



UBA
1821 Universidad
de Buenos Aires



TC023
PLANIFICACIÓN DE PROYECTOS

Planificación de Proyectos

Autora:
Falcon Luciana

Padrón:
107316

Fecha:
26/06/2024

Índice

1. Proyectos y Diseño de Ingeniería	2
1.1. Definición de Proyecto	2
1.2. Ejemplos de Proyectos	4
1.3. Definición de Diseño de Ingeniería	4
1.4. Necesidades de Mercado	5
1.5. Definición de producto	6
1.6. Requerimientos funcionales y no funcionales	7
2. Planificación	9
2.1. Definición de planificación de proyectos	9
2.2. Objetivo de la planificación	10
2.3. Definición de gestión de proyecto	12
2.4. <i>Work Breakdown Structure</i>	12
2.5. Camino Crítico y Semicrítico	14
2.6. Técnica de evaluación, programación y revisión de proyectos	16
2.7. Programación	17
2.8. Diagrama Gantt	17
2.9. Matriz RACI	19
2.10. Factibilidad económica	20
2.11. Mercado objetivo	21
2.12. Fases de ciclo de vida de un proyecto	22
2.13. Etapas de ciclo de vida de un producto	25
2.14. Definición de alcance	26
2.15. Análisis de riesgos	29
2.16. Análisis de Rentabilidad	33
2.17. Concepto y modelo de QFD	34
3. Gestión de Riesgos	38
3.1. PFMEA	38
3.2. FMEA	48
4. <i>Design thinking</i>	52
5. Estructura para la redacción de documentos técnicos	56
6. Bibliografía	59

1. Proyectos y Diseño de Ingeniería

1.1. Definición de Proyecto

Un proyecto, según Villamil y Hernández se define como proceso único consistente en un conjunto de actividades coordinadas y controladas, con fechas establecidas de inicio y finalización, desarrolladas con el fin de alcanzar un objetivo para conformar requerimientos específicos, incluyendo restricciones de tiempo, costo y recursos” [52].

Por su parte, las normas ISO 21500 lo definen como un conjunto único de procesos que consta de actividades coordinadas y controladas, con fechas de inicio y fin, que se llevan a cabo para lograr objetivos específicos.[37]

Tomando como referencia la guía PMBOK® publicada por el Project Management Institute (PMI) [29], se define como proyecto a un esfuerzo temporal que se lleva a cabo para crear un producto, servicio o resultado único.

Finalmente, guiándose también por la definición de La Real Academia De La Lengua Española, un proyecto es: “Designio o pensamiento de ejecutar algo, conjunto de escritos, cálculos y dibujos que se hacen para dar la idea de cómo ha de ser y lo que va a costar una obra de arquitectura o de ingeniería. Disposición que se forma para la ejecución de una cosa de importancia, anotando y extendiendo todas las circunstancias principales que deben concurrir para su logro”. [18]

Comparando estas definiciones entre sí, se da una idea de que en un proyecto se debe de tener bajo control:

- Objetivo
- Tareas
- Tiempo
- Recursos

Se procede a indagar en cada una de estas ideas.

Objetivo:

Cada proyecto debe de tener un objetivo como guía, un fin a conseguir, que determinará la fecha de finalización del proyecto, este objetivo puede variar dependiendo del área en el que se origine. Por ejemplo, generar un bien o servicio que satisfaga una necesidad, el final de este proyecto se logra una vez obtenido el producto.

Tareas:

El objetivo solo es logable si se siguen unos debidos pasos, es de vital importancia

que la persona a cargo del proyecto conozca cuáles son estas tareas, su dificultad y tiempo que requerirán para ser cumplidas.

Recursos:

Insinuado en las tareas, los recursos son el limitante de un proyecto, definen, en gran parte, la escala de este. Estos recursos pueden ser tanto el tiempo, capital, personal, etc.

Tiempo:

Este punto en particular es destacable, ya que viene siendo el que une los dos ítems anteriores. En objetivo se nombró como culminaría el proyecto y cuando inicia este mismo, mientras que en las tareas se debía definir el tiempo de cada paso a seguir. Para eso se puede definir un cronograma que sería el esqueleto temporal del proyecto, que dependiendo del proyecto, puede tener mayor o menor rigidez.

En contraposición, las definiciones difieren en varios otros puntos, pero en específico uno de ellos es interesante de analizar. Villamil & Hernández en conjunto con las normas ISO 21500 hablan de una coordinación en las tareas, esta coordinación resulta un punto clave, ya que al no poseerla puede generarse una disparidad en los esfuerzos y generar vulnerabilidades en el proyecto.

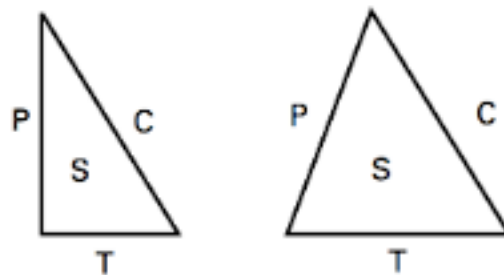


Figura 1: Imagen extraída de Fundamentals of project management de Joseph Heagney. [27].

En la figura 1 se muestra una idea intuitiva de Heagney. Consiste en un triángulo de área *S* (*scope*, alcance), con lados *T* (*time*, tiempo), *C* (*cost*, costo) y *P* (*performance*, eficacia en la ejecución de las tareas). El autor evidencia la relación entre estas variables del proyecto, mostrando que, para un determinado alcance, se pueden conformar distintos triángulos, según los recursos de los que se disponga. Por ejemplo, un equipo de proyectos que cuente con bajo presupuesto, deberá extender el tiempo del mismo.

1.2. Ejemplos de Proyectos

Algunos ejemplos de proyectos incluyen:

- Desarrollar un nuevo producto o servicio.
- Efectuar un cambio en la estructura, en el personal o en el estilo de una organización.
- Diseñar un nuevo vehículo de transporte.
- Desarrollar o adquirir un sistema de información nuevo o modificado.
- Construir un edificio o una planta.
- Construir un sistema de abastecimiento de agua para una comunidad.
- Realizar una campaña para un partido político.
- Implementar un nuevo procedimiento o proceso de negocio.
- Responder a una solicitud de contrato.

1.3. Definición de Diseño de Ingeniería

Si nos enfocamos en el campo de la ingeniería electrónica y ante una necesidad de mercado identificada, pensamos en la concepción de sistemas, equipos o procesos, los cuales se llevan a cabo para satisfacer dicha necesidad.

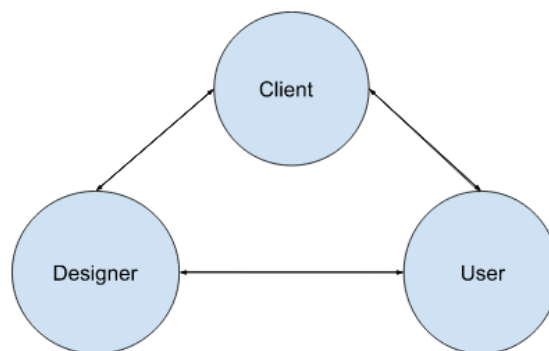


Figura 2: Triángulo de Diseño (Elaboración Propia)

En la figura 2 vemos los integrantes del diseño de ingeniería: el cliente, usuario y diseñador. Este último debe satisfacer las necesidades de los dos primeros.

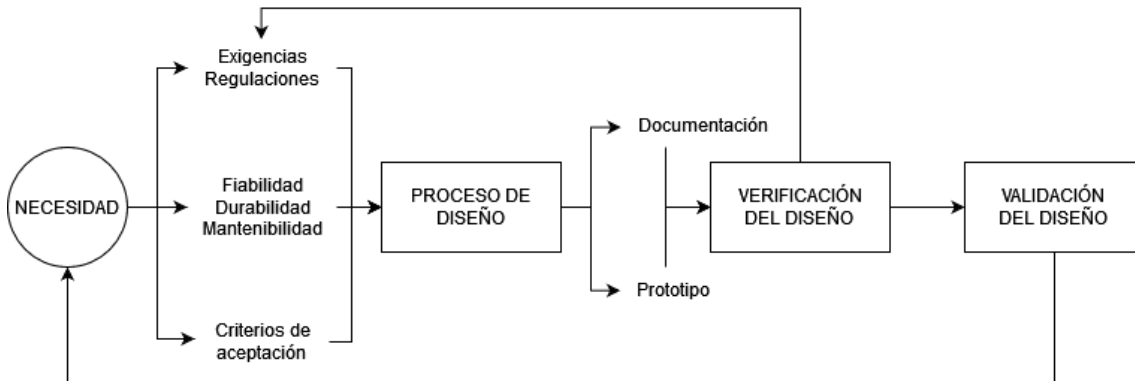


Figura 3: Proceso de Diseño en Ingeniería (Elaboración Propia)

Dym y Little definen el diseño en ingeniería como: *“Un proceso sistemático e inteligente en el cual los ingenieros generan, evalúan y especifican soluciones para dispositivos, sistemas o procesos cuyas formas y funciones logran los objetivos de los clientes y las necesidades de los usuarios, al mismo tiempo que satisfacen un conjunto especificado de restricciones. En otras palabras, el diseño de ingeniería es un proceso reflexivo para generar planes o esquemas para dispositivos, sistemas o procesos que logren objetivos dados mientras se adhieren a restricciones especificadas.”* [17].

El diseño de ingeniería se vincula con la concepción de sistemas, equipos, componentes o procesos con el fin de satisfacer una necesidad, y concluye con la documentación que define la forma de dar solución a dicha necesidad. [52].

Harrisberger la define como “acto creativo dedicado a seleccionar, cambiar, combinar, convertir, restringir, modificar, manipular y conformar ideas, resultados científicos y leyes físicas en productos o procesos útiles” [52].

La finalidad de un diseño en ingeniería es satisfacer una necesidad y concluye con la documentación y un prototipo. Esto se puede observar en la figura 3 donde posee varias entradas pero solo dos salidas.

1.4. Necesidades de Mercado

El grupo editorial *Indeed* define las necesidades de mercado de la siguiente manera:

“Las necesidades del mercado se refieren a las necesidades funcionales, deseos y metas de un público objetivo. Una empresa puede identificar un área del mercado con necesidades insatisfechas y crear un producto o servicio que las aborde. Si esa audiencia tiene una gran necesidad, la empresa puede recibir una ganancia significativa.”

[50].

Esto condice con la definición indirecta que hacen Kotler et al., donde definen al “mercado” como el conjunto de personas que comparten una necesidad:

“Conjunto de compradores reales y potenciales de un producto. Estos compradores comparten una necesidad o un deseo particular que puede satisfacerse mediante una relación de intercambio” [31].

Villamil pone de manifiesto esta definición con el ejemplo siguiente: “algunos fabricantes de monitores de PC han pensado que el formato del monitor estándar es poco adecuado para el diseño de documentos, entreviendo en ello una necesidad no atendida” [52].

Además, sostiene que las necesidades surgen como consecuencia de:

- Investigaciones de mercado.
- Aparición de nuevas legislaciones, normativas o demandas.
- Complementos de productos
- Nuevas posibilidades
- Pedidos formales
- Pedidos informales
- Nichos de mercado insatisfechos

Teniendo en cuenta estas definiciones, podemos concluir que las necesidades del mercado son carencias de los consumidores, que las empresas pueden intentar satisfacer mediante productos o servicios. A su vez, a la hora de encarar un nuevo proyecto, se debe verificar que exista una necesidad en el mercado para el mismo.

1.5. Definición de producto

Farber en “199 Preguntas sobre marketing” define un producto como:

“Un conjunto de atributos que el consumidor considera que tiene un determinado bien para satisfacer sus necesidades o deseos. Según un fabricante, el producto es un conjunto de elementos físicos y químicos engranados, de tal manera que le ofrece al usuario posibilidades de utilización.” [19]

Según el Diccionario de Marketing, de Pujol, B., “El producto es cualquier objeto, servicio o idea que es percibido como capaz de satisfacer una necesidad y que representa la oferta de la empresa. Es el resultado de un esfuerzo creador y se ofrece al

cliente con unas determinadas características. El producto se define también como el potencial de satisfactores¹ generados antes, durante y después de la venta, y que son susceptibles de intercambio. Aquí se incluyen todos los componentes del producto, sean o no tangibles, como el envasado, el etiquetado y las políticas de servicio” [42].

En conclusión, se define producto como el resultado de un esfuerzo de creación, este puede ser un bien (una guitarra), un servicio (un examen médico), una idea (los pasos para dejar de fumar), una persona (un político) o un lugar (playas para vacacionar), que tiene un conjunto de atributos tangibles e intangibles (empaquete, color, precio, calidad, marca, servicios y la reputación del vendedor) los cuales son percibidos por sus compradores (reales y potenciales) como capaces de satisfacer sus necesidades o deseos. Existe para:

1. Propósitos de intercambio
2. Satisfacción de necesidades o deseos
3. Contribuir al logro de objetivos de una organización (lucrativa o no lucrativa)”.

1.6. Requerimientos funcionales y no funcionales

Maximiliano Cristá [14], escribe sobre los requerimientos funcionales y no funcionales. Aunque está enmarcado en el área del software, se puede aplicar a otros rubros.

“Un requerimiento funcional describe una interacción entre el sistema y su ambiente. Los requerimientos funcionales describen cómo debe comportarse el sistema ante un estímulo.

Algunos ejemplos de requerimientos funcionales son los siguientes:

Sistema de control de ascensores.

- Una persona que desee utilizar el ascensor para ir del piso n al $n + m$ (con $m > 0$) debe pulsar el botón Arriba en el piso n , en cuyo caso el ascensor eventualmente debería detenerse en dicho piso.
- Se deben abrir las puertas del ascensor y deben permanecer así por un tiempo suficiente como para que el usuario pueda ingresar.
- Las puertas nunca deben abrirse a menos que el ascensor esté detenido en un piso.

Sistema de cajas de ahorro de un banco.

- Cada caja de ahorro se identifica por un número de cuenta.

¹Se entiende por satisfactor a todo bien de consumo que cubre necesidades para el ser humano.

- Cualquier persona puede efectuar un depósito de una cantidad positiva de dinero en cualquier caja de ahorro.
- Solo el titular o los cotitulares de una caja de ahorro pueden extraer una cantidad positiva de dinero de ella.

Un requerimiento no funcional es una restricción sobre el sistema o su proceso de producción.

Algunos ejemplos son:

- El sistema debe ejecutar sobre Linux, Ubuntu 10.4 LTS 10.04 (Lucid Lynx) y Windows 7.
- El sistema debe impedir que usuarios no autorizados accedan a información crítica.
- El sistema debe estar en funcionamiento 24/7.
- El sistema debe poder procesar 100.000 transacciones por hora.”

Por su parte, Villamil y Hernández [52], sostienen que “Los requerimientos funcionales definen lo que el producto debe hacer y las especificaciones de ingeniería describen como se debe lograr satisfacer esos requerimientos.”

Ian Sommerville [49] también define los requerimientos funcionales y no funcionales:

“Requerimientos funcionales: Son declaraciones de los servicios que el sistema debería proporcionar, cómo debería reaccionar ante entradas particulares y cómo debería comportarse en situaciones particulares. En algunos casos, los requisitos funcionales también pueden indicar explícitamente lo que el sistema no debe hacer.”

“Requerimientos no funcionales: Son restricciones a los servicios o funciones que ofrece el sistema. Incluyen limitaciones de tiempo, limitaciones en el proceso de desarrollo y limitaciones impuestas por los estándares. Los requisitos no funcionales a menudo se aplican al sistema en su conjunto en lugar de a características o servicios individuales del sistema.”

A modo de conclusión de todas estas definiciones, se puede entender a los requerimientos funcionales como los objetivos directos de un producto, servicio o sistema, es decir, qué es lo que este debe hacer en determinadas situaciones. Por otro lado, los requerimientos no funcionales, se entienden como restricciones externas o que no hacen a la utilidad principal del producto.

Por ejemplo, si se tratara de una máquina para la industria textil, un requerimiento funcional podría ser que la máquina fabrique las prendas de una cierta manera. En

contraposición, un requerimiento no funcional podría ser que se fabriquen un número determinado de prendas.

2. Planificación

2.1. Definición de planificación de proyectos

En el caso de la planificación de proyectos se toma referencia de una tesis doctoral de la Universidad de Guanajuato, México[38], en este se define qué es un plan y cómo se diferencia de la planificación. El plan es un documento detallado que establece la estrategia, objetivos, alcance, recursos, cronograma y otros aspectos para completar un proyecto con éxito. Mientras que la planificación es el proceso que se constituye de un conjunto de actividades para definir el alcance, establecer objetivos, identificar entregables, secuenciar actividades, estimar recursos y duraciones, y desarrollar un plan detallado para ejecutar el proyecto de manera efectiva.

Según Amat [4], “la planificación consiste en determinar lo que se debe hacer, cómo se debe hacer, qué acción debe tomarse, quién es el responsable de ella y por qué”.

A su vez, para Russell Ackoff [1], “el futuro no hay que preverlo, sino que crearlo. El objetivo de la planificación debería ser diseñar un futuro deseable e inventar el camino para conseguirlo”.

Adicionalmente, Villamil, en el libro “Introducción al proyecto de ingeniería”, menciona que la planificación toma en cuenta el tiempo de duración de las tareas, pero no dice cuando ni de qué forma se va a trabajar, de eso se encarga el programa (es decir, de tomar en cuenta las horas de trabajo diario, feriados, días de descanso semanal, periodos de vacaciones, etc.). Por lo que la duración establecida en la planificación debe ser multiplicada por un factor que tome en cuenta el número de horas efectivas de trabajo anuales, por ende la duración en tiempo calendario se incrementa entre 4 y 5 veces.

También habla de la diferencia entre la planificación de tareas simples y múltiples. En las simples, o individuales, es suficiente con trazar un plan de acción, mientras que en las que están implicadas tareas múltiples son necesarias herramientas específicas para la coordinación, control y revisión.

La planificación determina el proceso para llevar a cabo el proyecto del modo más eficiente y efectivo, para cumplimentar el propósito planteado. Busca definir el qué, el dónde, el cómo, el porqué y a qué costo. Para ello es necesario:

1. Definir las metas generales
2. Trazar un plan de tareas

3. Desarrollar en detalle los alcances
4. Asignar objetivos para cada actividad
5. Relacionar las actividades mediante una red lógica
6. Establecer la duración y demoras de cada actividad
7. Verificar la consistencia de la red
8. Determinar la necesidad de recursos para cada actividad

La planificación se hace usualmente sobre la base de recursos infinitos, con la finalidad de determinar el menor tiempo en que podría ejecutarse el desarrollo. La dirección de la empresa determinará la forma apropiada de ejecución, es decir, el soporte que va a tener el proyecto, en base al cual se hará el programa de trabajo. Entre las actividades necesarias deben incluirse los mecanismos de control y monitoreo de *performance*. Esto implica incluir actividades tales como informes de progresos, de aseguramiento de la calidad, de control de costos, etc.

Las dos herramientas usuales para la planificación son el CPM (*Critic Path Method*), método del camino crítico, y el PERT (*Program evaluation and review technique*), o técnica de evaluación y revisión de programas. El CPM, orientado a actividades, trabaja con tiempos determinísticos, considera que la fluctuación en la duración de las tareas es despreciable. El PERT está orientado a eventos, y, por trabajar con tiempos aleatorios, es más apropiado para la planificación de proyectos, en los que se supone que al menos alguna de las tareas no se realizó nunca, ni es simple, ni su solución es directa, y que además exige esfuerzos de creatividad difíciles de cuantificar en tiempo. Esto lleva a suponer que su duración no puede ser precisada exactamente, pero, como todo proyecto requiere que sea determinado su tiempo de ejecución, es necesario contar con una herramienta que ayude para esa determinación.

En conclusión, la planificación de proyectos se puede entender como el diseño de un plan tomando en cuenta el tiempo de duración de las tareas. Busca definir el que, donde, como, porque, y a qué costo. Adicionalmente, la planificación de proyecto es un proceso y desarrolla un plan para ejecutarlo, mientras que un plan es un documento detallado del proyecto.

2.2. Objetivo de la planificación

Villamil [52] plantea el objetivo diciendo que “Con la planificación se busca determinar qué tareas hay que hacer, qué recursos son necesarios para ejecutarlas, y en qué orden deben ejecutarse”.

Según Bley y Alarcón (2019) [9], los objetivos de la planificación pueden dividirse en

cinco elementos clave que guían el desarrollo y la ejecución de cualquier proyecto. A continuación, se detallan estos elementos y su relevancia en el proceso de planificación y gestión de proyectos.

Análisis y definición

Implica visualizar la manera en que el trabajo debe llevarse a cabo, determinando el orden y los recursos necesarios; desglosando el proyecto y fragmentándolo en una serie de tareas manejables. Cada tarea debe ser claramente identificable como parte del trabajo, preferiblemente vinculada a la estructura general del proyecto y asignada al control de una persona específica.

Anticipación

Consiste en anticipar posibles obstáculos y dificultades, luego elaborar estrategias para superarlos y evaluar los riesgos posibles para reducir sus impactos.

Programación de Recursos

Se emplea para asegurar la óptima utilización de los recursos disponibles en cada proyecto, así como para coordinar eficientemente todos los proyectos dentro de una organización.

Coordinación y Control

Implica asegurarse que todas las partes involucradas en el proyecto trabajen en conjunto y de manera sincronizada. Además, conlleva monitorear el progreso del proyecto en comparación con el plan establecido. Esto incluye el seguimiento del avance de las actividades, la evaluación de los recursos utilizados, el control del presupuesto y el aseguramiento de que se cumplan los plazos establecidos.

Recopilación de Datos

Consiste en generar una base de datos de la actual planificación para que pueda ser utilizada en el futuro, ya sea en otra planificación o proyecto.

En resumen, los elementos de análisis y definición, anticipación, programación de recursos, coordinación y control, y recopilación de datos son fundamentales para una planificación efectiva de proyectos. Al comprender y aplicar estos elementos de manera integral, los equipos de proyectos pueden optimizar la utilización de recursos, anticiparse a posibles obstáculos, mantener el control sobre el progreso y, finalmente, recopilar lecciones aprendidas para mejorar la eficiencia en futuras iniciativas.

2.3. Definición de gestión de proyecto

La guía *PMBOK* [29] toma como sinónimos las palabras “gestión” y “dirección” y provee la siguiente definición:

“La dirección de proyectos es la aplicación de conocimientos, habilidades, herramientas y técnicas a las actividades de un proyecto para satisfacer los requisitos del proyecto. La dirección de proyectos se logra mediante la aplicación e integración de los procesos de dirección de proyectos de inicio, planificación, ejecución, seguimiento y control, y cierre. El director del proyecto es la persona responsable de alcanzar los objetivos del proyecto. La dirección de un proyecto incluye:

- Identificar los requisitos.
- Establecer unos objetivos claros y posibles de realizar.
- Equilibrar las demandas concurrentes de calidad, alcance, tiempo y costos.
- Adaptar las especificaciones, los planes y el enfoque a las diversas inquietudes y expectativas de los diferentes interesados.

Por otro lado, Archibald [5] define la gestión de proyectos como:

“Se refiere a la planificación y ejecución particular de esfuerzos llamados “proyectos”. Los conceptos y sistemas empleados para la gerencia de proyectos provienen de la naturaleza de cada proyecto, individualmente. Sin embargo, es muy importante que los gerentes y especialistas tengan una buena comprensión de sus características generales para adoptar un estilo exitoso y particular de operación”

En suma, la gestión de proyectos implica aportar ideas y herramientas al trazado de un esquema y a la ejecución del mismo, para que el proyecto se desarrolle de manera correcta. Gestionar o dirigir un proyecto, es administrar las variables de las que se compone el triángulo de la figura 1. Heagney [27] además agrega requisitos de personalidad a los administradores del proyecto, resaltando que deben tener liderazgo y capacidades técnicas afines al proyecto.

2.4. *Work Breakdown Structure*

Antes de profundizar en los distintos tipos de herramientas para la planificación, es fundamental discernir entre dos conceptos claves, estos son las tareas y las actividades. Citando la documentación online que provee IBM tenemos que “Una tarea es una unidad de trabajo específica de una orden de trabajo. Una actividad es un tipo de orden de trabajo. Una tarea se puede crear como parte de una actividad o parte de otra orden de trabajo.” [28]. Con esto se puede decir que las tareas corresponden trabajos que se ordenan para cumplir una cierta actividad. Sumado a esto podemos

concluir que un proyecto se compone de distintas actividades, que a su vez, está formado por varias tareas.

El PMBOK define Work Breakdown Structure (o Estructura de Desglose del Trabajo (EDT) en español) como una descomposición jerárquica, orientada al producto entregable, del trabajo que será ejecutado por el equipo del proyecto, para lograr los objetivos del proyecto y crear los productos entregables requeridos. La EDT organiza y define el alcance total del proyecto. La EDT subdivide el trabajo del proyecto en porciones de trabajo más pequeñas y fáciles de manejar, donde cada nivel descendente de la EDT representa una definición cada vez más detallada del trabajo del proyecto. [29]

La NASA agrega que el propósito de una EDT es subdividir el contenido de trabajo del proyecto en segmentos manejables para facilitar la planificación y el control de costos, cronograma y contenido técnico. Identifica el trabajo total del proyecto que se debe realizar, que incluye no solo todo el contenido de trabajo interno de la NASA, sino también todo el contenido de trabajo que se realizará por parte de contratistas, socios internacionales, universidades u otras entidades. El alcance de trabajo que no está contenido en la EDT del proyecto no debe considerarse parte del proyecto. La EDT divide el contenido de trabajo en elementos manejables, con niveles crecientes de detalle. [2]

Es fácil confundir la EDT con un organigrama o una Lista de Materiales Estructurada (BOM, por sus siglas en inglés). Aunque pueden parecer similares, existen distinciones importantes. Una EDT muestra el trabajo que se debe realizar. El organigrama muestra las relaciones entre las personas que pueden ser responsables de realizar el trabajo de un proyecto. La BOM muestra los objetos que se producirán cuando se complete el trabajo.

En la figura 4 se muestra una ilustración general de cómo el alcance del trabajo puede organizarse en niveles jerárquicos de una EDT dentro de un proyecto. Este es un ejemplo de un posible proyecto de la NASA.

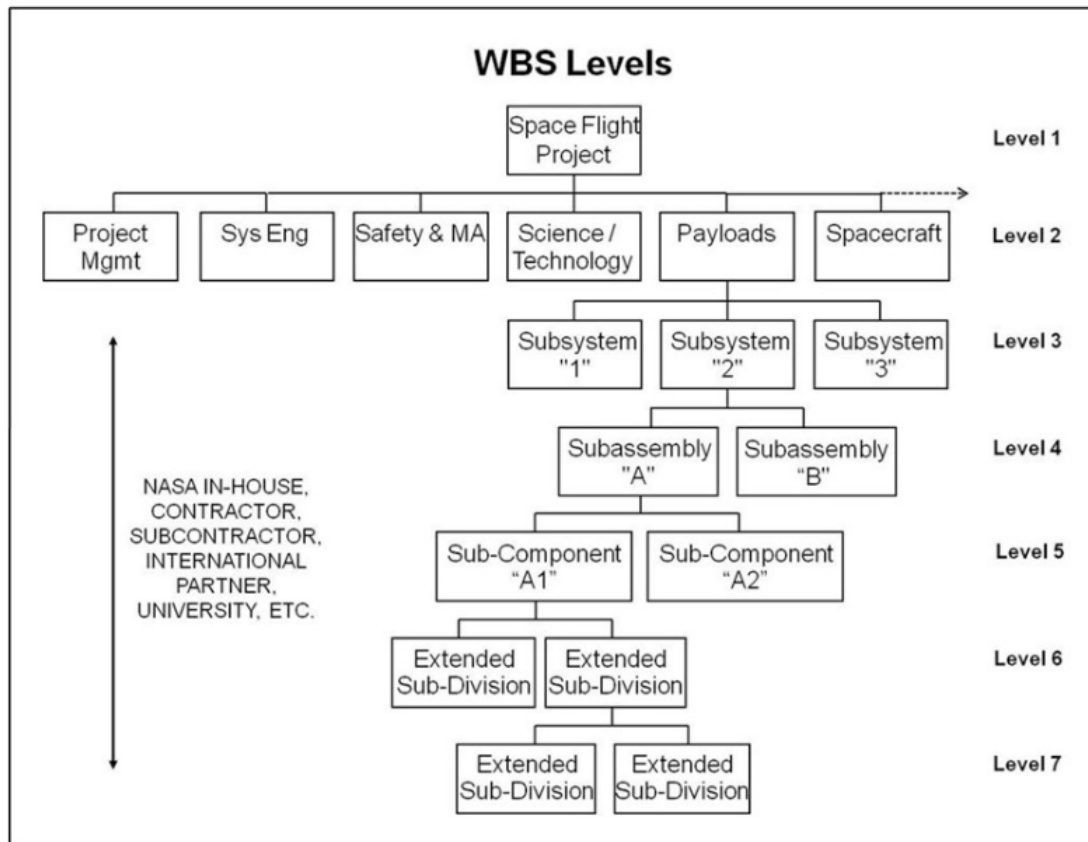


Figura 4: Ejemplo EDT NASA[2]

2.5. Camino Crítico y Semicrítico

Tomando de referencia a Villamil[52], el método del camino crítico o también llamado ruta crítica (CPM-Critical Path Method) es una herramienta que permite estimar el tiempo más corto en el que es posible completar un proyecto. Esto se logra a partir de un diagrama interconectado con flechas (grafo), estas flechas representan una tarea a ejecutarse, además su sentido indica en que orden se deben concretar. Cada tarea conlleva un tiempo determinado, mientras que cada estado que se encuentra entre las tareas va a poseer un tiempo mínimo y máximo para lograrse, a esta diferencia se la denomina holgura. La ruta crítica se la determina al orden de actividades que conlleva más tiempo en concretarse, este será nuestro tiempo mínimo requerido para completar el proyecto.

A continuación en la figura 5 se muestra un ejemplo mediante un grafo, siendo la ruta crítica la suma de las flechas en color rojo”.

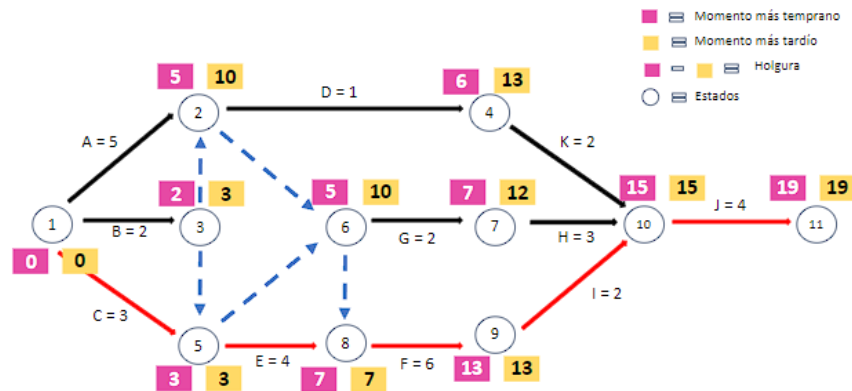


Figura 5: Grafo de CPM (Elaboración propia)

Con respecto al camino semicrítico, a diferencia del crítico, tiene cierta holgura dinámica, lo que quiere decir que las tareas pueden retrasarse hasta cierto punto.

Esto Villamil lo explica mediante el gráfico de la figura 6

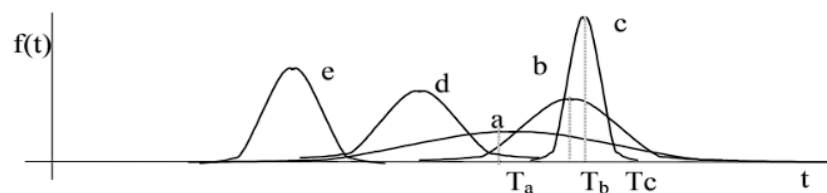


Figura 6: Representación de la distribución del tiempo de ejecución de un proyecto por distintos caminos. Solo el “e” no es semicrítico. Extraído de Villamil [52].

“Si las curvas de densidad de los distintos caminos se solapan, como en cada ejecución del proyecto solo puede haber un único valor de tiempo de duración para cada camino, es claro que cualquiera de los caminos cuyos tiempos de ejecución sean los más altos y se solapan son potencialmente posibles caminos críticos.” [52]

Una vez asumido un riesgo, queda determinado el camino crítico. En el caso de la figura 6, tomando un riesgo del 50 % es el camino “c”.

En conclusión, la principal diferencia entre el camino crítico y el semicrítico radica en el impacto que tienen en el proyecto. El camino crítico determina la duración total del proyecto y cualquier retraso en sus tareas afecta directamente a la fecha de finalización, mientras que el camino semicrítico incluye tareas que, aunque no son críticas en el momento, podrían volverse críticas si se retrasan lo suficiente.

2.6. Técnica de evaluación, programación y revisión de proyectos

Esta técnica, conocida como PERT por su sigla en inglés (*Program Evaluation and Review Technique*), es un método estadístico para administrar y gestionar proyectos.

Salazar López indica que “El método PERT, es un algoritmo basado en la teoría de redes diseñado para facilitar la planificación de proyectos. El resultado final de la aplicación de este algoritmo será un cronograma para el proyecto, en el cual se podrá conocer la duración total del mismo, y la clasificación de las actividades según su criticidad.

El algoritmo PERT se desarrolla mediante intervalos probabilísticos, considerando tiempos optimistas, probables y pesimistas, lo cual lo diferencia del método CPM que supone tiempos determinísticos.” [46]

Mientras que Villamil [52] explica que consiste en realizar estimaciones de los tiempos que demoran las tareas del proyecto, generando un tiempo “optimista”, uno “pesimista” y uno “más probable”. Con esos valores, se conforma una función de distribución β que se utiliza para estimar el “tiempo real” de la tarea en cuestión, con un determinado riesgo.

Este proceso permite tener una aproximación de los tiempos de todas las tareas de una actividad o proyecto, para que se puedan ordenar de la manera más conveniente. Una vez hecho esto, la secuencia de tareas de mayor duración será el camino crítico, que establece la duración de todo el proyecto o actividad que se esté gestionando.

Para realizar las estimaciones de los tiempos optimista, pesimista y más probable, se debe contar con la descripción específica de cada tarea a ejecutar y con la información de los recursos necesarios: materiales, componentes, recursos humanos, etc. De ser necesario, se puede consultar con expertos en la materia, modularizar las actividades de manera que se reduzca la incertidumbre sobre su duración, apelar a resultados históricos sobre actividades similares o realizar estimaciones paramétricas, donde se deduce el tiempo total de una actividad basándose en un parámetro, por ejemplo: estimar el tiempo que toma soldar un componente en una placa según la cantidad de pines que tenga y el tiempo que toma soldar cada uno.

En conclusión, el método PERT es una herramienta útil para administrar los tiempos de un proyecto. Sin embargo, se debe tener estimaciones de los tiempos de las actividades y tareas que se llevarán a cabo. Sobre esto, Heagney [27] sostiene que es importante que el administrador del proyecto contemple el asesoramiento de las personas encargadas ejecutar la tarea, para que sus estimaciones no resulten distanciadas de la realidad. Al tratarse de un método basado en estimaciones y probabilidades, su empleo implica asumir riesgos. El camino crítico obtenido puede

variar según los riesgos tolerados.

2.7. Programación

Como dice Iago Fraga[23] la programación es:

“Programación (= programa, ruta a seguir). Programar es adjudicar a tus planes, el momento exacto en que harás cada cosa. En tu plan, habías atribuido a cada proyecto un número de horas diferente. «Programar la semana» es traducir esas necesidades en un programa (un horario) que te diga en qué proyecto trabajas cada día.”

Además, Siemens[48] ayuda a diferenciar entre planificación y programa:

“La planificación de la producción implica un planteamiento estratégico de tus objetivos. Mientras que la programación, por otro lado, se basa en tácticas y tiene como fin descubrir cómo mejorar la producción.”

Como se mencionó en temas anteriores, la planificación busca el qué se debe hacer, cómo se debe hacer, quién lo debe hacer, etc. La programación se encarga de volcar estas actividades o tareas en el calendario, generando un cronograma, que es una herramienta de la programación.

La programación no solo dice cuándo se debe hacer cada cosa, sino que la persona a cargo de la gestión también debe, mediante la programación, estimar tiempos de entrega, gestionar recursos, maniobrar frente a atrasos en la ejecución de las tareas y demás.

Existen diversas herramientas para generar un cronograma, pero en este trabajo se trabajará más a fondo como crear un diagrama de Gantt.

2.8. Diagrama Gantt

La gráfica de Gantt, recibe su nombre en honor a su autor Henry Gantt.

Polit y Hungler [41] definen: “El diagrama de Gantt o cronograma es la representación de la programación de actividades o tareas dentro del proyecto de investigación, se compone de dos elementos importantes: el orden secuencial y la interrelación de las actividades.”

Por otro lado, Mendoza y su equipo [34] explican que “Para los investigadores, el cronograma será útil para estimar tiempos y recursos disponibles para desarrollar cada una de las fases que se presenten como tareas.”

Según Geraldi y Letcher [24] “El diagrama de Gantt es una representación visual, simple, intuitiva, práctica y útil de las actividades y duraciones del proyecto.”

El objetivo es programar el tiempo en el que deben realizarse cada una de las actividades que conforman un proyecto.

Se utiliza a menudo en la gestión de proyectos para ilustrar el cronograma de un proyecto. Esto lo hace al mostrar las tareas o actividades como barras horizontales a lo largo de una línea de tiempo, cada barra representa las fechas de inicio y finalización de la tarea. Esto ayuda a los gerentes y equipos de proyectos a visualizar el cronograma general de un proyecto, incluidas las dependencias entre tareas e hitos.

Por lo tanto, el proceso a seguir para elaborar correctamente este tipo de diagramas es el siguiente:

1. **Crear una lista** con todas las actividades que conforman el proyecto en cuestión, siendo lo más conciso posible.
2. Lo siguiente es **establecer prioridades y ordenar las tareas** conforme deban ser realizadas.
3. Después se debe establecer el tiempo que tomará realizar cada actividad, considerando que el diagrama debe elaborarse con solo una medida de tiempo.
4. El siguiente paso es comenzar a **diseñar el diagrama de Gantt**, incluyendo únicamente información esencial para que la gráfica sea clara y entendible.
5. Por último, hay que **dar seguimiento al diagrama**, indicando si las tareas están siendo ejecutadas dentro del tiempo establecido, en caso de ser necesario habrá que solucionar contratiempos y aplicar las medidas necesarias para lograr que el proyecto sea concluido conforme a lo planeado.

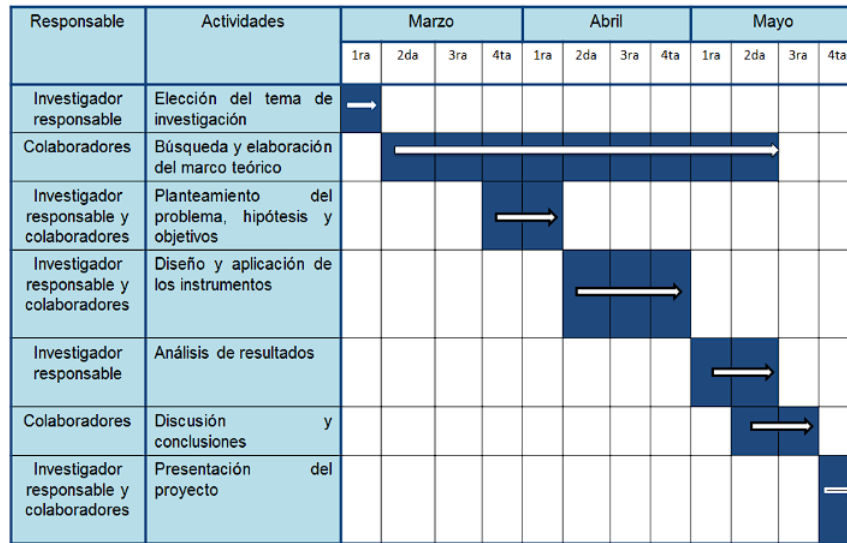


Figura 7: Ejemplo de diagrama de Gantt. Elaborado a partir de Mendoza [34].

2.9. Matriz RACI

El PMBOK[29] define a la matriz de asignación de responsabilidades (RAM) como una herramienta para ilustrar las conexiones entre el trabajo que debe realizarse y los miembros del equipo del proyecto.

La matriz RACI es un tipo de RAM. Las letras RACI representan diferentes roles: *Responsible* (Responsable), *Accountable* (Subordinado-responsable), *Consulted* (Consultado) e *Informed* (Informado). Cada uno de estos roles desempeña una función específica en la toma de decisiones y la ejecución de tareas en un proyecto.

- **Responsable:** es la persona encargada de llevar a cabo una tarea específica. Su responsabilidad principal es la de hacer.
- **Subordinado-responsable:** es quien se asegura de que la tarea se complete, incluso si no la realiza personalmente. Es aquel a quien el Responsable debe rendirle cuentas.
- **Consultado:** señala que una persona o departamento debe ser consultado antes de llevar a cabo una tarea.
- **Informado:** indica que una persona o departamento debe ser informado sobre la realización de una tarea.

En la figura 8 se puede ver una implementación ejemplo de un local de venta de flores, donde a cada persona se le asigna un rol para las actividades y tareas. En la

primera columna se encuentran las tareas y actividades. Luego, en el resto de las columnas se ponen los roles de cada persona.

Tareas / Actividades	Roles									
	Propietario	Encargado	Empleado de Mostrador	Cajero	Cadete Motoquero	Decorador	Cortador	Consultor	Publicista	Clientes
Atención a Clientes en el local	I	A	R					C		
Cobro a Clientes		A		R	R					
Compra de insumos (flores, macetas, etc)	I	A/R	C	C		C				
Pago a Proveedores	I	A		R						
Envíos a domicilio		A			R					
Mantenimiento del negocio (regado, podado)		A	R			R				
Pago de servicios e impuestos	A	R					C			
Diseño de la Publicidad	A								R	C
Difusión de la Publicidad		A	R		R				C	I
Toma de Decisiones estratégicas (nuevos locales, etc)	A/R	C/I					C	C		C

Figura 8: Ejemplo RACI de una florería [32]

Longarini (2012) [32] establece algunos aspectos o reglas a tener en cuenta a la hora de implementar la matriz RACI. Para cada actividad debe haber solo una “A”, ya que el responsable final debe ser una sola persona para evitar conflictos. También la persona debe tener la autoridad necesaria para poder llevar a cabo este rol. Asimismo, hay que intentar que las letras “R” estén referidas a tareas concretas y específicas, para que no resulten ambiguas. Por otro lado, la ausencia de roles “C” o “I” podría señalar deficiencias en las comunicaciones dentro de la organización, lo que podría afectar la eficacia general en la ejecución de tareas al no consultar o informar adecuadamente a las partes involucradas.

2.10. Factibilidad económica

A este tema se lo introduce usando dos definiciones que resultan clave para el entendimiento. Mientras que la primera de Castañeda se centra más en los recursos, la segunda, de Maldonado, habla plenamente sobre economía. Es interesante resaltar

esto, ya que la definición de Castañeda tiene como marco teórico la arquitectura, por lo que los recursos de los que habla no son plenamente económicos, aunque aun así engloban al capital inicial que se usa en el proyecto.

Comenzando con Castañeda, este explica de que sirve la factibilidad en un proyecto:

“El estudio de factibilidad se encarga de recopilar los datos necesarios y a la vez relevantes sobre el proyecto para saber si se procede con la obra. Esta investigación va de la mano con los objetivos centrales, con lo cuales se procede a saber si son cumplidos o no con base en la planeación y ejecución de los trabajos con respecto a los recursos con los que se pueden llegar a contar en todo el proceso” [10]

Ahora centrándose en la factibilidad económica, Maldonado inicia explicando:

“El plan de negocios y/o proyecto de factibilidad representa la mejor alternativa de inversión con un nivel de rentabilidad mayor al costo de oportunidad del capital. Para que el retorno del proyecto sea mayor al costo de oportunidad, esto significa sustentar los flujos de beneficios que ofrece el proyecto, con la determinación de la demanda insatisfecha y un desempeño eficiente del negocio” [30]

De esto se entiende que la factibilidad económica es una medida subjetiva impuesta por el inversor del proyecto. Es la diferencia entre las ganancias y el costo de oportunidad que inciden en el proyecto, esta diferencia tiene que superar las expectativas del inversor para que el proyecto sea ”factible”.

Esta factibilidad no es un número que viene dado solo por el inversor, sino que está sujeto a varios estudios de mercado, técnicos y económicos, brindan la información necesaria para estimar los flujos esperados de ingresos y costos que se producirán durante la vida útil de un proyecto.

2.11. Mercado objetivo

Izquierdo Maldonado [30] dice que el mercado objetivo es un conjunto de clientes bien definido, cuyas necesidades planea satisfacer la empresa. Lo puede constituir los compradores atendidos por la competencia (satisfechos e insatisfechos), que estarían dispuestos a cambiarse por un producto y beneficios superiores. Asimismo, el mercado objetivo también lo constituyen aquellas personas y agentes que no lo están comprando actualmente y que, al conocer las bondades y beneficios del nuevo producto, tienen interés por adquirirlo.

Villamil [52] establece que el conjunto de clientes que en un dado momento manifiesta un grado suficiente de interés por el producto, y dispone de capacidad de compra, pero sin tomar en cuenta el precio de venta, determina el mercado potencial del producto. Agrega que su estimación suele hacerse con indicadores relacionados con

la capacidad de compra, como ser el producto bruto per cápita, el nivel de ingreso medio, etc.

Ortega [39] dice que un mercado objetivo es el grupo específico de consumidores a los que una empresa apunta con sus productos o servicios, compartiendo características similares y necesidades comunes. Identificar y entender a este mercado es crucial para el éxito empresarial, permitiendo enfocar estrategias de marketing y ventas en el público correcto. Conociendo sus necesidades y comportamientos, la empresa puede desarrollar productos y campañas publicitarias efectivas para satisfacer sus demandas de manera exitosa.

Además, agrega que los pasos a seguir para definir el mercado objetivo son seis:

1. Identificar el producto o servicio que se va a ofrecer.
2. Analizar el mercado para identificar las tendencias, la competencia, el tamaño del mercado y el perfil de los consumidores.
3. Recolectar la mayor cantidad de información posible sobre sus prospectos.
4. Segmentar el mercado para generar la mayor cantidad de beneficios.
5. Seleccionar el segmento objetivo que tiene el mayor potencial de ser rentable para el producto o servicio.
6. Elegir la estrategia correcta para obtener información sobre el comportamiento, las opiniones y las motivaciones de los clientes.

2.12. Fases de ciclo de vida de un proyecto

Para definir las fases del ciclo de vida de un proyecto es importante diferenciarlo del ciclo de vida de un producto. A este respecto, Navarro [36] establece que:

“El ciclo de vida de un proyecto es la serie de fases de gestión gerencial de proyectos. Se refiere a las distintas fases del proyecto desde su inicio hasta su fin. El ciclo de vida del proyecto, puede estar formado por una o más fases.

El ciclo de desarrollo de un producto es la serie de fases o iteraciones de gestión técnica del proyecto, que representa la evolución de un producto, desde el concepto hasta la entrega. A diferencia del proyecto, el ciclo de vida del producto, está centrado en los entregables.”

Finaliza resaltando que:

- El ciclo de vida del producto puede superar en tiempo al ciclo de vida del proyecto y no *viceversa*.

- Cada fase del ciclo de vida del producto puede considerarse como proyecto.
- El ciclo de vida del proyecto tiene una fecha fin definida, el ciclo de vida del producto puede tenerla o no.
- Las fases del ciclo de vida del producto son siempre secuenciales, las fases del ciclo de vida del proyecto no.

Teniendo estas diferencias en consideración, se plantean las definiciones que brindan el PMI, a través del PMBOK [29], y Microsoft [51].

El primero explica: “Para facilitar la gestión, los directores de proyectos o la organización pueden dividir los proyectos en fases, con los enlaces correspondientes a las operaciones de la organización ejecutante. El conjunto de estas fases se conoce como ciclo de vida del proyecto. Muchas organizaciones identifican un conjunto de ciclos de vida específico para usarlo en todos sus proyectos.”

“Los ciclos de vida del proyecto generalmente definen:

- Qué trabajo técnico se debe realizar en cada fase (por ejemplo, ¿en qué fase se debe realizar el trabajo del arquitecto?)
- Cuándo se deben generar los productos entregables en cada fase y cómo se revisa, verifica y valida cada producto entregable.
- Quién está involucrado en cada fase (por ejemplo, la ingeniería concurrente requiere que los implementadores estén involucrados en las fases de requisitos y de diseño)
- Cómo controlar y aprobar cada fase.”

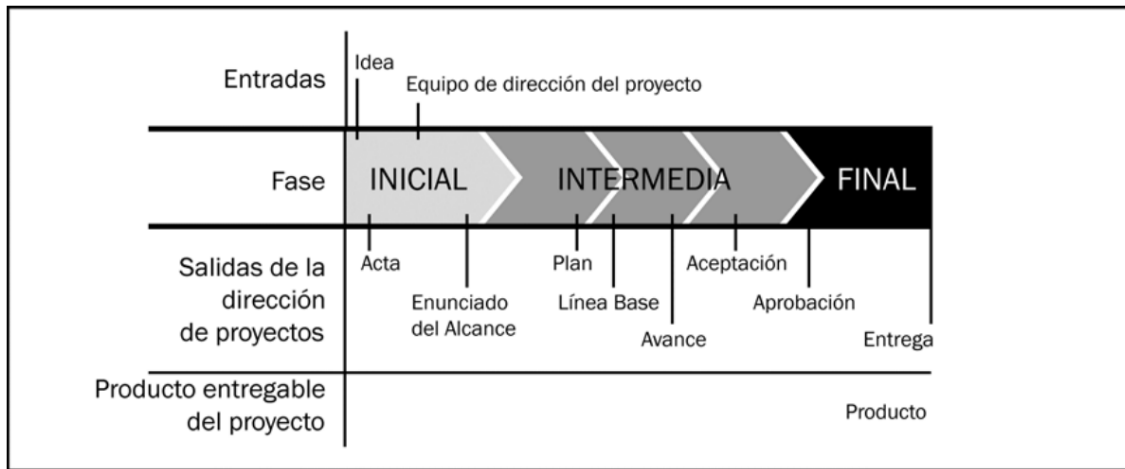


Figura 9: Secuencia de fases típica en un ciclo de vida del proyecto. Extraído de PMBOK [29].

Por otro lado, Microsoft enlista las fases del ciclo de vida de un proyecto:

- Inicio: alcanzar una alineación del propósito y la factibilidad del proyecto, en función de su propuesta de negocio, las partes interesadas y las necesidades.
- Planificación: desarrollar el plan y el alcance del proyecto, que incluye el proceso de administración de proyecto seleccionado, el plan de desarrollo, el programa y los objetivos finales.
- Ejecución: la realización de las tareas incluye la asignación de recursos, las reuniones habituales sobre el estado y el desarrollo real de productos por parte de los equipos clave.
- Monitoreo y control: la supervisión del trabajo realizado —mediante documentos como un gráfico de evolución— y la medición frente a los objetivos clave.
- Cierre: evaluar el rendimiento del proyecto y sus equipos, con la intención de compilar aprendizajes clave para optimizar los proyectos futuros.

En conclusión, se puede entender que las fases están sujetas a la producción y aprobación de entregables. Y esta aprobación depende del criterio de los directivos del proyecto. Las empresas, además, pueden establecer ciclos de vida “ideales” y seguirlos para todos sus proyectos.

2.13. Etapas de ciclo de vida de un producto

Villamil [52] menciona, "Todos los productos tienen un ciclo de vida, que comienza con la aparición de la innovación, le sigue una etapa de crecimiento (difusión del producto), y luego sobreviene la madurez (o saturación) para finalmente caer en la declinación hasta la completa desaparición del mercado".

Por lo tanto, el ciclo de vida de un producto es un proceso cronológico y se puede seccionar en 4 etapas,

1. **Introducción:** es la que requiere más atención. La PUBLICIDAD en esta etapa debe ser INFORMATIVA, crear conciencia de la existencia del producto y generar interés en el mismo a los posibles clientes. Los descuentos deben ser agresivos y el precio elevado con el fin de obtener una ventaja competitiva y así los clientes no tendrán productos más baratos que comprar. Las VENTAS son generalmente BAJAS y las inversiones en publicidad y promoción elevadas.
2. **Crecimiento:** pasar a esta etapa es una de las tareas más complicadas en una empresa. Pasar de los INNOVADORES a la GRAN MAYORÍA es un reto complicado, por lo que hay que elegir ESTRATEGIAS COMERCIALES óptimas para conseguirlo. En esta etapa la PUBLICIDAD pasa de ser informativa a PERSUASIVA. Una vez en esta etapa el producto comienza a ganar aceptación en el mercado y las ventas aumentan rápidamente. Las empresas pueden expandir su producción y distribución para satisfacer la creciente demanda, y pueden surgir competidores que intentan capturar una parte del mercado en crecimiento.
3. **Madurez:** ocurre cuando se llega al PICO DE VENTAS, no quiere decir que se reduzcan las ventas, sino que el mercado se tiene saturación de opciones alternas que por más que se invierta en marketing o venta no se logra elevar la cuota. Sin embargo, lo que sí se puede hacer es MANTENERSE por un largo periodo. El PRECIO en esta etapa suele ser MENOR para ser competitivo. En este punto las VENTAS alcanzan su MÁXIMO PUNTO y comienzan a estabilizarse. El mercado ya está saturado y la competencia es intensa. Las empresas pueden centrarse en la diferenciación del producto, la reducción de costos y la búsqueda de nuevos segmentos de mercado para mantener o aumentar su participación en el mercado.
4. **Declive:** todo producto por exitoso que sea llega a un punto en donde empieza a decaer, por lo que se tiene que tener un PLAN DE SALIDA (discontinuar el producto o reorientarlo hacia nichos de mercado más pequeños y rentables, la reducción de precios o la liquidación de inventarios también pueden ser estrategias utilizadas en esta etapa) bien definido o de SUSTITUCIÓN POR

NUEVOS más novedosos. La PUBLICIDAD en esta etapa está orientada en MANTENER EL RECUERDO. Las VENTAS comienzan a DISMINUIR debido a cambios en las preferencias de los consumidores, avances tecnológicos, obsolescencia del producto o la introducción de productos sustitutos.



Figura 10: Gráfico del ciclo de ventas de un producto. Elaboración propia.

2.14. Definición de alcance

Según Guerrero [25], definir el alcance es el proceso que consiste en desarrollar una descripción detallada del proyecto y del producto. La preparación de una declaración detallada del alcance del proyecto es fundamental para su éxito, y se elabora a partir de los entregables principales, los supuestos y las restricciones que se documentan durante el inicio del proyecto.

José Luis Fernández [20], distingue entre alcance del producto y del proyecto diciendo:

- Alcance del PRODUCTO: Características y funciones del producto.
¿Cuándo se completa el alcance?
El alcance del producto se ha completado cuando este se realiza según los REQUISITOS especificados.
- Alcance del PROYECTO: Trabajo que se va a realizar.
¿Cuándo se completa el alcance?
El alcance del proyecto se ha completado cuando este se realiza según la PLANIFICACIÓN (Plan del Proyecto).

También menciona el alcance y su relación con la EDP, ya que el alcance del proyecto está estrechamente relacionado con la Estructura de Desglose del Proyecto (EDP), también conocida como WBS (Work Breakdown Structure) definida en la sección 2.4.

Para desarrollar estas ideas principales, tomamos un cuadro extraído de la guía PMBOK, que desarrolla lo siguiente:

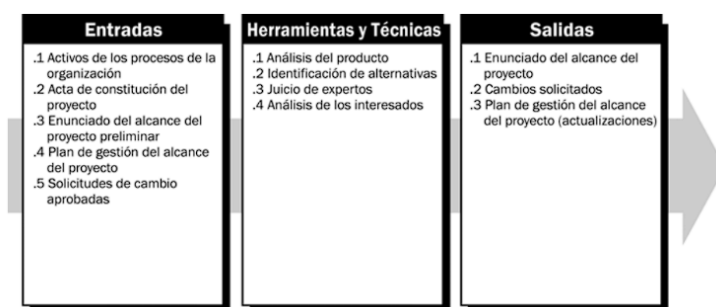


Figura 11: Definición de alcance: entradas, herramientas y técnicas, y salidas. [29]

Definición del Alcance: Entradas

- **Activos de los Procesos de la Organización:** se refieren a los recursos tangibles e intangibles (como recursos humanos, financieros, relaciones y alianzas, Tecnología de la información, procedimientos y políticas, etc.) que se utilizan para llevar a cabo las actividades y operaciones de la empresa de manera eficiente y efectiva.
- **Acta de Constitución del Proyecto** (es un documento formal que establece la autoridad del proyecto y brinda una descripción detallada de los objetivos, alcance, entregables, roles y responsabilidades, así como los recursos iniciales necesarios para llevar a cabo el proyecto. Este documento suele ser creado al inicio del proyecto y sirve como referencia clave para todos los interesados): si no se usa un acta de constitución del proyecto en una organización ejecutante, debe adquirirse o desarrollarse una información similar, y usarse para desarrollar el enunciado del alcance del proyecto detallado.
- **Enunciado del Alcance del Proyecto Preliminar:** al igual que en el acta de constitución del proyecto (ítem anterior) si no se usa un enunciado del alcance del proyecto preliminar, debe adquirirse o desarrollarse una información similar.
- **Plan de Gestión del Alcance del Proyecto:** da orientación sobre cómo el equipo de dirección del proyecto definirá, documentará, verificará, gestionará y controlará el alcance del proyecto.
- **Solicitudes de Cambio Aprobadas:** pueden hacer que se modifique el alcance del proyecto, la calidad del proyecto, los costes estimados o el cronograma del proyecto. A menudo, los cambios se identifican y aprueban mientras se está realizando el trabajo del proyecto.

Definición del Alcance: Herramientas y Técnicas

- **Análisis del Producto:** referido a traducir los objetivos del proyecto en productos entregables y requisitos tangibles. Incluye técnicas tales como desglose del producto, análisis de sistemas, ingeniería de sistemas, ingeniería del valor, análisis del valor y análisis funcional.
- **Identificación de Alternativas:** con el objetivo de generar diferentes enfoques para ejecutar y realizar el trabajo del proyecto.
- **Juicio de Expertos:** referido a expertos que pueden usarse para desarrollar partes del enunciado del alcance del proyecto detallado.
- **Análisis de los Interesados:** selecciona, prioriza y cuantifica las necesidades, deseos y expectativas para crear requisitos.

Definición del Alcance: Salidas

- **Enunciado del Alcance del Proyecto:** describe, en detalle, los productos entregables del proyecto y el trabajo necesario para crear tales productos entregables. También proporciona un entendimiento común del alcance del proyecto y describe los principales objetivos del proyecto. También permite al equipo del proyecto realizar una planificación más detallada, guía el trabajo del equipo del proyecto durante la ejecución y proporciona la línea base para evaluar si las solicitudes de cambio o trabajo adicional están comprendidas dentro o fuera de los límites del proyecto. Dependiendo del grado y nivel de detalle con que el enunciado del alcance del proyecto defina qué trabajo se realizará y cuál será excluido, puede determinar el nivel de éxito con que el equipo de dirección del proyecto podrá controlar el alcance del proyecto en general.
- **Cambios Solicitados:** referidos a los cambios al plan de gestión del proyecto y sus planes subsidiarios, los mismos pueden desarrollarse durante el proceso Definición del Alcance.
- **Plan de Gestión del Alcance del Proyecto (Actualizaciones):** Puede ser necesario actualizar el plan de gestión del alcance del proyecto, para incluir las solicitudes de cambio aprobadas resultantes del proceso Definición del Alcance del proyecto.

Finalmente, teniendo en claro la definición de alcance se puede llevar a cabo el análisis de riesgos.

2.15. Análisis de riesgos

Según Villamil [52] los análisis de riesgos se usan para estimar el comportamiento de variables sobre las que no se tiene control, como regulaciones, cambios tecnológicos, variaciones en los mercados de capital, inflación, etc.

Además, agrega “En cualquier caso, el análisis de riesgo sigue siendo una herramienta importante de decisión, porque permite conocer los puntos débiles del proyecto. Para realizarlo se requiere conocer para cada una de las variables que determinan el beneficio, cuál puede ser su probable distribución durante el ciclo de vida.”

Bazzani y Cruz Trejos [8] definen como riesgo a “Toda posibilidad de ocurrencia de aquella situación que pueda entorpecer el normal desarrollo de las funciones y actividades de una empresa que impidan el logro de sus objetivos, en cumplimiento de su misión y su visión.”

Por otro lado, la guía PMBOK [29] define a los riesgos como: “Un evento o condición inciertos que, si se produce, tiene un efecto positivo o negativo sobre al menos un objetivo del proyecto, como tiempo, coste, alcance o calidad” y señala que la gestión de riesgos se compone de seis partes

1. **Planificación de la gestión de riesgos:** decidir cómo enfocar, planificar y ejecutar las actividades de gestión de riesgos para un proyecto.
2. **Identificación de riesgos:** determinar qué riesgos pueden afectar al proyecto y documentar sus características.
3. **Análisis cualitativo de riesgos:** priorizar los riesgos para realizar otros análisis o acciones posteriores, evaluando y combinando su probabilidad de ocurrencia y su impacto.
4. **Análisis cuantitativo de riesgos:** analizar numéricamente el efecto de los riesgos identificados en los objetivos generales del proyecto.
5. **Planificación de la respuesta a los riesgos:** desarrollar opciones y acciones para mejorar las oportunidades y reducir las amenazas a los objetivos del proyecto.
6. **Seguimiento y control de riesgos:** realizar el seguimiento de los riesgos identificados, supervisar los riesgos residuales, identificar nuevos riesgos, ejecutar planes de respuesta a los riesgos y evaluar su efectividad a lo largo del ciclo de vida del proyecto.

Cada una de estas etapas tiene sus entradas, sus herramientas y sus salidas, e inter-actúan entre sí.

Centrándose en el análisis de riesgos, agrega que “El Análisis Cualitativo de Riesgos evalúa la prioridad de los riesgos identificados usando la probabilidad de ocurrencia, el impacto correspondiente sobre los objetivos del proyecto si los riesgos efectivamente ocurren, así como otros factores como el plazo y la tolerancia al riesgo de las restricciones del proyecto como coste, cronograma, alcance y calidad”, mientras que el análisis cuantitativo de riesgos, toma la salida del cualitativo y “analiza el efecto de esos riesgos y les asigna una calificación numérica”.

Análisis cualitativo de riesgos

Este proceso tiene como entradas a:

1. **Activos de los Procesos de la Organización.** Los datos acerca de los riesgos de proyectos anteriores y la base de conocimientos de lecciones aprendidas.
2. **Enunciado del Alcance del Proyecto.** Los proyectos de tipo común o recurrente tienden a tener más riesgos bien comprendidos. Los proyectos que usan tecnología punta o primera en su clase, así como los proyectos altamente complejos, tienden a tener mayor incertidumbre.
3. **Plan de Gestión de Riesgos.** Roles y responsabilidades para la gestión de riesgos, presupuestos, y actividades de gestión de riesgos del cronograma, categorías de riesgo, definición de probabilidad e impacto, la matriz de probabilidad e impacto, y las tolerancias al riesgo revisadas de los interesados.
4. **Registro de Riesgos.** Lista de riesgos identificados.

Estas entradas se procesan con las siguientes herramientas:

1. **Evaluación de probabilidad e impacto de los riesgos.** Investiga la probabilidad de ocurrencia de cada riesgo específico. La evaluación del impacto de los riesgos investiga el posible efecto sobre un objetivo del proyecto, como tiempo, coste, alcance o calidad.
2. **Matriz de probabilidad e impacto.** La evaluación de la importancia de cada riesgo generalmente se realiza usando una tabla de búsqueda o una matriz de probabilidad e impacto, como la de la figura 12. Dicha matriz especifica combinaciones de probabilidad e impacto que llevan a la calificación de los riesgos como de prioridad baja, moderada o alta.
3. **Evaluación de la calidad de los datos sobre riesgos.** Evalúa el grado de utilidad de los datos sobre los riesgos para la gestión de riesgos. Implica examinar el grado de entendimiento del riesgo, y la exactitud, calidad, fiabilidad e integridad de los datos sobre el riesgo.

4. **Categorización de Riesgos.** Los riesgos del proyecto pueden categorizarse por fuentes de riesgo, área del proyecto afectada u otra categoría útil para determinar las áreas del proyecto que están más expuestas a los efectos de la incertidumbre. Agrupar los riesgos por causas comunes puede contribuir a desarrollar respuestas efectivas a los riesgos.
5. **Evaluación de la Urgencia de los Riesgos.** Los riesgos que requieren respuestas a corto plazo pueden ser considerados como más urgentes. Entre los indicadores de prioridad pueden incluirse el tiempo para dar una respuesta a los riesgos, los síntomas y señales de advertencia, y la calificación del riesgo.

Matriz de Probabilidad e Impacto										
Probabilidad	Amenazas					Oportunidades				
0,90	0,05	0,09	0,18	0,36	0,72	0,72	0,36	0,18	0,09	0,05
0,70	0,04	0,07	0,14	0,28	0,56	0,56	0,28	0,14	0,07	0,04
0,50	0,03	0,05	0,10	0,20	0,40	0,40	0,20	0,10	0,05	0,03
0,30	0,02	0,03	0,06	0,12	0,24	0,24	0,12	0,06	0,03	0,02
0,10	0,01	0,01	0,02	0,04	0,08	0,08	0,04	0,02	0,01	0,01
	0,05	0,10	0,20	0,40	0,80	0,80	0,40	0,20	0,10	0,05

Impacto (escala de relación) sobre un objetivo (por ejemplo, coste, tiempo, alcance o calidad)

Cada riesgo es clasificado de acuerdo con su probabilidad de ocurrencia y el impacto sobre un objetivo en caso de que ocurra. Los umbrales de la organización para riesgos bajos, moderados o altos se muestran en la matriz y determinan si el riesgo es calificado como alto, moderado o bajo para ese objetivo.

Figura 12: Matriz de probabilidad e impacto. El área gris oscuro representa un riesgo alto; el área gris intermedio representa un riesgo bajo; y el área gris claro representa un riesgo moderado.[29].

Como salida de este proceso, se actualiza el Registro de Riesgos.

Análisis cuantitativo de riesgos

Las entradas de este proceso son las mismas que en el análisis cualitativo, pero sumando el Plan de Gestión del Proyecto, que incluye

- Plan de gestión del cronograma del proyecto. El plan de gestión del cronograma del proyecto establece el formato y los criterios para desarrollar y controlar el cronograma del proyecto.
- Plan de gestión de costes del proyecto. El plan de gestión de costes del proyecto establece el formato y los criterios para planificar, estructurar, estimar, preparar el presupuesto y controlar los costes del proyecto.

Las herramientas y técnicas de este proceso se dividen en dos grupos.

1. Técnicas de Recopilación y Representación de Datos

- **Entrevistas.** Las técnicas de entrevista se usan para cuantificar la probabilidad y el impacto de los riesgos sobre los objetivos del proyecto.
- **Distribuciones de probabilidad.** Las distribuciones continuas de probabilidad representan la incertidumbre de los valores, como las duraciones de las actividades del cronograma y los costes de los componentes del proyecto.
- **Juicio de expertos.** Expertos en la materia internos o externos a la organización, como expertos en ingeniería o en estadística, validan los datos y las técnicas.

2. Técnicas de Análisis Cuantitativo de Riesgos y de Modelado

- **Análisis de sensibilidad.** El análisis de sensibilidad ayuda a determinar qué riesgos tienen el mayor impacto posible sobre el proyecto.
- **Análisis del valor monetario esperado.** Es un concepto estadístico que calcula el resultado promedio cuando el futuro incluye escenarios que pueden ocurrir o no (es decir, análisis con incertidumbre).
- **Análisis mediante árbol de decisiones.** Se estructura usando un diagrama de árbol de decisiones que describe una situación que se está considerando, y las implicaciones de cada una de las opciones disponibles y los posibles escenarios.
- **Modelado y simulación.** Una simulación de proyecto usa un modelo que traduce las incertidumbres especificadas a un nivel detallado del proyecto en su impacto posible sobre los objetivos del proyecto.

Finalmente, las salidas de este análisis son actualizaciones del Registro de Riesgos, que incluyen un análisis probabilístico del proyecto, probabilidad de lograr los objetivos de coste y tiempo, una lista priorizada de riesgos cuantificados y las tendencias en los resultados del análisis cuantitativo de riesgos.

2.16. Análisis de Rentabilidad

El análisis de rentabilidad es un proceso mediante el cual se evalúa la capacidad de una inversión, proyecto o empresa para generar ganancias en relación con los recursos utilizados. Este análisis es fundamental para los inversores, gerentes y accionistas, ya que les permite tomar decisiones informadas sobre la asignación de recursos y la viabilidad de una empresa o proyecto.

Flujo de caja descontado (VAN)

Según la Revista Mexicana de Agronegocios [44] es el valor que actualiza, mediante una tasa de descuento prefijada, el flujo de beneficios netos (beneficios totales y costos totales) generados por el proyecto de inversión. Este criterio toma como aceptable un proyecto si el flujo de caja descontado neto total es mayor a cero.

El VAN representa la ganancia adicional actualizada que genera el proyecto por encima de la tasa de descuento. La fórmula para obtener el VAN es:

$$\text{VAN} = \sum_{t=1}^T B_t \cdot (1+r)^{-t} - \sum_{t=1}^T C_t \cdot (1+r)^{-t}$$

Donde

- B_t = beneficios en el período t del proyecto
- C_t = costos en el período t del proyecto
- r = tasa de actualización
- t = período actual
- $(1+r)^{-t}$ = factor de actualización

Tiempo de retorno de la inversión (TRI)

En muchos proyectos, con escenarios a largo plazo impredecibles, o con alta probabilidad de que el escenario a futuro cambie, toma importancia el tiempo de recupero de la inversión. Este valor resulta de determinar el valor de K tal que

$$E_0 + \sum_{t=1}^K B_t \cdot (1+r)^{-t} - \sum_{t=1}^K C_t \cdot (1+r)^{-t} = 0$$

Donde

- E_0 inversión inicial del proyecto
- K = tiempo de retorno de la inversión
- B_t = beneficios en el período t del proyecto
- C_t = costos en el período t del proyecto
- r = tasa de actualización
- t = período actual
- $(1 + r)^{-t}$ = factor de actualización

Tasa interna de retorno (TIR)

La TIR económica de un proyecto es la tasa de actualización que hace que el valor actualizado de la corriente de beneficios se iguale al valor actualizado de la corriente de costos. La TIR se calcula por tanteo o interpolación, buscando la tasa de actualización donde los flujos de fondos actualizados se aproximen a cero, debiendo ser uno positivo y el otro negativo, y la diferencia entre las tasas debe ser de cinco puntos porcentuales como máximo para tener el mínimo error en el resultado [44].

$$\sum_{t=1}^T B_t \cdot (1 + \mathbf{TIR})^{-t} - \sum_{t=1}^T C_t \cdot (1 + \mathbf{TIR})^{-t} = 0$$

Donde

- B_t = beneficios en el período t del proyecto
- C_t = costos en el período t del proyecto
- TIR = tasa de interna de retorno
- t = período actual
- $(1 + r)^{-t}$ = factor de actualización

2.17. Concepto y modelo de QFD

Madu [33] explica que “*Quality Function Deployment* (QFD) implica escuchar la ‘voz del cliente’ y traducir sistemáticamente los requisitos de los clientes a través de cada fase de la etapa de desarrollo del producto como requisitos que el producto debe cumplir. [...] El enfoque de QFD es maximizar los recursos y minimizar el desperdicio.”

Hauser [26], por otro lado, define a la QFD como “[...] una metodología de desarrollo de productos cuyo objetivo es “desplegar” la Voz del Cliente durante todo el proceso de desarrollo del producto”.

Además, Villamil [52] señala que “La meta final de cualquier diseño es la satisfacción del cliente. Por ello, una de las tareas más importantes es conocer y considerar desde el comienzo del desarrollo quién va a ser el usuario, cuáles son sus expectativas y con qué productos se debe competir, y relacionar esto con las características para el diseño. A este fin se han propuesto diversas herramientas, siendo la casa de calidad una de las más importantes surgidas en los últimos años.”

Beneficios de QFD

Madu [33] y *The QFD Handbook*[43] listan los siguientes beneficios de la QFD:

- Alta aceptación del mercado del producto.
- Reducción en el tiempo de ciclo de diseño.
- Aumento de la competitividad.
- Reducción en los cambios de diseño.
- Reducción en el costo de producción.
- Mejora en la eficiencia.
- Mejora en la moral de los trabajadores.
- Aumenta la satisfacción del cliente
- Facilita el trabajo en equipo multidisciplinario
- Proporciona una base para la planificación de mejoras
- Establece y mantiene la documentación (la memoria de las decisiones del equipo)
- Crea un almacén transferible de conocimiento de ingeniería
- Fomenta la transferencia de capacitación a otros proyectos por parte de los miembros del equipo

Modelo Kano

El modelo de Kano sirve para entender el papel que tienen las distintas necesidades en la satisfacción del cliente [45]. De acuerdo con este modelo, las necesidades se clasifican en explícitamente formulados; los implícitos, y normalmente esperados

por el cliente, y considerados obvios. Los impensados y desconocidos por el usuario, pero cuya disponibilidad le entusiasma. En la figura 13 se puede ver un gráfico demostrando el modelo Kano.

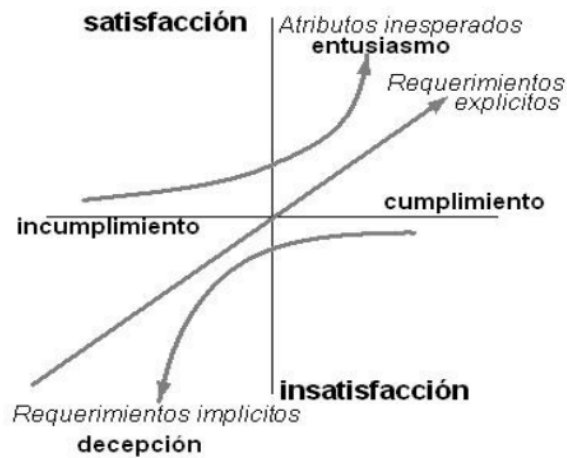


Figura 13: Modelo Kano extraído de Villamil[52].

Casa de calidad

Para una mayor comprensión de los datos obtenidos mediante el análisis, se suele generar un esquema llamado casa de calidad, este nombre viene dado por la forma que toma el esquema. Este se compone generalmente de 6 áreas principales.

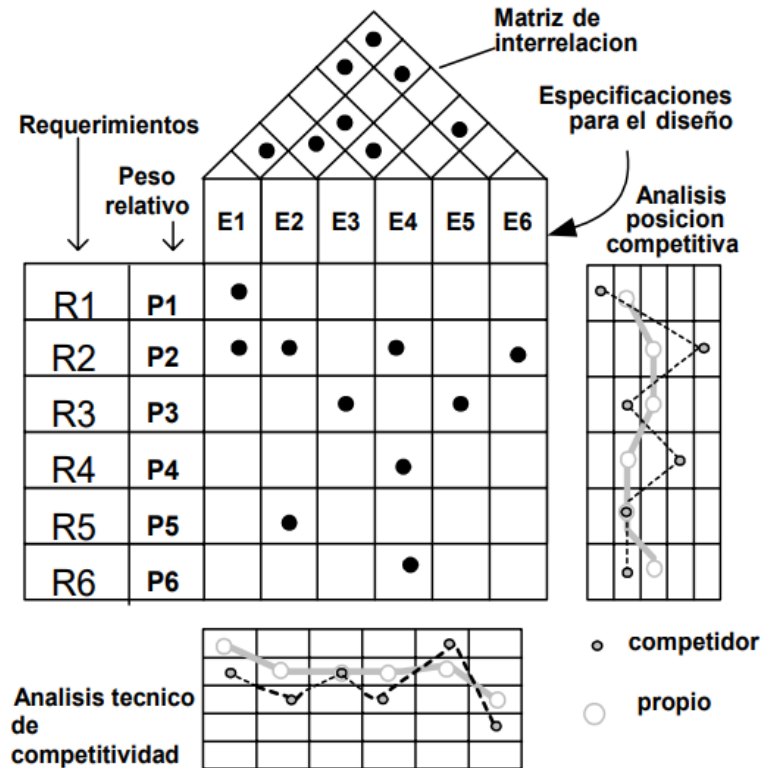


Figura 14: Gráfico de casa de calidad extraído de Villamil[52].

El corazón de esta casa de calidad es la matriz del centro, esta se compone por los requerimientos (R_i) en sus filas y cada una tiene un peso (P_i), que representa la importancia para el cliente. En las columnas se encuentran las especificaciones (E_i) que muestran los componentes usados para atender a los requerimientos. Estos requerimientos R_i se relacionan con las especificaciones mediante puntos, como es en este caso, o un puntaje de importancia que suele ir desde 1 al 5 o 1 al 10.

En la parte superior aparece un triángulo (el techo de la casa) que interrelaciona a las especificaciones E_i , en algunos casos esta relación se denota mediante + o -, indicando que es perjudicial o ventajosa, respectivamente.

En la parte derecha se tiene un gráfico que compara como satisface los requerimientos del producto de la propia empresa contra el producto de una empresa rival, este análisis se hace desde el punto de vista del cliente, por lo que es un análisis más general y no tan técnico.

Por último, debajo de la matriz, se encuentra un gráfico que compara las espe-

cificaciones técnicas del producto propio y del rival. Este es un análisis técnico y cuantitativo hecho por expertos.

Como señalan Hauser y sus colaboradores, “Una vez completada, esta matriz relaciona deseos y necesidades del cliente (la Voz del Cliente, o VOC) a un amplio conjunto de Características del producto. Se desarrolla un conjunto de métricas para medir qué tan bien cualquier conjunto dado de Las características del producto satisfacen las necesidades del cliente. Estas métricas se utilizan luego para identificar y priorizar las especificaciones de diseño del producto”

Sobre esto, Villamil agrega que “Con esto (la matriz HoQ) es posible generar una segunda tabla en la cual se evalúa la posición propia frente a los competidores en relación a los requerimientos que plantea el usuario”.

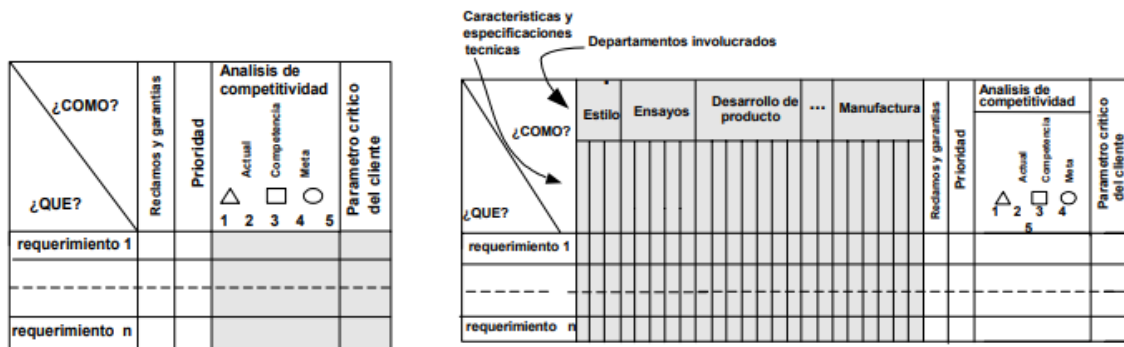


Figura 15: Matrices de posicionamiento frente a la competencia y de interrelación entre características, respectivamente. Extraídas de Villamil [52].

3. Gestión de Riesgos

3.1. PFMEA

Según la guía PMBOK [29], los Procesos de Gestión de los Riesgos del Proyecto incluyen lo siguiente:

1. **Planificación de la Gestión de Riesgos:** decidir cómo enfocar, planificar y ejecutar las actividades de gestión de riesgos para un proyecto.
2. **Identificación de Riesgos:** determinar qué riesgos pueden afectar al proyecto y documentar sus características.
3. **Análisis Cualitativo de Riesgos:** priorizar los riesgos para realizar otros análisis o acciones posteriores, evaluando y combinando su probabilidad de

ocurrencia y su impacto.

4. **Análisis Cuantitativo de Riesgos:** analizar numéricamente el efecto de los riesgos identificados en los objetivos generales del proyecto.
5. **Planificación de la Respuesta a los Riesgos:** desarrollar opciones y acciones para mejorar las oportunidades y reducir las amenazas a los objetivos del proyecto.
6. **Seguimiento y Control de Riesgos:** realizar el seguimiento de los riesgos identificados, supervisar los riesgos residuales, identificar nuevos riesgos, ejecutar planes de respuesta a los riesgos y evaluar su efectividad a lo largo del ciclo de vida del proyecto.

Planificación de la Gestión de Riesgos

La Planificación de la Gestión de Riesgos es el proceso de decidir cómo abordar y llevar a cabo las actividades de gestión de riesgos de un proyecto. Debe completarse en las fases tempranas de la planificación del proyecto, dado que es crucial para realizar con éxito los demás procesos de gestión de riesgos.

Es un proceso que tiene cuatro entradas:

1. **Factores Ambientales de la Empresa:** Las actitudes respecto al riesgo y la tolerancia al riesgo de las organizaciones y las personas involucradas en el proyecto influirán en el plan de gestión del proyecto. Las actitudes y tolerancias respecto al riesgo pueden expresarse en enunciados de política o revelarse en acciones.
2. **Activos de los Procesos de la Organización:** Las organizaciones pueden tener enfoques predefinidos para la gestión de riesgos, tales como categorías de riesgo, definiciones comunes de conceptos y términos, plantillas estándar, roles y responsabilidades, y niveles de autoridad para la toma de decisiones.
3. **Enunciado del Alcance del Proyecto:** Explicado en la sección 2.14.
4. **Plan de Gestión del Proyecto:** Que incluye las acciones necesarias para definir, integrar y coordinar todos los planes subsidiarios en un plan de gestión del proyecto.

La única herramienta disponible para este proceso son las Reuniones de Planificación y Análisis.

Los equipos del proyecto celebran reuniones de planificación para desarrollar el plan de gestión de riesgos. A estas reuniones pueden asistir, entre otros, el director del

proyecto, miembros del equipo del proyecto e interesados en el proyecto seleccionados, cualquiera de la organización con responsabilidad de gestionar las actividades de planificación y ejecución de riesgos, y otras personas según sea necesario. En estas reuniones se definen los planes básicos para llevar a cabo las actividades de gestión de riesgos. Se desarrollarán los elementos de coste del riesgo y las actividades del cronograma para incluirlos en el presupuesto y el cronograma del proyecto, respectivamente. Se asignarán las responsabilidades respecto al riesgo. Las plantillas generales de la organización para las categorías de riesgo y las definiciones de términos como los niveles de riesgo, la probabilidad por tipo de riesgo, el impacto por tipo de objetivo, y la matriz de probabilidad e impacto se adaptarán para el proyecto específico.

Las salidas de estas actividades se resumirán en el plan de gestión de riesgos.

Este plan describe cómo se estructurará y realizará la gestión de riesgos en el proyecto. Pasa a ser un subconjunto del plan de gestión del proyecto. El plan de gestión de riesgos incluye lo siguiente:

1. Metodología. Define los métodos, las herramientas y las fuentes de información que pueden utilizarse para realizar la gestión de riesgos en el proyecto.
2. Roles y responsabilidades. Define el líder, el apoyo y los miembros del equipo de gestión de riesgos para cada tipo de actividad del plan de gestión de riesgos, asigna personas a estos roles y explica sus responsabilidades.
3. Preparación del presupuesto. Asigna recursos y estima los costes necesarios para la gestión de riesgos a fin de incluirlos en la línea base de coste del proyecto.
4. Periodicidad. Define cuándo y con qué frecuencia se realizará el proceso de gestión de riesgos durante el ciclo de vida del proyecto, y establece las actividades de gestión de riesgos que se incluirán en el cronograma del proyecto.
5. Categorías de riesgo. Proporciona una estructura que garantiza un proceso completo de identificación sistemática de los riesgos con un nivel de detalle uniforme, y contribuye a la efectividad y calidad de la Identificación de Riesgos. Una organización puede usar una categorización de riesgos típicos preparada previamente. Una estructura de desglose del riesgo (RBS) es uno de los métodos para proporcionar dicha estructura, pero también se puede utilizar un listado de los diversos aspectos del proyecto. Las categorías de riesgo pueden revisarse durante el proceso Identificación de Riesgos. Una buena práctica es revisar las categorías de riesgo durante el proceso Planificación de la Gestión de Riesgos antes de usarlas en el proceso Identificación de Riesgos. Es posible que sea necesario adaptar, ajustar o extender las categorías de riesgo basadas

en proyectos anteriores a las nuevas situaciones, antes de que dichas categorías puedan utilizarse en el proyecto actual.

6. Definiciones de probabilidad e impacto de los riesgos. La calidad y credibilidad del proceso Análisis Cualitativo de Riesgos requiere que se definan distintos niveles de probabilidades e impactos de los riesgos. Las definiciones generales de los niveles de probabilidad e impacto se adaptan a cada proyecto individual durante el proceso Planificación de la Gestión de Riesgos para usarlas en el proceso Análisis Cualitativo de Riesgos
7. Matriz de probabilidad e impacto. Los riesgos se priorizan según sus posibles implicaciones para lograr los objetivos del proyecto. El método típico para priorizar los riesgos es utilizar una tabla de búsqueda o una Matriz de Probabilidad e Impacto. La organización suele establecer las combinaciones específicas de probabilidad e impacto que llevan a que un riesgo sea calificado como de importancia “alta”, “moderada” o “baja”, con la correspondiente importancia para planificar respuestas al riesgo. Se las revisa y se las puede adaptar para el proyecto específico durante el proceso Planificación de la Gestión de Riesgos.
8. Tolerancias revisadas de los interesados. Las tolerancias de los interesados pueden revisarse en el proceso Planificación de la Gestión de Riesgos, ya que se aplican al proyecto específico.
9. Formatos de informe. Describe el contenido y el formato del registro de riesgos, así como de cualquier otro informe de riesgos que se requiera. Define cómo se documentarán, analizarán y comunicarán los resultados de los procesos de gestión de riesgos.
10. Seguimiento. Documenta cómo todas las facetas de las actividades de riesgo serán registradas para beneficio del proyecto actual, para futuras necesidades y para las lecciones aprendidas. Documenta si serán auditados los procesos de gestión de riesgos y cómo se realizaría dicha auditoría.

Identificación de Riesgos

La guía PMBOK [29] define a la Identificación de Riesgos como un proceso iterativo porque se pueden descubrir nuevos riesgos a medida que el proyecto avanza a lo largo de su ciclo de vida.

Según Cabrera y Andrés [6], la identificación del riesgo implica la identificación de todos los posibles riesgos y circunstancias que pueden afectar a la organización, así como las condiciones que dan lugar a dichos riesgos y oportunidades. La identificación de riesgos, por lo tanto, facilita el estudio eficiente de áreas y actividades donde los recursos organizacionales están en riesgo, afectando su capacidad para alcanzar

sus objetivos comerciales. Para llevar a cabo la identificación de manera eficiente, se debe contar con la documentación principal del proyecto:

- El acta de constitución del proyecto.
- La declaración del alcance.
- El plan de gestión del proyecto (incluida la estructura de desglose del trabajo).

Sin estos elementos como marco de referencia, es difícil evaluar los riesgos de un proyecto de manera efectiva.

Existen varias herramientas y técnicas de recopilación de información utilizadas para la identificación de riesgos, entre ellas se encuentran:

- **Revisiones de Documentación:** revisar la documentación del proyecto, como planes y archivos anteriores, puede revelar riesgos al evaluar la calidad y consistencia con los requisitos y asunciones del proyecto.
- **Brainstorming** (tormenta de ideas): El objetivo del brainstorming es obtener una lista completa de los riesgos del proyecto. Este proceso lo realiza el equipo del proyecto, a menudo con expertos externos, bajo la dirección de un facilitador. Utilizando categorías de riesgo como marco, se identifican y categorizan los riesgos, refinando sus definiciones.
- **Técnica Delphi:** La técnica Delphi busca alcanzar el consenso entre expertos de manera anónima. Un facilitador envía un cuestionario para identificar riesgos importantes del proyecto. Las respuestas se resumen y se reenvían a los expertos para comentarios adicionales. Este proceso se repite varias veces hasta lograr el consenso. La técnica Delphi reduce sesgos y evita influencias indebidas en los resultados.
- **Entrevistas:** Entrevistar a participantes experimentados, interesados y expertos en la materia es útil para identificar riesgos. Las entrevistas son una de las principales fuentes de recopilación de datos para este propósito.
- **Técnicas de Diagramación:** como diagramas de causa y efecto, diagramas de flujo, diagrama de influencias, etc.

Planificación de la Respuesta a los Riesgos

El propósito y objetivos del proceso planificar respuestas a los riesgos: es determinar un conjunto de acciones las cuales mejoren las oportunidades de éxito del proyecto y que a la vez cumplan con las restricciones organizacionales y del proyecto que sean aplicables. Es decir, el planeamiento implica acuerdo sobre las acciones a tomar

y sobre los potenciales cambios que estas acciones puedan causar al presupuesto, cronograma, recursos, alcance. [13]

A cada riesgo se le debe asignar un propietario del riesgo y éste es el responsable de asegurar que la respuesta al riesgo sea efectiva y de planear respuestas adicionales si se requieren.

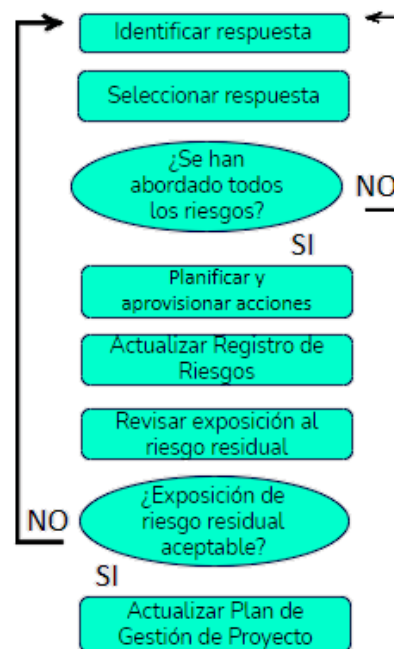


Figura 16: Pasos involucrados en el Planeamiento de Respuestas a Riesgos. Basado en Dharma Consulting [13].

Las respuestas, cuando son implantadas, pueden tener efectos potenciales en los objetivos del proyecto y, como tales, pueden generar riesgos adicionales. Estos son conocidos como riesgos secundarios y tienen que ser analizados y planificados de la misma manera que los que fueron identificados inicialmente.

Todas las acciones aprobadas que emergieron del planeamiento de respuestas se deben integrar en el Plan para la Dirección del Proyecto para asegurarse que serán llevadas a cabo como parte del proceso normal de implantación del proyecto.

Existe un rango de factores que son importantes para el éxito del proceso Planificar Respuestas a los Riesgos, y están descritas en la figura 17 a continuación,

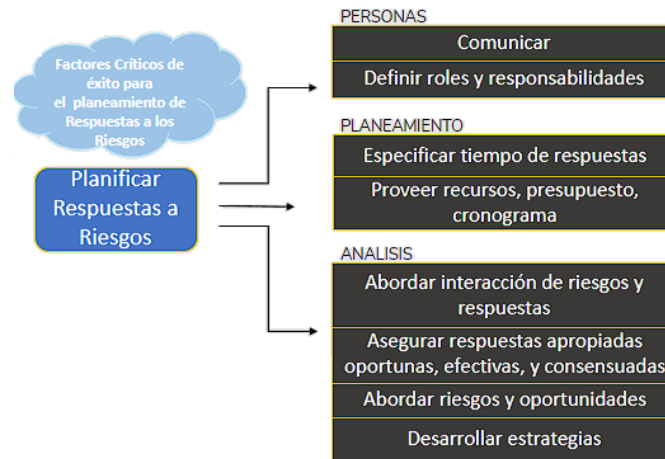


Figura 17: Factores críticos de éxito para el Planeamiento de Respuestas a los Riesgos. Basado en Dharma Consulting [13].

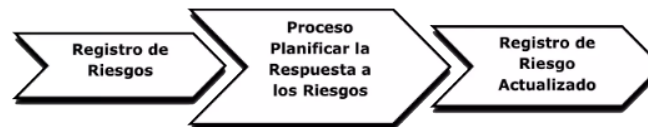


Figura 18: Descripción general del proceso. Basado en Dharma Consulting [13].

ENTRADAS

1. Plan de gestión de riesgos: El registro de riesgos proporciona la lista de riesgos analizados que requieren una respuesta. Estos riesgos pueden contener posibles respuestas documentadas, causas y riesgos que requieren una respuesta de corto plazo.
2. Registro de riesgos: Este plan proporciona actividades de riesgo, directrices para establecer reservas, niveles de tolerancia de riesgo de los interesados y umbrales de niveles de riesgo altos, moderados y bajos.

HERRAMIENTAS Y TÉCNICAS

1. Estrategias para riesgos negativos o amenazas:
 - Evitar: Es donde la probabilidad de un riesgo negativo es bajada a cero. Esto significa garantizar que no ocurrirá. literalmente evitarlo. Por ejemplo, alterar los planes para evitar el riesgo o extender el cronograma,

cambiar la estrategia, reducir el alcance (si es temprano en el proyecto) aclarar los requisitos, obtener información, mejorar la comunicación o adquirir conocimiento. Cuando sea posible y factible, deben evitarse los riesgos negativos.

- Mitigar: Es donde la probabilidad o el impacto se reducen a un nivel que sea aceptable para los interesados. Típicamente, la mitigación se lleva a cabo cuando evitar el riesgo no es posible que sea factible.
- Transferir: Significa trasladar algunos o toda la responsabilidad y gestión del riesgo a un tercero. No altera el impacto o la probabilidad.
- Aceptar: Significa aceptar el riesgo y no hacer nada con respecto a ello. Hay dos tipos de aceptación: Pasiva (no hacer nada sobre el riesgo, ni prepararse para las consecuencias de un riesgo si fueran a ocurrir) y Activa (prepararse para las consecuencias de un riesgo estableciendo Reservas de Contingencias).

2. Estrategias para riesgos positivos u oportunidades:

- Explotar: Esta estrategia garantiza que la oportunidad se realizara, buscando eliminar la incertidumbre asociada con un riesgo del lado positivo en particular. Cuando sea posible y factible, los riesgos positivos deben ser explotados.
- Compartir: Implica integrarse con un tercero mejor capacitado para capturar la oportunidad. Por ejemplo, formar asociaciones de riesgo conjunto, equipos, empresas con finalidades especiales o uniones temporales de empresas, con la finalidad de gestionar oportunidades.
- Mejorar: En esta estrategia es donde se incrementa la probabilidad y el impacto del riesgo a un nivel que es deseable por los interesados. Se usa cuando la estrategia Explotar no es posible o factible.

3. Estrategia común ante amenazas y oportunidades:

- Aceptar: Se utiliza de la misma manera en cuanto a Riesgo Negativos.

4. Estrategias de respuesta para contingencias: Algunas respuestas están diseñadas para ser usadas únicamente si tienen lugar determinados eventos. Para algunos riesgos, resulta adecuado que el equipo del proyecto prepare un plan de respuesta que solo se ejecutará bajo determinadas condiciones predefinidas, si se cree que habrá suficientes señales de advertencia para implementar el plan. Los eventos que disparan la respuesta para contingencias, como no cumplir con hitos intermedios o ganar una prioridad más alta con un proveedor, deben

ser definidos y seguidos.

SALIDAS

1. Registro de riesgos (actualizaciones):
 - Estrategias de respuesta acordadas y acciones necesarias para aplicarlas.
 - Disparadores de riesgos y señales de advertencia.
 - Planes de Contingencia.
 - Reservas de Contingencias.
 - Planes de reserva, que son planes secundarios que son usados cuando el plan inicial no es efectivo.
 - Riesgos residuales, que incluye restos de riesgos.
 - Y riesgos secundarios, que son los nuevos riesgos que resultan de la aplicación de la respuesta.
2. Plan de gestión del proyecto (actualizaciones): se actualiza a medida que se añaden actividades de respuesta después de la revisión y disposición a través del proceso Control Integrado de Cambios.
3. Acuerdos contractuales relacionados con el riesgo: Se pueden preparar acuerdos contractuales, como acuerdos por seguros, servicios y otros temas, según corresponda, para especificar la responsabilidad de cada parte en cuanto a los riesgos específicos, en caso de que ocurran.

Seguimiento y Control de Riesgos

El seguimiento y control de riesgos es un proceso esencial en la gestión de proyectos que implica la implementación de planes de respuesta, monitoreo de riesgos identificados, evaluación de riesgos residuales y la identificación de nuevos riesgos. Este proceso asegura que las estrategias para mitigar riesgos sean efectivas y se ajusten según sea necesario durante la ejecución del proyecto.

El objetivo de este proceso activo es el de:

1. Identificación Continua: Se debe realizar un seguimiento constante de los riesgos a través de lecciones aprendidas de proyectos anteriores, listas de verificación y reuniones con interesados clave.
2. Evaluación y Priorización: Utilizar matrices de probabilidad e impacto para evaluar y priorizar los riesgos, determinando cuáles requieren mayor atención.

3. Respuesta a los Riesgos: Tomar acciones rápidas y adecuadas en beneficio a los objetivos preestablecidos del proyecto.

El IEP[15] agrega a este último punto, Respuesta a los riesgos, que hay 4 estrategias generales para afrontar un riesgo:

- Evitar: consiste en cambiar las condiciones originales de realización del proyecto
- Transferencia: se trata de traspasar la responsabilidad del riesgo a un tercero
- Reducción o mitigación: se disminuye el riesgo mediante diversificación de inversión o reducción de la probabilidad.
- Aceptación: en caso de no evitar, no transferir, no atenuar el riesgo, o el riesgo es tal que no merece la pena adoptar respuesta alguna, se puede optar por aceptar el riesgo.

Dependiendo de la posibilidad y el impacto que conlleve cada riesgo, se genera una gráfica con distintas áreas para visualizar la toma de decisiones, esto varía dependiendo del proyecto y sus objetivos, pero un ejemplo de esta es

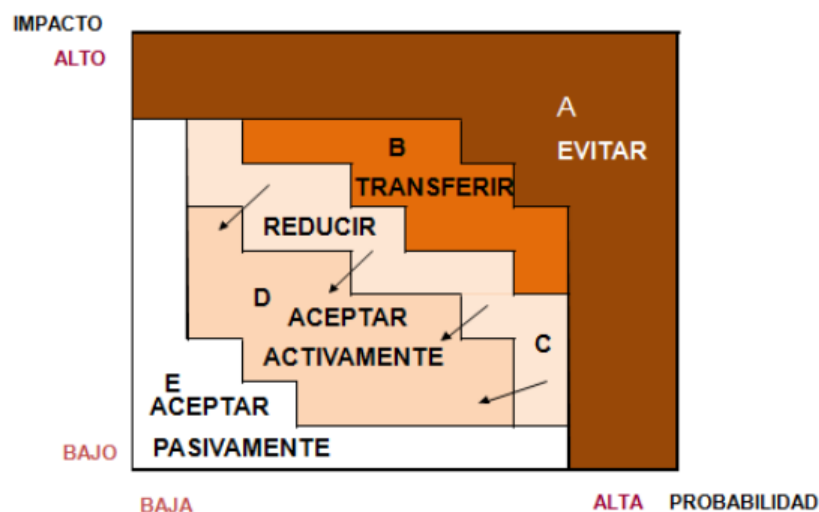


Figura 19: Gráfico de estrategia de riesgos. Extraído de IEP [15]

Hay diversas herramientas para conseguir un buen control de los riesgos, pero el IEP [15] destaca los siguientes:

1. Revisión del desempeño del proyecto

2. Estado de las premisas: Revisión del cumplimiento de las premisas establecidas en la planificación.
3. Seguimiento de los planes de respuesta y riesgos residuales
4. Auditoría de riesgos: Examina y documenta la efectividad de las acciones de respuesta al riesgo para lidiar con los riesgos y sus causas raíces.
5. Actualización del registro de riesgos
6. Comunicación de gestión de riesgos: Los resultados del seguimiento de los riesgos deben comunicarse a los implicados, siguiendo el plan de comunicaciones del proyecto.

Por último, es fundamental resaltar que el seguimiento y control de riesgos no solo protege el proyecto de posibles amenazas, sino que también maximiza las oportunidades para su éxito. Un enfoque proactivo y consistente en el seguimiento de los riesgos asegura que el equipo del proyecto esté preparado para enfrentar cualquier eventualidad, minimizando sorpresas y permitiendo una respuesta rápida y efectiva. Además, la implementación de herramientas y técnicas adecuadas facilita una toma de decisiones informada, lo que incrementa la probabilidad de alcanzar los objetivos del proyecto de manera eficiente y efectiva. Así, el seguimiento y control de riesgos se convierte en un pilar esencial para la gestión exitosa de cualquier proyecto, contribuyendo significativamente a su éxito global.

3.2. FMEA

Según Villamil [52] el FMEA (*failure mode and effects analysis*), es un método inductivo que parte de acontecimientos elementales, falla de un dado elemento, y busca determinar las consecuencias de tal evento. Además, agrega que es una herramienta preventiva usada en el diseño de los productos y de los procesos de manufactura. Su finalidad es asegurar desde el inicio del desarrollo que los objetivos de calidad, fiabilidad y seguridad sean consistentes con los requerimientos del cliente.

Con los FMEAs se busca:

- Incrementar la fiabilidad del producto.
- Reducir los costos de garantía y de compromiso frente a los clientes.
- Acortar los tiempos de desarrollo.
- Lograr una menor susceptibilidad a fallas durante el arranque de la producción seriada.
- Lograr una manufactura más económica.

- Mejorar el servicio postventa.

Sharma y Srivastava [47] clasifican a la FMEA en tres categorías según la naturaleza de su aplicación:

- **FMEA de concepto (CFMEA)**: se utiliza para analizar el concepto en las etapas tempranas antes de que se defina el hardware (generalmente a nivel de sistema y subsistema). Se enfoca en los modos de falla potenciales asociados con las funciones propuestas de una propuesta de concepto. Este tipo de FMEA incluye la interacción de múltiples sistemas y la interacción entre los elementos de un sistema en las etapas de concepto.
- **FMEA de diseño (DFMEA)**: tiene el propósito de identificar y prevenir modos de falla en los productos que estén relacionados con su diseño, para validar los parámetros de diseño establecidos para un nivel específico de rendimiento funcional, a nivel de sistema, subsistema o componente. La función más importante de este tipo de FMEA es la identificación en las primeras etapas del desarrollo del diseño de los modos de fallos potenciales para eliminar sus efectos, seleccionar la variante de diseño óptima y desarrollar una base documental para respaldar futuros diseños con el fin de minimizar los riesgos de que productos defectuosos lleguen a los clientes.
- **FMEA de proceso (PFMEA)**: se centra en los modos de fallos potenciales del proceso que son causados por deficiencias en el proceso de fabricación o ensamblaje. El FMEA de proceso tiene dos tipos: el FMEA de fabricación y el FMEA de ensamblaje. En el FMEA de fabricación, los modos de falla son generalmente dimensionales o visuales, mientras que en el FMEA de ensamblaje estos son generalmente dimensiones relacionales, piezas faltantes o piezas ensambladas incorrectamente.

Según la revista Clínica Electrónica en Atención Primaria [7] la denominación de FMEA proviene de las tres preguntas que se plantean resolver con esta metodología:

- ¿Qué puede fallar? = Modo de fallos.
- ¿Por qué puede ocurrir? = Causas de fallos.
- ¿Qué consecuencias puede producir el fallo? = Efectos de fallo.

La aplicación de la metodología de FMEA está estructurada en una serie de pasos para garantizar el éxito de la aplicación de la herramienta de análisis:

Como paso cero, se debe identificar el servicio, proceso, tarea o protocolo que queremos analizar.

1. Crear el equipo de trabajo.

2. Establecer el tipo de FMEA que se quiere realizar. El objetivo de este análisis y sus límites.
3. Clarificar dentro del grupo de trabajo cuáles son las prestaciones o las funciones o tareas del servicio o producto que queremos analizar. Es decir, dónde empieza y dónde acaba el análisis.
4. Identificar los modos de fallo.
5. Identificar los efectos de fallo.
6. Identificar las causas de fallo.
7. Identificar los sistemas de control actuales o análisis de las barreras existentes.
8. Calcular el NPR: pondera la gravedad o trascendencia del riesgo (G), la frecuencia de aparición (A) y la posibilidad de detección de dicho riesgo (D).
9. Plantear acciones de mejora para cada fallo y recalcular el NPR.
10. Elaborar un plan con las acciones de mejora seleccionadas.

1. Crear el equipo de trabajo

Formar un equipo multidisciplinar es esencial para el éxito del FMEA. Este equipo debe incluir personas con experiencia en el área a analizar, un facilitador y un coordinador. Los miembros del equipo aportan diversos puntos de vista y conocimientos. La combinación de expertos y no expertos puede suscitar un análisis crítico de los procesos. El facilitador ayuda al grupo a realizar las tareas necesarias y se asegura de que el equipo funcione de manera eficiente.

2. Establecer el tipo de FMEA a realizar

Definir claramente el objetivo del análisis y sus límites. Esto implica decidir qué se va a analizar (un servicio, proceso, tarea o producto específico) y establecer los límites del análisis. El equipo debe tener una comprensión compartida del propósito del FMEA y de lo que se espera lograr.

3. Clarificar las prestaciones o funciones del producto/servicio/proceso a analizar

Especificar detalladamente las funciones y prestaciones del servicio o proceso a analizar. Esto incluye determinar los límites del análisis, es decir, dónde empieza y dónde acaba el proceso. En esta etapa, el equipo debe entender completamente el proceso y las interacciones entre sus diferentes componentes.

4. Identificar los modos de fallo

Listar todos los posibles modos en que el servicio, proceso o producto puede fallar. Esto implica considerar todas las formas en que las cosas pueden salir mal. Cada modo de fallo debe ser claramente descrito para asegurar que todos los miembros del equipo entiendan a qué se refiere.

5. Identificar los efectos de fallo

Describir las consecuencias de cada modo de fallo. Los efectos pueden variar desde menores inconvenientes hasta fallos catastróficos. Es crucial entender el impacto potencial de cada fallo para priorizar adecuadamente las acciones de mitigación.

6. Identificar las causas de fallo

Determinar las razones específicas por las cuales pueden ocurrir los fallos. Esto puede incluir errores humanos, fallos del sistema, problemas de diseño, etc. Comprender las causas subyacentes es esencial para desarrollar estrategias efectivas de prevención.

7. Identificar los sistemas de control actuales

Evaluar los controles y barreras existentes que están diseñados para prevenir los fallos. Estos pueden incluir procedimientos operativos estándar, sistemas de monitoreo, capacitación del personal, etc. Analizar la eficacia de estos controles es fundamental para identificar brechas y áreas de mejora.

8. Calcular el NPR (Número de Prioridad de Riesgo)

El NPR se calcula ponderando la gravedad (G), la frecuencia de aparición (A) y la posibilidad de detección (D) del fallo. El NPR se calcula como $NPR = G \times A \times D$. Este número ayuda a priorizar los fallos en función de su impacto potencial, frecuencia y capacidad de detección.

9. Plantear acciones de mejora

Proponer medidas específicas para reducir los riesgos asociados a cada fallo identificado. Estas acciones pueden incluir cambios en el diseño del proceso, mejoras en los controles existentes, capacitación adicional del personal, etc. Tras implementar las acciones de mejora, se debe recalcular el NPR para evaluar la eficacia de las medidas.

10. Elaborar un plan con las acciones de mejora seleccionadas

Desarrollar un plan de acción detallado que incluya todas las mejoras propuestas. Este plan debe definir claramente qué acciones se van a tomar, quién es responsable de implementarlas, y los plazos para su ejecución. El plan debe ser monitoreado y revisado regularmente para asegurar su implementación efectiva y ajustar las medidas según sea necesario.

4. *Design thinking*

Según Ortega y Ceballos [40] el *design thinking* es una manera de resolver problemas reduciendo riesgos y aumentando las posibilidades de éxito. Empieza centrándose en las necesidades humanas y, a partir de ahí, observa, crea prototipos y los prueba, consigue conectar conocimientos de diversas disciplinas (psicología, sociología, marketing, ingeniería...) para llegar a una solución humanamente deseable, técnicamente viable y económicamente rentable.

Según Castillo-Vergara [11] “*Design thinking* es una metodología que impregna todo el espectro de actividades de innovación con un espíritu de diseño centrado en el hombre. [...] Es un método de resolución de problemas, con un enfoque de solución creativa de problemas y procesos pertinentes.”

El Design Thinking tiene 5 etapas o pasos fundamentales:

- **Empatizar:** adquirir conocimientos básicos sobre los usuarios y sobre la situación o el problema en general, y lograr empatía con los usuarios mirándoles de cerca.
- **Definir:** crear un usuario típico para el cual se está diseñando una solución o producto.
- **Idear:** generar todas las ideas posibles.
- **Prototipar:** construir prototipos reales de algunas de las ideas más prometedoras.
- **Evaluar:** Aprender a partir de las reacciones de los usuarios a los distintos prototipos.

Existen varias herramientas a utilizar en el desarrollo de la metodología de Design Thinking, las mismas se pueden observar en la tabla 1.

Etapa	Herramienta
Empatía	Entrevista Focus Group Shadowing Fichas de Personas Perfiles de Segmentos de Clientes Mapa de Empatía Storyboards Mapa del Viaje del Cliente
Definir	Árbol de Problemas Curvas de Valor Mapa de Contexto
Idear	Brainstorming Mapa de Oferta
Prototipar	Prototipo Mockup Modelo de Negocios
Evaluar	Producto Pinocho La Lancha Testeo de Prototipo Testeo de Usabilidad de beta en Entorno Real

Tabla 1: Herramientas a utilizar en el desarrollo de la metodología de *Design Thinking* [11].

Entrevista: Realizar una serie de preguntas para averiguar aspectos relevantes del cliente. Es muy importante poder conectarse con el entrevistado y sus necesidades reales.

Focus Group: Consiste en la reunión de un grupo de personas, entre 6 y 12, con un moderador encargado de hacer preguntas y dirigir la discusión. Su labor es la de encauzar la discusión para que no se aleje del tema de estudio.

Shadowing: Consiste en salir a observar y registrar el comportamiento de clientes o potenciales clientes. Determinar cómo se comportan, desde la perspectiva de un observador.

Fichas de Personas: Son arquetipos contruidos después de una exhaustiva observación anterior de los usuarios potenciales. Cada personaje de ficción está basado en un perfil que reúne las características de un grupo social existente.

Perfiles de Segmentos de Clientes: Ofrecen una imagen clara y visible de los

diferentes tipos de usuarios que son el centro de las actividades de diseño.

Mapa de Empatía: Esta herramienta nos ayuda a profundizar en el segmento de clientes deseado, permitiendo centrarnos en su entorno, su comportamiento, preocupaciones y aspiraciones.

Storyboards: Herramienta derivada del cine, es la representación de casos de uso a través de una serie de dibujos o imágenes, juntos en una secuencia narrativa.

Mapa del Viaje del Cliente: Es un gráfico que describe el viaje de un usuario mediante la representación de los diferentes momentos de verdad que caracterizan su interacción con un servicio.

Árbol de Problemas: Comienza con un problema, luego se enumeran 3 razones de por qué se produce. Lo anterior se repite para cada razón enumerada.

Curvas de Valor: Útil para conocer en qué se diferencia una empresa del resto. En el eje de las abscisas (X) se distribuyen los factores competitivos de una industria. En el eje de las ordenadas (Y) la magnitud de cada factor.

Mapa de Contexto: Tiene como objetivo mostrarnos los factores externos, las tendencias y las fuerzas que rodean a la empresa, para lograr una visión sistemática del ambiente donde nos movemos.

Brainstorming: Proceso totalmente divergente y visual, donde se exploran diversas alternativas que pueden desafiar los supuestos convencionales.

Mapa de Oferta: El objetivo es describir de manera sintética lo que el servicio ofrece a sus usuarios. No hay un formato estándar para esta herramienta: la oferta se podría describir con palabras o podría ser ilustrado por imágenes o un gráfico.

Prototipo de Experiencia: Simula la experiencia del servicio, definiendo los momentos de verdad físicos con los usuarios. Permite experimentar el prototipo y probar la solución a través de la participación activa de los usuarios.

Prototipo de Servicios: Herramienta para probar el servicio mediante la observación de la interacción del usuario con un prototipo del servicio, puesto en el lugar, la situación y la condición en la que va a existir en realidad el servicio.

Mockup: Es un modelo, una ilustración o un collage que describe una idea. Al comienzo se realiza principalmente a través del uso de fotomontajes, creado con las fotos de las situaciones existentes, productos o servicios combinados con otros elementos.

Modelo de Negocios: Herramienta que tiene como objetivo visualizar los aspectos fundamentales para el funcionamiento de una empresa, donde la propuesta de valor

es el elemento de mayor importancia.

Producto Pinocho: Consiste en dar vida al producto y relacionarnos mejor con él. Transformarlo en un amigo que un consumidor querría llevarse a su casa. El juego tiene como objetivo establecer, refinar y hacer evolucionar las características del producto.

La Lancha: Busca identificar elementos que a nuestros clientes o usuarios no les gustan del producto o servicio. Evidencia que nos obstaculiza y nos impide llegar a la meta deseada.

Testeo de Prototipo No Funcional: Necesario para hacer que los usuarios puedan interactuar con el prototipo y obtener feedback en etapas incipientes de desarrollo (primeras iteraciones), principalmente para que los demás vean lo que queremos ofrecer.

Testeo de Prototipo Funcional: Necesario para hacer que los usuarios interactúen con el prototipo y obtener feedback en un entorno cerrado y controlado. Usado en etapas avanzadas de desarrollo (múltiples iteraciones).

Testeo de Usabilidad de Beta en Entorno Real: Necesario para testear el prototipo avanzado en un medio real. Usado en etapas finales de desarrollo, corresponde a la versión beta (ya se han logrado múltiples iteraciones).

Algunas características y ventajas de este proceso son, según Mootee [35]:

- **Está orientado a la acción:** Aplica el enfoque interdisciplinario de “actuar para aprender” e implica experimentar y considerar las diversas capacidades e intereses de las personas.
- **Está a gusto con el cambio:** Implica salirse de los roles tradicionales y abandonar los dogmas, con el fin de analizar metodologías nuevas para la resolución de problemas.
- **Es antropocéntrico:** se centra en las necesidades del cliente, incluidas aquellas “inexpresadas, insatisfechas y desconocidas”, basándose en la escucha y la observación.
- **Es un proceso constructivo dinámico:** Mediante este proceso, se percibe de nuevas maneras a los objetos cambiantes.
- **Fomenta la originalidad**
- **Integra disciplinas**
- **Potencia habilidades de comunicación**

- **Fomenta de la empatía**
- **Fomenta el pensamiento crítico**

5. Estructura para la redacción de documentos técnicos

Según García Villamil [52] “La misión del documento técnico tiene como objetivo servir de transmisor de información técnica. Durante la realización del documento es “clave” tener siempre presente a QUIEN va dirigido”.

Además, señala que “una primera jerarquía deberá desglosar en las siguientes partes:

- **Identificación:** (en portada o similar) Título, compañía, autores, año, versión, registros.
- **Prefacio:** Introducción general (se omite a veces).
- **Resumen:** En función de la extensión y naturaleza del documento.
- **Introducción:** Planteamiento general. Objeto del documento. Alcance. Historia. Antecedentes. Justificación.
- **Descripciones:**
 - **Técnica:** del “Problema” y de la “Solución”.
 - **Organizativa:** Descomposición. Asignación.
 - **Económica:** Valoración de elementos.
- **Elementos contractuales:** Plazos, prestaciones, elementos entregables, protocolos, etc.
- **Conclusiones:** Revisión/resumen de los aspectos más notables.
- **Anexos:** Técnicos. Justificativos. Descriptivos. Documentales.”

Císcar Cuña[12] lista varias recomendaciones para la redacción de textos técnicos en ingeniería, entre ellas se encuentran:

- **Agrupar la información correctamente en párrafos:** Cada apartado debe estar organizado en párrafos con un hilo argumental común.
- **Adecuada extensión de las oraciones:** Construir oraciones con un único concepto y no más de una excepción.

- **Evitar el exceso de información:** No incluir obviedades, definiciones innecesarias o explicaciones no requeridas.
- **Eliminar duplicidades y repeticiones:** Evitar información repetida para prevenir confusiones y posibles disputas jurídicas.
- **Extensión apropiada:** La longitud del texto debe ser adecuada al propósito, sin ser excesiva.
- **Redactar como técnicos:** Evitar un estilo jurídico o de abogado.
- **Limitar el uso de adjetivos:** Especificar parámetros o propiedades en lugar de adjetivos vagos.
- **Uso de la terminología adecuada:** Utilizar vocabulario técnico y evitar expresiones coloquiales.
- **Formatos y disposición del texto:** Usar formatos normalizados tipo A4, márgenes y alineaciones coherentes, y mantener la información en encabezados y pies de página.
- **Numeración de páginas:** Incluir numeración correlativa o por secciones.
- **Paginación:** Controlar los saltos de página para evitar fragmentar la información.
- **Numeración de apartados:** Utilizar un sistema de referencia numérico y adecuado formato de cabeceras.
- **Fuentes y tablas de contenido:** Incluir al inicio del documento y listar el contenido de manera precisa.
- **Signos de puntuación:** Usar adecuadamente para organizar la información y facilitar la comprensión.

Dentro de las múltiples recomendaciones para la redacción que señala Alba [3] se resaltan:

- Intente minimizar el uso de letras en negrita y subrayadas en el documento. Si quiere resaltar un texto, intente usar letra itálica (o cursiva).
- Ponga en tipo de letra courier el texto que directamente pueda encontrarse en el sistema software (si es el caso). Por ejemplo: nombres de ficheros, clases, métodos u objetos en un programa orientado a objetos, los presudo-códigos, etc. `data.txt`, `Buffer.put(a)`, `main.cpp`, `http://www.net`, etc.
- Añada números de referencia para las ecuaciones.

- Si no dispone de un generador de referencias automático, no utilice números para las referencias (tales como [1] o [2]), porque si modifica una sola referencia tendrá que cambiarlas todas.

6. Bibliografía

- [1] R. L. Ackoff, H. J. Addison, and A. Carey. *Systems Thinking for Curious Managers: With 40 New Management F-laws*. Triarchy Press, 2010. ISBN 9780956263155. URL <https://books.google.com.ar/books?id=e67nswEACAAJ>.
- [2] National Aeronautics and Space Administration. NASA Work Breakdown Structure (WBS) Handbook, 2021.
- [3] E. Alba. Cómo escribir un documento técnico. *Universidad de Málaga*, 2002.
- [4] O. Amat, O. A. Salas, and R. Puig. *Frases y Anécdotas Del Mundo Empresarial*. Gestión 2000, 1999. ISBN 9788480883467. URL <https://books.google.com.ar/books?id=uTPMAAAACAAJ>.
- [5] R. D. Archibald. *Managing high-technology programs and projects*. John Wiley & Sons, 2 edition, 1992. ISBN 9780471513278.
- [6] M. A. Arias Cabrera. Metodología para la identificación y análisis de riesgos en proyectos de viviendas de interés social y su correlación del factor de imprevisto calculados a partir del PMI. *Universidad Francisco de Paula Santander*, 2023.
- [7] María Pilar Astier Peña, Jose-Angel Maderuelo-Fernández, María Teresa Jiménez Julvez, María Dolores Martín Rodríguez, Jesús Palacio Lapuente, et al. Análisis proactivo del riesgo: el análisis modal de fallos y efectos (amfe). *Revista clínica electrónica en atención primaria*, 1(18):0001–8, 2010.
- [8] C. Bazzani and E. Cruz Trejos. Análisis de riesgo en un proyecto de inversión, un caso de estudio. *Universidad Tecnológica de Pereira*, 2008.
- [9] A. S. Bley and L. F. Alarcón Cárdenas. *Planificación y control de proyectos*. Alfaomega, 2019. ISBN 9789587784855.
- [10] A.F. Castañeda, J.M. y Macías. *Guía metodológica para la elaboración de un estudio de factibilidad. Estudio de caso: fabricación y venta de barras de cereal*. PhD thesis, Universidad Distrital Francisco José de Caldas., 2016.
- [11] M. Castillo-Vergara, A. Alvarez-Marin, and R Cabana-Villca. Design thinking: cómo guiar a estudiantes, emprendedores y empresarios en su aplicación. *Ingeniería Industrial*, pages 301–311, 2014.
- [12] Javier Ciscar Cuña. Redacción de textos técnicos. *Universitat Politècnica de València*, 2017.

- [13] Dharma Consulting. Planificar respuestas a los riesgos. *Dharma Consulting*, 2013.
- [14] M. Cristá. Introducción a la ingeniería de requerimientos. *Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura - Universidad Nacional de Rosario*, 2014.
- [15] Instituto Europeo de Posgrado. Seguimiento y control de riesgos. *Instituto Europeo de Posgrado*, 2019.
- [16] C. Dym, A. M. Agogino, O. Eris, D. D Frey, and L. J. Leifer. Engineering design thinking, teaching, and learning. *Journal of engineering education*, 94 (1), 2005.
- [17] C. L. Dym, P. Little, and E. Orwin. *Engineering Design: A Project-Based Introduction*. Wiley, 4 edition, 2013. ISBN 1118324587,9781118324585.
- [18] Diccionario esencial de la lengua española 2006 Real Academia Española ©. Proyecto, proyecta., 2024. URL <https://dle.rae.es/proyecto>.
- [19] M. Farber. *199 Preguntas sobre marketing*. Editorial Norma, 2002. ISBN 9789580470304. URL <https://books.google.com.ar/books?id=sJikTspq7iUC>.
- [20] J. L. Fernández Sánchez. Alcance del proyecto. La importancia de su definición. *Universidad Politécnica de Madrid*, 2016.
- [21] L. Fernández Sanz and P. Bernad Silva. Gestión de riesgos en proyectos de desarrollo de software en España: estudio de la situación. *Revista Facultad de Ingeniería Universidad de Antioquia*, 2014.
- [22] N. Figuerola. Matriz de asignación de responsabilidades (RAM). *Buenos Aires-Argentina*, 2012.
- [23] I. Fraga. La diferencia entre planificar y programar tareas, 2012. URL <https://iagofraga.com/coordinar-objetivos-planificar-programar/>.
- [24] J. Geraldi and T. Lechter. Gantt charts revisited: A critical analysis of its roots and implications to the management of projects today. *International Journal of Managing Projects in Business*, 2012.
- [25] D. A. Guerrero Chanduví. Planificación del alcance: definir el alcance. *Universidad de Piura*, 2017.
- [26] J. Hauser, A. Griffin, R. Klein, G. Katz, and S. Gaskin. Quality Function Deployment (QFD). *Wiley International Encyclopedia of Marketing*, 2010.

- [27] J. Heagney. *Fundamentals of Project Management*. AMACOM, 5 edition, 2016. ISBN 9780814437360. URL <https://books.google.com.ar/books?id=MIhijgEACAAJ>.
- [28] IBM. Aplicación actividades y tareas, 2021. URL <https://www.ibm.com/docs/es/maximo-eam-saas?topic=module-activities-tasks-application>.
- [29] P.M. Institute. *Guide to the Project Management Body of Knowledge (PM-BOK® Guide)*. Project Management Institute, 5 edition, 2013. ISBN 9781935589815.
- [30] C. Izquierdo Maldonado. Determinación del mercado objetivo y la demanda insatisfecha, cuando no se dispone de estadísticas. *Retos: Revista de Ciencias de la Administración y Economía*, 2011.
- [31] P. Kotler, G. Armstrong, C.E.R. Rodríguez, D.C. Ibáñez, and I.C. Roche. *Marketing*. Pearson, Prentice Hall, 10 edition, 2005. ISBN 9788420541983.
- [32] C. Longarini. La matriz RACI, una herramienta para organizar tareas en la empresa. *Buenos Aires-Argentina*, 2011.
- [33] C. Madu. *House of quality in a minute: Quality function deployment*. Chi Publishers Inc, 2006.
- [34] N. Mendoza, P. Romo, R. Sánchez, and Z. Hernández. *Investigación. Introducción a la metodología*. PhD thesis, México: FES Zaragoza, UNAM, 1997.
- [35] I. Mootee. *Design Thinking para la innovación estratégica*. Empresa Activa, 2014.
- [36] G. Navarro. ¿Sabes diferenciar correctamente los ciclos de vida del proyecto y el ciclo de desarrollo del producto? *Linkedin*, 2021. URL <https://es.linkedin.com/pulse/sabes-diferenciar-correctamente-los-ciclos-de-vida-y-navarro-gareca>.
- [37] ISO Norma. Norma iso 21500: 2012 (es), 2012. URL <https://www.iso.org/obp/ui#iso:std:iso:21500:ed-1:v1:es>.
- [38] V. Y. Ordaz Zubia and G. E. Saldaña García. *Análisis y crítica de la metodología para la realización de planes regionales en el estado de Guanajuato*. PhD thesis, Universidad de Guanajuato, 2005.
- [39] Cristina Ortega. Mercado objetivo: Qué es y cómo definirlo de manera correcta. <https://www.questionpro.com/blog/es/como-definir-el-mercado-objetivo/>, 2020. [Accessed 26-04-2024].

- [40] Manuel Serrano Ortega and Pilar Blázquez Ceballos. *Design thinking: Lidera el presente. Crea el futuro*. Esic editorial, 2015.
- [41] D. Polit and Hungler B. *Investigacion científica en ciencias de la salud*. PhD thesis, México: Interamericana, 2000.
- [42] B. Pujol. *Diccionario de marketing*. Editorial cultural, 1999. ISBN 9788480552554. URL <https://books.google.com.ar/books?id=80yuPAAACAAJ>.
- [43] Jack B Revelle, John W Moran, and Charles A Cox. *The QFD handbook*. John Wiley & Sons, 1998.
- [44] A. Rucoba García, Á. Anchondo Nájera, C. Luján Álvarez, and J. M. Olivas García. Análisis de rentabilidad de un sistema de producción de tomate bajo invernadero en la región centro-sur de Chihuahua. *Revista mexicana de agronegocios*, 10(19):10, 2006.
- [45] A. Ruiz-Falcó Rojas. Despliegue de la función calidad. *Universidad Pontificia Comillas*, 2009.
- [46] B. Salazar López. PERT – Técnica de evaluación y revisión de proyectos, 2019. URL <https://ingenieriaindustrialonline.com/investigacion-de-operaciones/pert-tecnica-de-evaluacion-y-revision-de-proyectos/>.
- [47] Kapil Dev Sharma and Shobhit Srivastava. Failure mode and effect analysis (fmea) implementation: a literature review. *J Adv Res Aeronaut Space Sci*, 5 (1-2):1–17, 2018.
- [48] Siemens. Planificación vs. programación ¿cuál es la solución que más te conviene?, 2022. URL <https://resources.sw.siemens.com/es-ES/game-manufacturing-planning-vs-production-scheduling>.
- [49] I. Sommerville. *Software engineering*. Pearson, 10 edition, 2016. ISBN 9781292096131.
- [50] Indeed Editorial Team. Market needs: What they are and 9 strategies to define them, 2024. URL <https://www.indeed.com/career-advice/career-development/market-needs>.
- [51] Microsoft 365 Team. Lo que debe saber acerca del ciclo de vida de la administración de proyectos, 2019. URL <https://www.microsoft.com/es-ar/microsoft-365/business-insights-ideas/resources/what-you-should-know-about-project-management-life-cycle?rtc=1>.

- [52] E. Villamil and M. García. Introducción al proyecto de ingeniería. *Universidad de Buenos Aires e Instituto tecnológico de Buenos Aires*, 2003.