor concentración está en Baja California.

De acuerdo con el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (2018), o también conocido por sus siglas (INEGI), en México se cuenta con 7,666 industrias manufactureras con un tamaño de establecimiento mayor a 101 personas. De las cuales solo el 2.34% son industrias que se dedican a la manufactura médica: sea no electrónico, médico electrónico o desechable de uso médico. De todas las empresas manufactureras de producto médico, cabe resaltar que el 75.5% se encuentra en los estados que son frontera con Estados Unidos de América, uno de los principales motivos es que es menos complicado el exportarlo a este país para que sea esterilizado (si aplica) y comercializado ya sea dentro de ese país o en el mundo.

A continuación, se podrá ver la figura 3 donde se puede observar los principales estados donde se ubican empresas que manufacturan producto médico en el país, al igual las diversas marcas de compañías a las cuales se fabrican sus productos, se distribuyen y se administran (ProMéxico, 2018).

Figura 3: Principales estados fabricantes de producto médico y principales empresas



Fuente: ProMéxico, (2018).

Flores & Bonal (2016), publicaron que una de las estrategias empleadas desde principios de la década de los noventa es la integración de clústeres industriales. Un clúster es una concentración de empresas relacionadas entre sí, en una zona geográfica relativamente definida, de modo que conforman un polo productivo especializado con ventajas competitivas. Los clústeres tienen el potencial de afectar a la competencia de tres maneras, la primera es a través de la productividad, ayudando en la identificación de políticas, estrategias y proyectos y acciones que mejoren la competitividad de las empresas que lo conforman. La segunda es a través de actividades de innovación que favorecen la transferencia de conocimiento y tecnología, así como el desarrollo tecnológico coordinado entre las diferentes empresas y el ecosistema de innovación en el que se establezcan. Por último, y aprovechando las ventajas de la aglomeración, pueden ayudar a la competitividad a través de la generación de nuevos negocios identificados como consecuencia del acercamiento geográfico con el que cuentan.

Tovar (2015), publicó que la Secretaría de Economía (SE), ubica tres clústeres de esta industria en los estados de Baja California, Chihuahua y Distrito Federal. Otros estados donde se ubican empresas de este sector son Tamaulipas, Sonora, Nuevo León, Jalisco, Yucatán, Estado de México y Coahuila. En el caso de Chihuahua, su ubicación geográfica le permite ofrecer una ventaja en materia de logística a las empresas de la industria médica, facilitando sus exportaciones y conexiones con el comercio mundial, además de la mano de obra calificada con la que cuenta el Estado y, por otra parte, la cantidad de universidades tecnológicas que se encuentran en Chihuahua, garantizando el proveer de personal capacitado al sector. Cabe señalar que entre 2010 y 2014 se hicieron anuncios de inversión en México correspondientes a proyectos que contemplan la generación de más de 5000 empleos, con un enfoque de actividad orientado principalmente a la manufactura, siendo los principales destinos de inversión Guadalajara, Tijuana, Nuevo Laredo y Matamoros.

3.4 La industria médica en Baja California y Tijuana.

Velázquez & León (2016), describe a Baja California como una entidad con un perfil internacional por naturaleza. No solamente porque es una entidad fronteriza que tiene una intensa interacción con el vecino estado de California, sino también porque mantiene un vínculo estrecho con otras regiones del mundo. Particularmente, el estado ha desarrollado estrechos lazos con Asia, especialmente con China, Japón y Corea del Sur, países que cuentan con importantes inversiones en Tijuana y otras ciudades del estado. Asimismo, en los últimos años algunos países europeos han incrementado sus inversiones en Baja California. En la misma tónica, el flujo comercial que tiene la entidad con el mundo es muy intenso y ha crecido en los últimos años. Sus principales productos de exportación son pantallas planas de televisión, equipos médicos, vino, cerveza, autopartes, electrónicos, entre otros.

Según la Secretaría de Turismo del Estado (SECTURE), Baja California genera 40% de la derrama económica por turismo de salud en México, lo cual ocasionó que se abriera la Dirección de Turismo de Salud, siendo la primera entidad del país que cuenta con una. Anualmente, Baja California capta alrededor de 500 millones de dólares por concepto de turismo de salud, al recibir entre 1.5 y 2 millones de pacientes en su mayoría hispanos con un 52% y seguido de los anglosajones con un 37% (Velázquez & León, 2016).

Martínez (2018), expresa que la industria de productos médicos en Baja California se posiciona como líder nacional, pero de acuerdo con las empresas y el clúster del sector, proyectan colocarse como los principales en América Latina. Las ventajas es la cercanía con Estados Unidos y la mano de obra calificada, por ello las compañías que manufacturan los productos han conseguido mantener el liderazgo. El clúster ha presentado una tasa de crecimiento anual de 8% en Baja California por lo que representa un incremento alentador para el sector, para el año 2019 se proyecta que el crecimiento alcance hasta 9%, debido al trabajo conjunto entre organismos, compañías industriales e instituciones de educación superior, que se coordinan para promover a la industria en otros países. Se tiene una estrategia integral que abarca desde la promoción de las oportunidades de inversión que existen en la entidad, además de la capacitación no sólo de estudiantes sino de los mismos trabajadores del sector para responder a las necesidades de las firmas, así como la exigencia de mejor infraestructura para agilizar la importación y exportación de la producción de las compañías.

Pineda (2017), publicó que en Baja California es necesario que el sector innove no sólo en procesos, porque en la región eso ya es muy común, sino que también innove en productos. Se tiene que crear más vinculación en empresas y el sector educativo para hacer proyectos multidisciplinarios más complejos y trabajar en el diseño de nuevos productos, para llegar a esto se firmó un convenio de colaboración con la Fundación México-Estados Unidos para la Ciencia (FUMEC). Además, uno de los objetivos debe ser fortalecer la cadena de suministro de la industria de productos médicos en ambos lados de la frontera entre México y los Estados Unidos, así como la formación de recursos humanos especializados y la generación de proyectos de innovación.

Este convenio también busca alcanzar una mayor integración de la proveeduría regional a la cadena de suministro de las empresas tractoras en la industria médica, mediante el desarrollo de proveedores y así atraer mayor inversión y generar más empleos en el mediano y largo plazo. En este campo destaca el tema de la certificación, el apoyar a los proveedores a certificarse en las normas ISO 13485, y a quienes aún no están certificados en ISO 9001:2008 para que estén en condiciones de integrarse a la cadena de suministro (Pineda, 2017).

Para una mayor internacionalización, el gobierno del estado de Baja California estableció una visión estratégica de largo plazo sobre el desarrollo económico basada en la integración de conglomerados (clústeres). A partir de este modelo, la Secretaría de Desarrollo Económico (SEDECO) y el sector empresarial local se dieron a la tarea de identificar, diagnosticar e impulsar las vocaciones productivas y las nuevas áreas de oportunidad en la región. Estas medidas buscaban aprovechar las ventajas comparativas no solamente del estado de Baja California, sino de la región en su conjunto (California-Baja California) para integrar procesos productivos binacionales que pudieran generar beneficios económicos para ambos lados de la frontera. Los principales sectores que participan en este proceso son la industria turística, la electrónica, la agroindustria, la industria vitivinicultora, los dispositivos médicos, la cerveza, la industria aeroespacial, la automotriz, el software, la pesca y la acuicultura, entre otros. Estos sectores han experimentado un mayor dinamismo, debido a la perspectiva internacional que gobierno y empresas les han otorgado (Velázquez & León, 2016).

México cuenta con siete clústeres del sector, los cuales agrupan aproximadamente a 130 empresas. El clúster de Baja California es el más importante pues sus empresas representan más del 50 por ciento de las exportaciones totales nacionales del sector. Cuenta con 189 unidades económicas y alrededor de 80 empresas exportadoras de dispositivos médicos. Las principales capacidades de este clúster están relacionadas con la manufactura y ensamble de equipos y componentes como: catéteres, pipetas, válvulas, respiradores artificiales, nebulizadores, conectores y aparatos ortopédicos, entre otros (Flores & Bonal, 2016).

De acuerdo con la Asociación Industrial de Productos Médicos de las Californias (2017), el clúster “Productos Médicos de las Californias” es un agrupamiento compuesto por representantes claves de diferentes empresas de la industria instaladas en Baja California, agrupando a empresas del sector, proveedores, universidades y organismos de gobierno relacionados al sector. El clúster Productos Médicos de las Californias tiene como misión para el 2020 ser el clúster regional con mayor concentración de desarrollo y manufactura de productos médicos en el continente americano. Dentro de sus líneas estratégicas planea tener un desarrollo del capital humano, una buena cadena de suministro, un posicionamiento y promoción de inversión, desarrollo tecnológico e Innovación y por último relaciones gubernamentales.

En Baja California, la mayoría de las plantas son de exportación y a partir de 2005 están ganando terreno (sobre otras entidades), ya que han pasado del ensamble a incorporar el moldeo y la extrusión. También hay una empresa que desarrolla software, así como otras que fabrican marcapasos y prótesis, además de otros dispositivos como respiradores artificiales, catéteres, circuitos de anestesia, gafas de visión y tubos para hemodiálisis, entre otros. Entre las empresas más reconocidas de dispositivos médicos en Baja California se encuentran: Smiths, DJO Global, Greatbatch, Lancer Orthodontics, Össur, Teleflex Medical, CareFusion, Coastline International, Encamesa, Augen, Flex, Essilor, Nypro, Carl Zeiss Vision, Medtronic, entre otras (Flores, 2016).

Se realizó una investigación en la página de la INEGI (2018), donde se seleccionó las actividades económicas: fabricación de equipo médico electrónico, fabricación de equipo no electrónico para uso médico y por último fabricación de material desechable de uso médico. Se obtuvo que en Baja California se encuentran 58 de este tipo de compañías, siendo el estado que tiene la mayor cantidad en todo el país con un 32% del total. La ciudad de Tijuana cuenta con la mayor cantidad de empresas al tener un total de 42, mientras que en Mexicali se encuentran 11, en Tecate 3 y en Ensenada 2; siendo Tijuana el municipio con mayor fuerza laboral en el ámbito médico no solo de la región sino de todo el país.

La dinámica industrial en Baja California ha traspasado barreras, llegando a tener gran influencia en California. Ambas entidades han venido experimentando procesos de integración en cuanto a técnicas de producción en el ramo médico. Tan sólo en Tijuana, la industria de dispositivos médicos concentra alrededor de 60 plantas llevándose el primer lugar nacional en cuanto a importancia y desempeño. Con respecto al sector de equipos médicos, más de la mitad de la inversión extranjera proviene de Estados Unidos. A su vez, Baja California exporta 90% de lo fabricado por este clúster a Estados Unidos, en su mayoría a California, específicamente. El clúster de productos médicos ubicado en Baja California representa un caso de éxito importante. Este clúster, en conjunto con el de San Diego, California, forma parte del agrupamiento binacional de productos médicos más diverso y sofisticado en Norteamérica (Velázquez & León, 2016).

En 2016, el clúster llamado “Productos Médicos de las Californias” en Baja California representa aproximadamente el 50% de las exportaciones totales nacionales del sector, contando con 75 empresas de las cuales el 65% se encuentran en Tijuana (ProMéxico, 2018).

La región Tijuana-San Diego mantiene el liderazgo de la rama médica por su experiencia de 30 años en la industria, así como por su infraestructura, al contar con dos aeropuertos internacionales, el puerto de Ensenada y la vinculación de sus empresas con cuatro universidades de ambos países, además de que es la frontera más dinámica del mundo (Flores, 2016).

Capítulo IV. Metodología

La finalidad del presente estudio es llevar a cabo una administración de costos con sus respectivos indicadores para llevar un control adecuado de los costos durante la introducción de nuevos productos para lanzar productos al mercado. Como se menciona en el marco teórico, se revisaron a distintos autores de gestión de proyectos, para llevar a cabo la administración de costos se encontró que utilizan el método de gestión de valor ganado (EVM). Este método es considerado muy completo, ya que presenta un mayor alcance y tiene la ventaja de que puede ser utilizado para distintos alcances del proyecto. Por lo anterior, para el desarrollo de este estudio, el método EVM es el que será utilizado ya que permite cumplir con los objetivos planteados.

4.1 Tipo de estudio

Este estudio de caso es de tipo descriptivo, se utilizan variables cuantitativas. La parte cuantitativa es debido a que el objetivo principal es llevar a cabo una administración de costos, por lo tanto, se requiere un control de los costos y la información se recolectó del departamento de finanzas; una vez teniendo los valores numéricos, sigue la parte de realizar un estudio descriptivo para visualizar como se encuentra el proyecto en relación al presupuesto otorgado.

4.2 Aportación del estudio

Se tiene el objetivo de implementar un método que apoye a la empresa a llevar a cabo una administración de costos de manera menos compleja, donde se puedan determinar ciertos indicadores, los cuales muestren los costos realizados en comparación del presupuesto y al final poder pronosticar cual va a ser el monto total que será requerido para completar las actividades del proyecto.

4.3 Sujetos de estudio

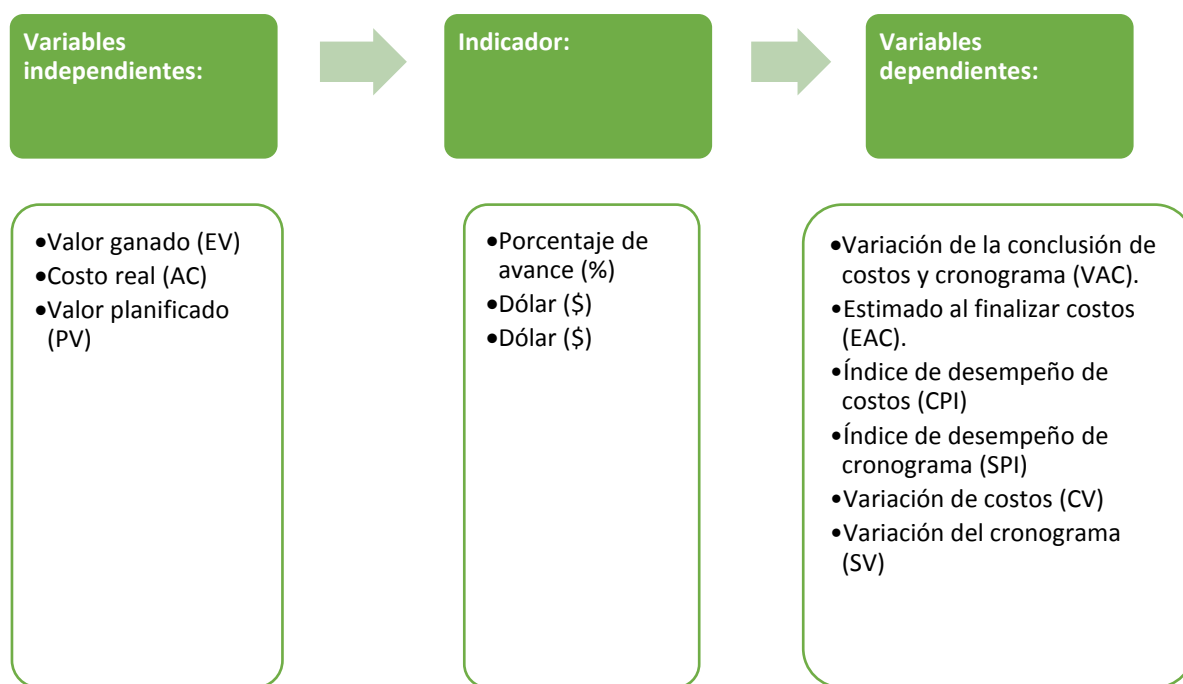
El sujeto de estudio fue el ingeniero de proyectos del departamento de introducción de nuevos productos y los analistas financieros del departamento de Finanzas de la empresa de producto médico “ABC de México, S. de R.L. de C.V.”. Dependiendo el tamaño y complejidad del trabajo, puede haber ocasiones que, en vez de tener un ingeniero, se tenga un gerente de proyectos el que sea el encargado de administrar el avance de éste.

Este estudio involucra al departamento de introducción de nuevos productos, debido a que es el encargado de la administración y de que se cumpla el plan; y al departamento de finanzas, ya que son los responsables de llevar el flujo de efectivo de la compañía. La empresa “ABC de México, S. de R.L. de C.V.” se encuentra en la ciudad de Tijuana, Baja California, es clasificada en el giro de la industria maquiladora y su actividad principal es la manufactura de productos y dispositivos del ramo médico. Esta compañía es considerada como una empresa grande al contar con más 250 trabajadores.

4.4 Identificación de las variables

En la figura 4 se presenta el cuadro de variables que será utilizado en este estudio de caso, donde se identifica cuáles son las variables independientes y cuáles variables son las dependientes de los valores que se obtengan del proyecto.

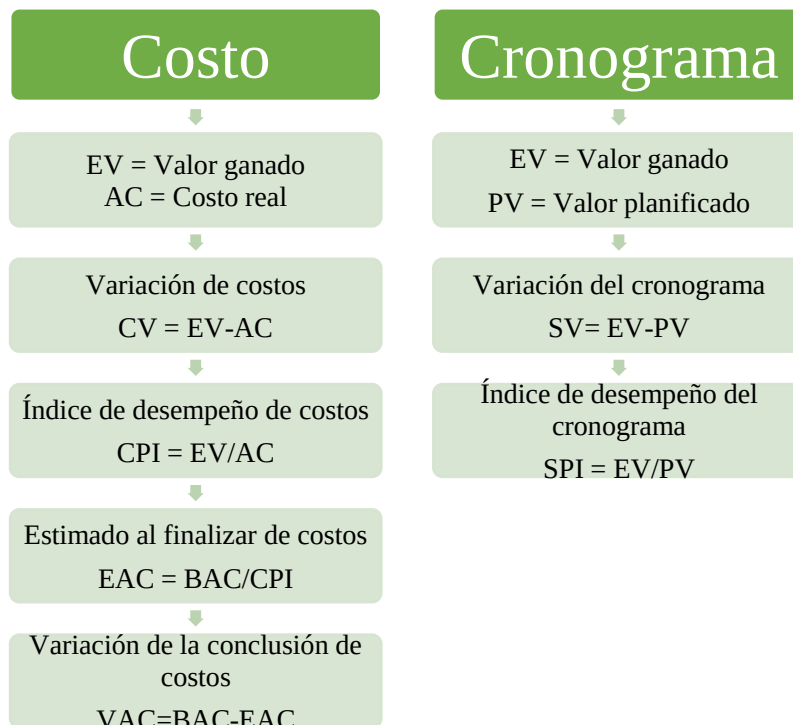
Figura 4: Cuadro de variables



Fuente: Elaboración propia (2019)

En la figura 5 se pueden observar las fórmulas a partir de las cuales se determinan las variables independientes y se pueden obtener las variables dependientes de este caso de estudio:

Figura 5: Método de Gestión de valor ganado (Earned Value Managment)



Fuente: Elaboración propia (2019)

Como primer paso, es necesario obtener las variables independientes. Para lo cual es necesario recolectar:

- El valor ganado (EV), es el trabajo realizado en comparación con los costos presupuestados.
- El costo real (AC), es el costo que ha sido gastado o aceptado.
- Valor planificado (PV), es el costo que se planeó o se presupuestó al inicio del proyecto.

Una vez teniendo las variables independientes, se van a calcular tanto la variación de costos (CV) como la variación del cronograma (SV), que es una diferencia entre estas variables. Posteriormente, utilizando estas mismas variables independientes se calcula el índice de desempeño de costos (CPI) y cronograma (SPI), realizando una división entre estas variables y conocer cuál ha sido el rendimiento. Una vez que se tengan los índices, se procede a calcular el estimado al finalizar de costos (EAC) al dividir el presupuesto total (BAC) entre el índice de

desempeño de costos. Donde se obtendrá el valor del costo que se estima que tendrá el proyecto al ser completado.

Por último, se calcula la variación de la conclusión de costos (VAC), que es la diferencia entre el presupuesto total (BAC) y el estimado al finalizar de costos (EAC). Con esta fórmula se obtiene el monto de dinero que se estima que haga falta o que pueda sobrar de acuerdo al presupuesto planeado en un inicio. En la gráfica 11 se puede observar el comportamiento de las tres variables independientes a través del tiempo. En esta gráfica se pueden observar 4 tipos de resultados:

- Proyecto adelantado en fecha ($EV > PV$) y dentro de presupuesto ($PV > AC$).
- Proyecto adelantado en fecha ($EV > PV$) y fuera de presupuesto ($PV < AC$).
- Proyecto retrasado en fecha ($EV < PV$) y dentro de presupuesto ($PV > AC$).
- Proyecto retrasado en fecha ($EV < PV$) y fuera de presupuesto ($PV < AC$).

Gráfica 11: Método de Gestión de valor ganado (Earned Value Managment)



Fuente: Elaboración propia (2019)

En este ejemplo se puede ver que en el mes de agosto el valor ganado (EV) es menor que el valor planificado (PV); de igual manera, se puede observar que el costo real (AC) es mayor que el valor planificado (PV). Por lo tanto, el proyecto está retrasado en fecha y fuera de presupuesto. En la misma gráfica se puede ver el valor del estimado al finalizar de costos (EAC) que es de \$125,000 aproximadamente. Si se tiene un presupuesto total (BAC) de \$100,000, al sacar la diferencia entre estos valores se puede determinar que la variación de la conclusión de costos (VAC) es de \$-25,000, por consiguiente, se va a tener que requerir más dinero del que fue presupuestado si se desea concluir el proyecto.

La recomendación que se puede dar en este ejemplo, es que se empiece a revisar como reducir los costos pendientes a realizar ya que en el momento estudiado se tiene un exceso en comparación con el presupuesto y se pronóstica que se va a requerir mayor cantidad de dinero para completar el proyecto. Para reducir los costos se puede buscar nuevos proveedores, productos sustitutos o ver si la empresa tiene algunas capacidades que se puedan reutilizar y no sea necesario adquirir nuevas tecnologías.

4.5 Procesamiento de la información

Para la aplicación del método EVM en este estudio de caso, se desarrolló una plantilla en el software Microsoft Excel, (Ver anexo 1). Esta plantilla cuenta con una hoja de Excel inicial donde viene estipuladas las instrucciones de cómo utilizarlo, y poder facilitar su uso a todas las personas. En las siguientes 3 hojas de Excel, se tiene que hacer el registro de los datos recolectados tanto del gerente o ingeniero del proyecto como por los analistas financieros.

Una de las hojas de datos contiene 2 tablas resumen: en una tabla se acumulan todos los valores registrados para poder visualizar las cantidades totales; en la segunda, se presentan los índices de costos y cronograma, los cuales, se calculan de manera automática. Al final, se encuentra una hoja donde se representan los datos de manera gráfica en forma de línea de tiempo para poder visualizar las tendencias.

4.6 Matriz metodológica

Así mismo, en la tabla 10 se muestra la matriz metodológica donde se desglosa el estudio de caso en varios puntos.

Tabla 10: Matriz metodológica

Disciplina de Estudio:	Ciencias administrativas
Área de conocimiento:	Administración de proyectos
Especialidad:	Gestión de costos
Objetivo de estudio:	Identificar y analizar los beneficios de la administración de costos y seleccionar los indicadores de desempeño necesarios, para proponer e implementar un método eficiente de control de los costos, durante la introducción de nuevos productos de una empresa manufacturera de dispositivos médicos.
Sujetos de estudio:	El gerente o ingeniero de proyectos por parte del departamento de introducción de nuevos productos y los analistas financieros por parte del departamento de Finanzas de la Empresa de dispositivos médicos “ABC de México, S. de R.L. de C.V.”
Problema abordado:	La administración de costos para la introducción de nuevos productos en una empresa manufacturera de dispositivos médicos.
Tipo de trabajo:	Estudio de caso
Línea de investigación:	Administración y desarrollo de las organizaciones
Tipo de estudio de caso:	Descriptivo con variables cuantitativas
Tipos de variables:	Variable dependiente: • Variación de la conclusión de costos (VAC). • Estimado al finalizar de costos (EAC). • Índice de desempeño de costos (CPI) • Variación de costos (CV) • Índice de desempeño de cronograma (SPI) • Variación de cronograma (SV) Variable independiente: • Valor ganado (EV) • Costo real (AC) • Valor planificado (PV)
Modelo:	Gestión de valor ganado (EVM)
Tesista:	Ing. Raúl Alejandro Trejo Pérez
Director de tesis:	Dr. Alfonso Vega López

Fuente: Elaboración propia (2019)

Capítulo V. Desarrollo del caso de estudio

5.1 Antecedente y situación actual

La empresa “ABC de México, S. de R.L. de C.V.” inició en 1994 con un cuarto limpio de 10,000 pies cuadrados. En el año 2000, adquirió un nuevo cuarto limpio de 20,000 pies cuadrados. En el año 2008, se cambió de planta para tener un cuarto limpio de 160,000 pies cuadrados. En 2014, adquirió una parte de una segunda planta de 55,000 pies cuadrados para tener un cuarto controlado para líneas de producción de productos electrónicos; y un año después adquirió lo restante de la segunda planta que son 80,000 pies cuadrados destinados a equipos de diagnóstico. En 2019 realizó la compra de una tercera planta la cual cuenta con 163,000 pies cuadrados para espacio de manufactura. Actualmente tiene más de 3,000 empleados.

La empresa cuenta con cuartos limpios y controlados, procesos de moldeo, maquinado, ensamble manual y automático, procesos de sellado, procesos de impresión, empaque, prueba eléctrica, entre otras cosas más. Dentro de los productos que se elaboran están los siguientes: dispositivos de manejo de fluidos, de cirugía, para oftalmología, manejo de desperdicios, cuidado de heridas, módulos electrónicos, de diagnóstico, entre otros. Dentro del sistema de calidad, se cuenta con las certificaciones de la *Food and Drug Administration (FDA)*, *International Organization for Standardization (ISO) 13485*, Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios (COFEPRIS), por parte del gobierno de México y Agencia Nacional de Vigilancia Sanitaria (ANVISA) por parte del gobierno de Brasil.

En la actualidad la industria manufacturera de producto médico se encuentra en constante crecimiento a nivel mundial. La empresa “ABC de México, S. de R.L. de C.V.”, se encuentra introduciendo nuevos productos en su planta de Tijuana, todo esto generará nuevas líneas manufactureras, equipos, tecnologías, procesos, entre otras cosas. A continuación, se explica de manera detallada el desarrollo del método de gestión de valor ganado (EVM) para llevar a cabo una administración de costos en los proyectos.

5.2 Obtención de las variables independientes

Se primer lugar se obtienen los valores de las variables independientes para poder empezar a utilizar la plantilla generada (Anexo 1), posteriormente se calcularon los valores de las variables dependientes, elaborando su gráfico para analizar los datos visualmente y, por último, se realizaron las conclusiones para determinar las condiciones en las que se encuentra el presupuesto del proyecto llevado a cabo.

Para obtener los valores, se realiza un acercamiento con el gerente de proyecto para obtener los datos del proyecto que se encuentre en proceso. Una vez que fue seleccionado el proyecto, se efectúa el acercamiento con el analista financiero con el fin obtener los datos monetarios del proyecto, los cuales serían los valores de las variables independientes:

- Valor ganado (EV)
- Costo real (AC)
- Valor planificado (PV)

5.3 Aplicación de la herramienta

Una vez que se obtuvieron los valores de las variables independientes, éstos se capturan en la plantilla desarrollada en este caso de estudio (ver Anexo 1). Con esta herramienta se calculan automáticamente las variables dependientes que son:

- Variación de la conclusión de costos (VAC).
- Estimado al finalizar de costos (EAC).
- Índice de desempeño de costos (CPI)
- Variación de costos (CV)
- Índice de desempeño de cronograma (SPI)
- Variación de cronograma (SV)

La misma plantilla gráfica las variables independientes de cada mes, lo cual permite visualizar el comportamiento de las variables en ese lapso de tiempo.

5.4 Resultados

Se plantean dos escenarios bajos los cuales se aplica la herramienta y se describe el comportamiento de la aplicación de la técnica en cada uno de ellos. En el escenario #1, se puede observar un proyecto que ha ido avanzando sin tener algún contratiempo. Sin embargo, en el escenario #2 se presenta un cambio en el alcance durante el desarrollo del proyecto.

A continuación, se presenta más información sobre cada uno de los escenarios junto con la implementación del método que se llevó a cabo, los resultados y las recomendaciones a seguir:

5.4.1 Escenario #1

Este escenario se trata de un proyecto para la implementación de una línea de manufactura para la introducción de un nuevo producto al mercado. Actualmente la empresa dueña de los derechos de este producto, lo fabrica en Europa, como parte de su plan de estratégico decidió contratar a la empresa “ABC de México, S. de R.L. de C.V.”, para que este producto se fabrique en la ciudad de Tijuana, México.

En la tabla 11, se muestra la variable independiente Valor Planificado (PV) de este proyecto, la cual es el costo que se planeó o se presupuestó al inicio del proyecto, el cual fue aprobado tanto por la empresa como por el cliente.

Tabla 11: Hoja Valor Planificado

Gestión del valor ganado EVM								
Etapa o Fase	Presupuesto (BAC)	Período						
		Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6	Mes 7
Etapa 1	\$ 200,000.00	\$50,000.00	\$ 50,000.00	\$ 45,000.00	\$ 35,000.00	\$ 20,000.00		
Etapa 2	\$ -							
Etapa 3	\$ -							
Etapa 4	\$ -							
Etapa 5	\$ -							
Etapa 6	\$ -							
Total	\$ 200,000.00	\$50,000.00	\$ 50,000.00	\$ 45,000.00	\$ 35,000.00	\$ 20,000.00	\$ -	\$ -
Valor Planificado Acumulado (PV)		\$50,000.00	\$100,000.00	\$145,000.00	\$180,000.00	\$200,000.00	\$200,000.00	\$200,000.00

Fuente: Elaboración propia (2019)

En la tabla 12, se muestra la variable independiente Costo Real (AC) recolectado, la cual es el costo que ha sido ejercido o aceptado.

Tabla 12: Hoja Costo Real

Gestión del valor ganado EVM							
Etapa o Fase	Período						
	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6	Mes 7
Etapa 1	\$52,810.00	\$38,930.00					
Etapa 2							
Etapa 3							
Etapa 4							
Etapa 5							
Etapa 6							
Costo Real (AC)	\$52,810.00	\$38,930.00	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Costo Real Acumulado (AC)	\$52,810.00	\$91,740.00	\$91,740.00	\$91,740.00	\$91,740.00	\$91,740.00	\$91,740.00

Fuente: Elaboración propia (2019)

En la tabla 13, se muestra la variable independiente Valor ganado (EV) del proyecto, la cual se integra con el trabajo realizado en comparación con los costos presupuestados.

Tabla 13: Hoja Valor Ganado

Gestión del valor ganado EVM								
Etapa o Fase	Presupuesto (BAC)	Período						
		Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6	Mes 7
Etapa 1	\$ 200,000.00	20%	55%					
Etapa 2	\$ -							
Etapa 3	\$ -							
Etapa 4	\$ -							
Etapa 5	\$ -							
Etapa 6	\$ -							
Valor ganado (EV)		\$40,000.00	\$110,000.00	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -

Fuente: Elaboración propia (2019)

A continuación, se presenta la tabla 14 y la gráfica 12 con los resultados obtenidos con la aplicación de la herramienta y bajo las consideraciones del primer escenario:

Tabla 14: Resultados del Método de Gestión de valor ganado (Earned Value Managment)

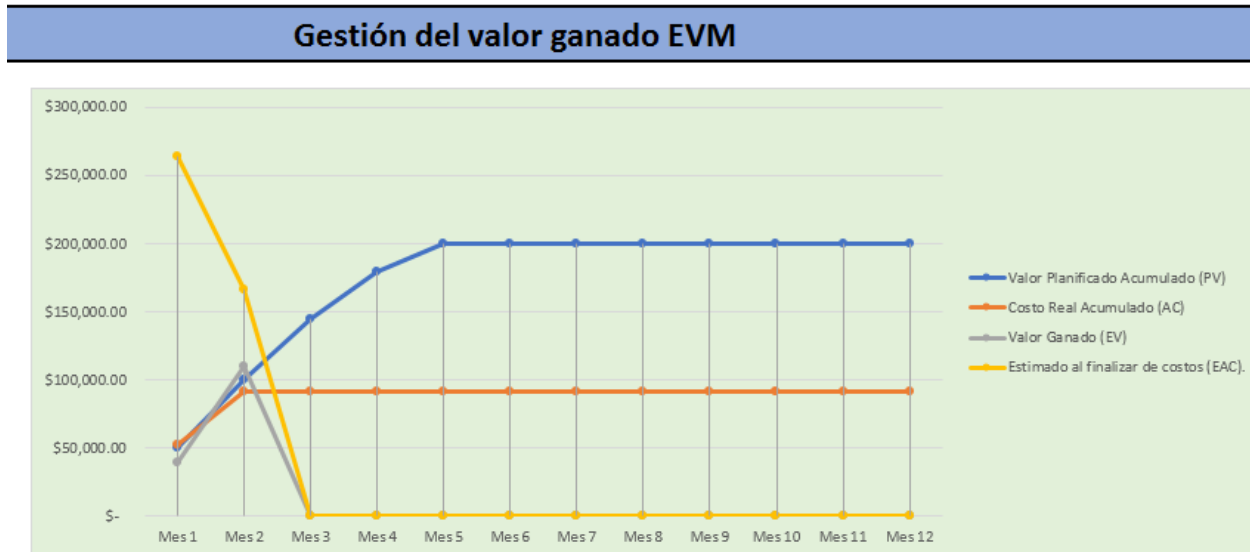
Gestión del valor ganado EVM			
Indicadores de gestión			
	Mes 1	Mes 2	
Variación del costo (CV)	\$ (12,810.00)	\$ 18,260.00	
Variación del cronograma (SV)	\$ (10,000.00)	\$ 10,000.00	
Índice de desempeño del costo (CPI)	0.76	1.20	
Índice de desempeño del cronograma (SPI)	0.80	1.10	
Estimado al finalizar de costos (EAC).	\$ 264,050.00	\$ 166,800.00	
Variación de la conclusión de costos (VAC).	\$ (64,050.00)	\$ 33,200.00	
Variables independientes			
	Mes 1	Mes 2	
Valor Planificado Acumulado (PV)	\$ 50,000.00	\$ 100,000.00	
Costo Real Acumulado (AC)	\$ 52,810.00	\$ 91,740.00	
Valor Ganado (EV)	\$ 40,000.00	\$ 110,000.00	

Fuente: Elaboración propia (2019)

En el escenario #1, se puede ver que en el mes 2 tanto el índice de desempeño del costo (CPI) como el índice de desempeño del cronograma (SPI) tienen valores mayores a uno. Por lo tanto, el proyecto está adelantado en fecha y dentro de presupuesto. El valor del estimado al finalizar de costos (EAC) es de \$166,800.00. Como el presupuesto total (BAC) es de \$200,000.00, al sacar la diferencia entre estos valores se puede determinar que la variación de la conclusión de costos (VAC) es de \$33,200.00, por consiguiente, en ese momento se puede pronosticar que se va a tener un ahorro de este monto en comparación con lo que fue presupuestado al concluir el proyecto.

La recomendación que se puede dar en este caso, es que se continúe con los gastos que se tienen planeados ya que hasta el momento se tiene un ahorro pronosticado, y si es posible, se debe reducir alguna compra innecesaria, esto sería de mucho beneficio, porque se puede incrementar el monto del ahorro. Para evitar que el proyecto empiece a hacer compras extras que no estaban contempladas, se sugiere que cada mes deben estar registrando los nuevos costos, a través del método EVM, para observar la tendencia de los indicadores y asegurarse que no se va a sobrepasar o salir del presupuesto.

Gráfica 12: Resultados del Método de Gestión de valor ganado (Earned Value Managment)



Fuente: Elaboración propia (2019)

En esta gráfica del escenario #1 se observa que en el mes 1 el valor ganado (EV) es menor que el valor planificado acumulado (PV); de igual manera, se observa que el costo real acumulado (AC) es mayor que el valor planificado acumulado (PV). Por lo tanto, el proyecto está retrasado en fecha y fuera de presupuesto. En la misma gráfica se presenta el valor del estimado al finalizar de costos (EAC) para el mes 1 es mayor de \$250,000. Al tener un presupuesto total (BAC) de \$200,000, al sacar la diferencia entre estos valores se puede pronosticar que se va a tener que requerir más dinero del que fue presupuestado.

Para el mes 2 se observa que el valor ganado (EV) es mayor que el valor planificado acumulado (PV); de igual manera, se observa que el costo real acumulado (AC) es menor que el valor planificado acumulado (PV). Por lo tanto, el proyecto está adelantado en fecha y dentro de presupuesto. El valor del estimado al finalizar de costos (EAC) para el mes 2 se encuentra entre \$150,000 y \$200,000, al sacar la diferencia en comparación con el presupuesto total (BAC) se puede pronosticar que se va a tener un ahorro al concluir el proyecto.

5.4.2 Escenario #2

En este escenario, durante el avance del proyecto, hubo un cambio en el alcance del proyecto el cual consiste en realizar la compra de más equipos y herramientas con la más alta tecnología con el fin de incrementar la productividad. Para llevar a cabo el nuevo requerimiento se incrementaron los costos reales como se muestra en la tabla 15.

Tabla 15: Hoja Costo Real

Gestión del valor ganado EVM							
Etapas o Fase	Período						
	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6	Mes 7
Etapas 1	\$52,810.00	\$38,930.00	\$ 70,000.00				
Etapas 2							
Etapas 3							
Etapas 4							
Etapas 5							
Etapas 6							
Costo Real (AC)	\$52,810.00	\$38,930.00	\$ 70,000.00	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Costo Real Acumulado (AC)	\$52,810.00	\$91,740.00	\$161,740.00	\$161,740.00	\$161,740.00	\$161,740.00	\$161,740.00

Fuente: Elaboración propia (2019)

A continuación, se presenta en la tabla 16 y la gráfica 13 los resultados obtenidos a través del método EVM considerando el incremento de los costos para realizar la compra de nuevos equipos y herramientas.

Tabla 16: Resultados del Método de Gestión de valor ganado (Earned Value Managment)

Indicadores de gestión			
	Mes 1	Mes 2	Mes 3
Variación del costo (CV)	\$ (12,810.00)	\$ 18,260.00	\$ (7,740.00)
Variación del cronograma (SV)	\$ (10,000.00)	\$ 10,000.00	\$ 9,000.00
Índice de desempeño del costo (CPI)	0.76	1.20	0.95
Índice de desempeño del cronograma (SPI)	0.80	1.10	1.06
Estimado al finalizar de costos (EAC).	\$ 264,050.00	\$166,800.00	\$ 210,051.95
Variación de la conclusión de costos (VAC).	\$ (64,050.00)	\$ 33,200.00	\$ (10,051.95)

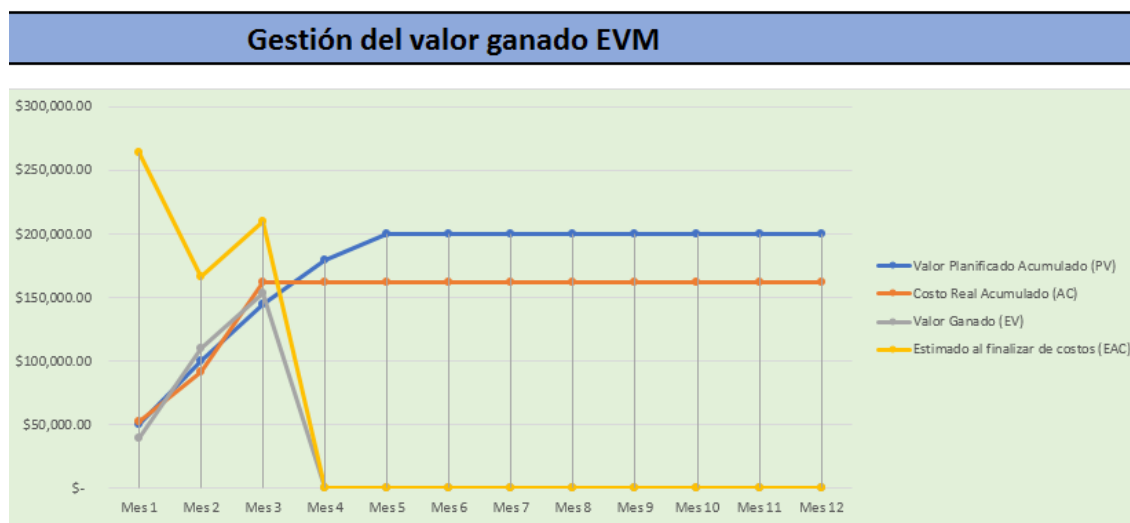
Variables independientes			
	Mes 1	Mes 2	Mes 3
Valor Planificado Acumulado (PV)	\$ 50,000.00	\$100,000.00	\$ 145,000.00
Costo Real Acumulado (AC)	\$ 52,810.00	\$ 91,740.00	\$ 161,740.00
Valor Ganado (EV)	\$ 40,000.00	\$110,000.00	\$ 154,000.00

Fuente: Elaboración propia (2019)

En este escenario, se puede observar que, para el mes 3 con el incremento de costos de equipo y herramienta, el índice de desempeño del costo (CPI) tiene un valor menor a uno y el índice de desempeño del cronograma (SPI) tiene un valor mayor a uno. Por lo tanto, el proyecto está fuera de presupuesto, pero adelantado en fecha en relación a la fecha programada. El valor del estimado al finalizar de costos (EAC) es de \$210,051.95. Como el presupuesto total (BAC) es de \$200,000.00, al sacar la diferencia entre estos valores se puede determinar que la variación de la conclusión de costos (VAC) es de \$-10,051.95, por consiguiente, hasta el momento se puede pronosticar que se va a tener una pérdida por este monto al concluir el proyecto, en comparación con el monto del dinero en el que fue presupuestado al concluir el proyecto.

El costo real hasta el momento es de \$161,740.00, por lo tanto, aún es posible que el proyecto pueda quedar dentro del presupuesto programado. Las recomendaciones que se puede dar en este caso son: Primeramente, es necesario hacer un análisis de las compras que se tienen pendiente de realizar para concluir el proyecto y evitar hacer compras innecesarias. Una vez que ya se tenga este análisis hay que notificar a los Gerentes de la Unidad de Negocio que se pronostica que el presupuesto será excedido y el monto extra que se va a requerir para terminar las actividades. Por último, la administración de costos debe seguirse llevando a cabo con el propósito de observar si se puede reducir el monto pronosticado y más importante evitar que se vaya a incrementar el costo al finalizar el proyecto.

Gráfica 13: Resultados del Método de Gestión de valor ganado (Earned Value Managment)



Fuente: Elaboración propia (2019)

En esta gráfica del escenario #2 se observa que en el mes 3 el valor ganado (EV) es mayor que el valor planificado acumulado (PV); de igual manera, se observa que el costo real acumulado (AC) es mayor que el valor planificado acumulado (PV). Por lo tanto, el proyecto está adelantado en fecha y fuera de presupuesto.

En la misma gráfica se presenta el valor del estimado al finalizar de costos (EAC) para el mes 1 es mayor de \$200,000; al tener el presupuesto total (BAC) de \$200,000 y sacar una diferencia entre estos valores se puede pronosticar que se va a tener que requerir más dinero del que fue presupuestado.

Conclusiones y Recomendaciones

A través de este trabajo, se llegó a la conclusión de que el método de Gestión de valor ganado (EVM), juega un papel esencial como herramienta para llevar una eficiente administración de costos durante la introducción de nuevos productos. Este método apoya a las empresas a llevar un control de manera menos compleja y más eficiente, estableciendo ciertos indicadores, los cuales muestran los costos realizados, en comparación con el presupuesto y les permite pronosticar cual va a ser el monto total que será requerido para terminar las actividades del proyecto.

Durante el desarrollo de este trabajo y analizando la información, se pueden detectar las ventajas que te puede proporcionar el llevar una administración de costos durante los proyectos. Dentro de los objetivos establecidos al inicio de este trabajo, se pudo identificar que llevar a cabo una adecuada administración de costos, puede dar el beneficio de no gastar más de lo planeado, ver oportunidades de ahorro y sobre todo, identificar anticipadamente, en qué momento del proyecto se tiene que ejecutar alguna acción preventiva o correctiva para cumplir con el presupuesto autorizado.

En la aplicación del método, se pudieron observar los indicadores que te permiten evaluar el avance, respecto a los gastos ya realizados y de igual manera respecto al desarrollo del proyecto. También se encontraron variables que ayudan a pronosticar cuanto va ser el monto invertido, con el cual se estima concluir el proyecto, esto identifica el momento en que se tiene que hacer un cambio de estrategia y también notificar a los supervisores sobre el estatus del proyecto de manera anticipada.

El método de gestión de valor ganado (EVM), es muy completo y permite adecuarlo al funcionamiento de cada empresa, ayuda a visualizar los valores planeados, los costos realizados, los valores ganados, define indicadores y también los puede mostrar de manera gráfica, para efectos de tener que hacer una presentación con los gerentes y/o dueños de la empresa. Por estas razones se confirma que este método fue el adecuado para la empresa ya que se pudo ejecutar y obtener los resultados deseados.

Muchas empresas se encuentran implementando nuevos proyectos, sin utilizar una herramienta para administrar los costos, simplemente cuantifican al término de dicho proyecto, el monto gastado, lo restan del presupuesto inicial y si hay saldos negativos utilizan las primeras utilidades para cubrir esta cantidad.

Es recomendable que las empresas adopten un método de control para darle seguimiento a los costos realizados, en la actualidad, el llevar solo el registro y al final comparar no es aceptable, las finanzas de una empresa son una de las áreas más importantes, ya que nadie invierte para perder dinero, por lo tanto, cada una de las actividades deben tener un monto asignado y esperando un retorno de inversión, es por eso que si se gasta más la ganancia pronosticada va a ser menor.

El método de Gestión de valor ganado es una buena herramienta para administrar y medir el avance de los pagos durante la introducción de un proyecto. Una vez que la empresa adopte esta herramienta como parte de sus procedimientos, se recomienda realizar una capacitación para saber utilizar la plantilla, conocer que significa cada uno de los términos y el propósito que tiene, para que toda aquella persona que quiera emplearla, entienda de su importancia y la lleve a cabo de la mejor manera para obtener un buen resultado al concluir un proyecto

Es importante resaltar que esta herramienta no es compleja, sólo hay que dedicarle su debido tiempo para llenar la información requerida y darle seguimiento para estar observando el avance y ejecutando acciones para cumplir con los objetivos de la empresa. Se espera que con este trabajo se pueda mostrar la importancia de llevar a cabo una administración eficiente de los costos y que tanto una empresa, como una persona en su negocio, alcancen los objetivos y generen mayor ganancia y obtengan mejores beneficios.

Fuentes de información

Referencias bibliográficas:

- Benavides Pañeda, R. J. (2014). Administración. 2ª ed.
- Código F (2017). México, líder latinoamericano en la exportación de dispositivos médicos. *CANIFARMA*.
- Collier, D. (2016). Administración de operaciones. 5ª ed. México: CENGAGE Learning.
- Concha Villarroel, A. M., López Gutiérrez, M. C., Palma Fuentes, J., Pezoa Reyes, R. & Riveros Farías, C. (2018). Guía para la Clasificación de Dispositivos Médicos según Riesgo. *Instituto de salud pública de Chile*. Segunda edición.
- Esquembre, J. F. & Morales, J. (2016). Gerente profesional de proyectos. Buenos Aires, Argentina: CENGAGE Learning.
- Flores, L. (2016). Sector de dispositivos médicos crecerá 44%. *El Economista*.
- Flores Gracia, C. & Bonal, M. (2016). La innovación en la industria de los dispositivos médicos y su contribución para elevar la competitividad en México.
- Gido, J., Clements, J. & Baker, R. (2017). Administración exitosa de proyectos. 6ª ed.
- Jiménez, I. (2017). Taller en: Administración de proyectos. *Eje Instituto*.
- KPMG (2016). Competitive alternatives.
- Lerma Kirchner, A. E. (2017). Desarrollo de productos: una visión integral. 5ª ed. CENGAGE Learning.
- López Márquez, C. (2016). Aplicación del Análisis del Valor Ganado en distintos escenarios. (Trabajo de grado). Escuela Técnica Superior de Ingeniería, Sevilla, España.
- Louffat, E. (2016). Administración: fundamentos del proceso administrativo. 2ª ed. CENGAGE Learning.
- Martínez, G. (2018). BC, líder en industria médica. *El Economista*.
- Montico-Riesco, E. & Velarde, M. (2014). Formulación de un tablero de comando para el análisis de la productividad y la gestión competitiva en el sector salud. doi: 10.11144/Javeriana.cc15-39.ftca
- ProMéxico (2015). La industria de dispositivos médicos en México.
- ProMéxico (2018). La industria de dispositivos médicos en México.
- Rivas Tovar, L. A. (2004). ¿Cómo hacer una tesis de maestría? México: Taller Abierto, Sociedad Cooperativa, 2004.
- Rello, M. (2018). México, gigante de dispositivos médicos. *Milenio*.
- Robbins, S. P. & Coulter M. (2014). Administración. 12ª ed. México: Pearson.
- Salimbeni, S. (2017). Herramientas para la Gestión de Proyectos "Control de proyectos mediante el Earned Value". *Activus*

Santa, I. (2016). México crece como exportador de dispositivos médicos. *Expansión*.

Velázquez Flores, R. & León Valdez E.A. (2016). Los pilares de las relaciones internacionales de los gobiernos locales de México: El caso de Baja California.

Villagra Villanueva, J. A. (2016). Indicadores de gestión: un enfoque práctico. 1ª ed.

Wallace, W. (2014). Gestión de proyectos. *Edinburgh Business School*.

Referencias digitales:

Asociación Industrial de Productos Médicos de las Californias. (2017). Recuperado de <https://www.industriamedica.org/>

Ellis, M. (2018). Proclinical. Recuperado de <https://www.proclinical.com/blogs/2018-5/the-top-10-medical-device-companies-2018>

Feria Internacional de Estrategias y Tecnologías para la Salud (FIETS). (2017). Mercado Latinoamericano de Dispositivos Médicos. Recuperado de <http://fiets.mx/mercado-latinoamericano-dispositivos-medicos/>

García, O. (2015). Gestión de los Costos del Proyecto. Proyectum. Recuperado de <http://www.proyectum.lat/2015/07/29/gestion-de-los-costos-del-proyecto/>

Huitrón, A. (2017). Saludiario. Recuperado de <https://saludiario.com/mexico-en-el-top-20-de-los-principales-paises-exportadores-de-dispositivos-medicos/>

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2018). Recuperado de <http://www.beta.inegi.org.mx/app/mapa/denue/default.aspx#>

Pineda, M. (2017). Modern Machine shop. Recuperado de <https://www.mms-mexico.com/art%C3%ADculos/contin%C3%BAa-el-crecimiento-de-la-manufactura-de-dispositivos-m%C3%A9dicos->

Plenilunia Salud Mujer (2018). Industria Farmacéutica y de Dispositivos Médicos es declarada como Sector Estratégico para el desarrollo de México en materias económica, social y de salud. Recuperado de <https://plenilunia.com/novedades-medicas/industria-farmaceutica-y-de-dispositivos-medicos-es-declarada-como-sector-estrategico-para-el-desarrollo-de-mexico-en-materias-economica-social-y-de-salud/54665/>

ProMéxico (2016). La industria de dispositivos médicos en México. Recuperado de <https://www.gob.mx/promexico/acciones-y-programas/dispositivos-medicos-26794>

Taylor, M. (2008). An Alternative to EVM: The Zone Method. Recuperado de <https://pmhut.com/an-alternative-to-evm-the-zone-method>

Tovar, E. (2015). Modern Machine Shop. Recuperado de <https://www.mms-mexico.com/art%C3%ADculos/los-clsteres-industriales-de-mxico>

Vaughan, M. (2009). Gate Value Method. Recuperado de <http://coreconsulting.com.au/wp-content/uploads/2015/07/CCG-Gate-Value-method-overview.pdf>

Anexo 1.- Plantilla Gestión del valor ganado (EVM)

1	
2	
3	
4	Gestión del valor ganado EVM
5	
6	Instrucciones de uso:
7	
8	a) ¿Qué datos completar?
9	En hoja "Valor Planificado" completar:
10	1.- A partir de la celda A6 las fases (pueden ser número de fases o descripción).
11	2.- En cada fase en las celdas C6 a N11 se debe establecer el presupuesto del período (puede ser meses, trimestres o años).
12	
13	En la hoja "Costo Real" completar:
14	3.- Las celdas B6 a M11 es el costo que llevamos en un momento dado para realizar un trabajo efectuado.
15	
16	En la hoja "Valor Ganado" completar:
17	4.- Las celdas C6 a N11 es el valor del trabajo completado (en porcentaje) pero expresado en términos del presupuesto asignado a dicho trabajo.
18	
19	b) Resultados e Indicadores:
20	En hoja "Gestión del Valor Ganado" se obtiene:
21	1.- Fila 16 se obtiene el Valor Planificado (PV) acumulado.
22	2.- Fila 17 se obtiene el Costo Real (AC) acumulado.
23	3.- Fila 18 se obtiene el Valor Ganado (EV) acumulado.
24	4.- En la fila 6 se obtiene el indicador variación del Costo (CV=EV-AC). Es una medida del desempeño del costo en un proyecto.
25	5.- En la fila 7 se obtiene la Variación del Cronograma (SV = EV - PV). Es una medida del desempeño del cronograma en un proyecto.
26	6.- En la fila 8 se obtiene el índice de Desempeño del Costo (CPI = EV/AC). Es una medida del valor del trabajo completado, en comparación con el costo real del proyecto
27	7.- En la fila 9 se obtiene el índice de Desempeño del Cronograma (SPI = EV/PV). Es una medida del avance logrado en un proyecto en comparación con el avance planificado.
28	8.- En la fila 10 se obtiene el Estimado al finalizar de costos (EAC). La proyección de la EAC está basada en los costos reales en los que se ha incurrido para completar el trabajo
29	9.- En la fila 11 se obtiene la Variación de la conclusión de costos (VAC). Es una medida para ver la diferencia entre el presupuesto que fue aprobado y la estimación que se tiene para finalizar los costos.
30	
31	c) Gráfico
32	En hoja "Gráfico":
33	1.- Se obtiene un gráfico de líneas de los indicadores
34	

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
1	Gestión del valor ganado EVM													
2														
3														
4	Etapa o Fase	Presupuesto (BAC)	Periodo											
5			Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
6	Etapa 1													
7	Etapa 2	\$ -												
8	Etapa 3	\$ -												
9	Etapa 4	\$ -												
10	Etapa 5	\$ -												
11	Etapa 6	\$ -												
12														
13	Total	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
14														
15	Valor Planificado Acumulado (PV)	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
16														
17														
18														
19														
20														
21														
22														
23														
24														
25														
26														

Hoja Costo Real:

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
1	Gestión del valor ganado EVM												
2													
3													
4	Etapa o Fase	Período											
5		Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
6	Etapa 1												
7	Etapa 2												
8	Etapa 3												
9	Etapa 4												
10	Etapa 5												
11	Etapa 6												
12													
13	Costo Real (AC)	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
14													
15	Costo Real Acumulado (AC)	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
16													
17													
18													
19													
20													
21													
22													
23													
24													
25													
26													

Hoja Valor Ganado:

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
1	Gestión del valor ganado EVM													
2														
3														
4	Etapa o Fase	Presupuesto (BAC)	Período											
5			Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
6	Etapa 1	\$ -												
7	Etapa 2	\$ -												
8	Etapa 3	\$ -												
9	Etapa 4	\$ -												
10	Etapa 5	\$ -												
11	Etapa 6	\$ -												
12														
13	Valor ganado (EV)	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
14														
15														
16														
17														
18														
19														
20														
21														
22														
23														
24														
25														
26														

Resultados Método EVM:

Resultados de la Gestión del Valor Ganado EVM

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
1	Gestión del valor ganado EVM												
2													
3													
4	Indicadores de gestión	Periodo											
5		Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
6	Variación del costo (CV)	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
7	Variación del cronograma (SV)	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
8	Índice de desempeño del costo (CPI)	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
9	Índice de desempeño del cronograma (SPI)	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
10	Estimado al finalizar de costos (EAC)	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
11	Variación de la conclusión de costos (VAC)	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
12													
13													
14	Variables independientes	Periodo											
15		Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
16	Valor Planificado Acumulado (PV)	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
17	Costo Real Acumulado (AC)	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
18	Valor Ganado (EV)	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
19													
20													
21	Formulario												
22	Variación del Costo (CV)	CV = EV - AC	CV negativa, el proyecto está fuera de presupuesto CV positiva, el proyecto ha gastado menos de lo presupuestado										
23	Variación del cronograma (SV)	SV = EV - PV	SV negativa, el proyecto está retrasado SV positiva, el proyecto está adelantado										
24	Índice de desempeño del costo (CPI)	CPI = EV/AC	CPI menor que 1, el proyecto está fuera de presupuesto CPI mayor que 1, el proyecto ha gastado menos de lo presupuestado										
25	Índice de desempeño del cronograma (SPI)	SPI = EV/PV	SPI menor que 1, el proyecto está retrasado SPI mayor que 1, el proyecto está adelantado										
26	Estimado al finalizar de costos (EAC)	EAC= BAC/CPI	Costo estimado al finalizar										
27	Variación de la conclusión de costos (VAC)	VAC= BAC-EAC	Diferencia de lo planeado menos lo que se pronostica										
28													
29													
Instrucciones Valor Planificado Costo Real Valor Ganado Gestión del Valor Ganado Grál ... + : 4													

Gráfico Método EVM:

