

Trabajo Fin de Grado

Grado en Ingeniería de Organización Industrial

Gestión y análisis de riesgos del proyecto de una instalación eléctrica en un establecimiento hotelero

Autor: Rosalí Cifuentes Alvarez

Tutor: José Guadix Martín

Dep. Organización de Empresas
Escuela Técnica Superior de Ingeniería
Universidad de Sevilla

Sevilla, 2017



Trabajo Fin de Grado
Grado en Ingeniería de Organización Industrial

Gestión y análisis de riesgos del proyecto de una instalación eléctrica en un establecimiento hotelero.

Autor:

Rosalí Cifuentes Alvarez

Tutor:

José Guadix Martín

Profesor titular

Dep. Organización de Empresas
Escuela Técnica Superior de Ingeniería
Universidad de Sevilla

Sevilla, 2017

Trabajo Fin de Grado: Gestión y análisis de riesgos del proyecto de una instalación eléctrica en un establecimiento hotelero.

Autor: Rosalí Cifuentes Alvarez

Tutor: José Guadix Martín

El tribunal nombrado para juzgar el Proyecto arriba indicado, compuesto por los siguientes miembros:

Presidente:

Vocales:

Secretario:

Acuerdan otorgarle la calificación de:

Sevilla, 2017

El Secretario del Tribunal

A mis padres

A mis tíos

A mis amigas

Resumen

El presente Trabajo Fin de Grado tiene como objetivo la gestión y análisis de los riesgos de una instalación eléctrica en un establecimiento hotelero. El proyecto se desarrolla como parte de otro, que constituye la construcción general de dicho establecimiento.

Se exponen los conceptos que se aplicarán al proyecto y posteriormente se calcula su duración y se estima el presupuesto del mismo, además de identificar los posibles riesgos que se pueden producir y las medidas que se adoptan para minimizar el impacto con sus respectivos responsables.

Utilizando herramientas muy útiles para la gestión de riesgos, se analizan los resultados alcanzados y se proponen diferentes medidas para que el proyecto se desarrolle con éxito.

Abstract

The purpose of this Final Degree Project is to manage and analyze the risks of an electrical installation in a hotel establishment. The project is developed as part of another one which constitutes the general construction of this establishment.

The concepts that will be applied to the project and then will be calculated its duration and Budget. In addition, will be identified the possible risks that can occur and the measures that are adopted to minimize the impact with their respective responsible.

Through very useful tools for risk management, the results achieved are analyzed and different measures are proposed so that the project can be successfully developed.

Índice

Resumen	8
Abstract	9
Índice de Figuras	12
Índice de Tablas	13
1. Introducción	14
1.1. Objetivos y estructura del documento	14
2. Gestión de Proyectos	16
2.1. PMI / PMBOK	16
2.2. Definición del proyecto	18
2.3. Ciclo de vida del proyecto	19
2.4. Stakeholders	21
3. Pilares de la gestión de proyectos	23
3.1. Plan de Gestión	23
3.2. Gestión del Alcance del Proyecto	24
3.2.1. Desarrollar el Acta de Constitución del Proyecto	25
3.2.2. Recopilación de requisitos	28
3.2.3. Estructura de Desglose del Trabajo EDT	28
3.2.4. Diccionario de la EDT	30
3.2.5. Entregables	30
3.3. Gestión del Tiempo del Proyecto	31
3.3.1. Desarrollo del Cronograma	31
3.3.2. Controlar el Cronograma	34
3.3.3. Hitos	35
3.3.4. Actividades	36
3.4. Gestión de los Costes del Proyecto	36
3.4.1. Estimar los Costes	37
3.4.2. Determinar el Presupuesto	38
3.4.3. Control de Costes	38
3.4.4. Resumen del Análisis del Valor Ganado según PMBOK	40
3.5. Gestión de los Riesgos del Proyecto	42
3.5.1. Planificar la Gestión de Riesgos	42

3.5.2. Identificación de los Riesgos	43
3.5.3. Análisis Cualitativo de Riesgos	43
3.5.4. Análisis Cuantitativo de Riesgos	45
3.5.5. Planificación de la Respuesta	46
3.5.6. Control de Riesgos	46
3.5.7. Plan de Gestión de la Incertidumbre	47
3.6. Modelado, Simulación y Aplicaciones	49
3.6.1 Crystal Ball	49
4. Aplicación del proyecto	50
4.1. Desarrollo	50
4.2. Stakeholders	50
4.3. Restricciones	50
4.4. Hitos	51
4.5. Entregables	51
4.6. Acta de Constitución del Proyecto	51
4.7. Alcance	52
4.8. EDT	53
4.8.1. Diccionario de la EDT	55
4.9. Tiempo	58
4.10. Costes	61
4.11. Riesgos	67
4.11.1 Análisis Cualitativo	69
4.11.2 Gestión de la incertidumbre	71
4.12. Crystal Ball	73
4.12.1. Distribución normal	74
4.12.2. Beta PERT	83
4.13. Gestión del valor ganado	90
5. Conclusiones	97
Bibliografía	99
Anexos	100

Índice de Figuras

Figura 2-1. Elementos del ciclo de vida del proyecto: Fases del proyecto y Entregables.	19
Figura 3-1. Descripción General de la Gestión del Alcance del Proyecto.	25
Figura 3-2. Ejemplo de niveles en la EDT	29
Figura 3-3. Entradas, Herramientas y Técnicas, y Salidas del Control del Cronograma.	34
Figura 3-4. Resumen del Análisis del Valor Ganado	41
Figura 3-5. Ejemplo de Matriz Riesgo vs Impacto	44
Figura 3-6. Matriz de probabilidad e Impacto	44
Figura 3-7. Proceso de planificar la respuesta	46
Figura 4-1. EDT del Proyecto	54
Figura 4-2. Diagrama de Gantt	60
Figura 4-3. Curva de avance S del proyecto	67
Figura 4-4. Distribución Normal	73
Figura 4-5. Distribución Beta PERT	74
Figura 4-6. Distribución normal, duración media del proyecto	75
Figura 4-7. Distribución normal, aplicando el 15% de coeficiente de seguridad	76
Figura 4-8. Distribución normal, gráfico de sensibilidad de duración del proyecto	77
Figura 4-9. Distribución normal, Criticidad de Líneas Generales	79
Figura 4-10. Distribución normal, Criticidad de Centro de maniobra, medida y transformación	80
Figura 4-11. Distribución normal, Criticidad de Cuadro general y batería reactiva	80
Figura 4-12. Distribución normal, Criticidad Oficinos	81
Figura 4-13. Distribución normal, Coste del proyecto	81
Figura 4-14. Distribución normal, gráfico de sensibilidad de Costes	82
Figura 4-15. Distribución Beta PERT, rangos de la Duración del Proyecto en 67%	84
Figura 4-16. Distribución Beta PERT, rangos de la Duración del Proyecto en 95%	85
Figura 4-17. Distribución Beta PERT, gráfico de sensibilidad de la duración del proyecto	85
Figura 4-18. Distribución Beta PERT, Criticidad de Oficinos	88
Figura 4-19. Distribución Beta PERT, Criticidad de Cuadro general y batería reactiva	88
Figura 4-20. Distribución Beta PERT, Criticidad de Líneas Generales	89
Figura 4-21. Distribución Beta PERT, Criticidad de Centro de maniobra, medida y transformación	89
Figura 4-22. Ejemplo de curva	90

Índice de Tablas

Tabla 4-1. Acta de Constitución del Proyecto	51
Tabla 4-2. Diccionario de la EDT	55
Tabla 4-3. Tareas con sus Duraciones y Precedentes	59
Tabla 4-4. Aplicación del Método PERT y actividades críticas	61
Tabla 4-5. Costes por actividades y presupuesto total	62
Tabla 4-6. Desglose de los costes por actividades	62
Tabla 4-7. Tipos de riesgos identificados con sus causas	67
Tabla 4-8. Matriz de probabilidad e impacto	69
Tabla 4-9. Riesgos de mayor a menor severidad y sus acciones correctoras	70
Tabla 4-10. Disminución de los riesgos de mayor severidad y sus responsables	71
Tabla 4-11. Obtención de la desviación típica del proyecto	72
Tabla 4-12. Rangos de probabilidad	73
Tabla 4-13. Distribución normal, porcentaje de criticidad de las actividades	78
Tabla 4-14. Distribución Beta PERT, porcentaje de criticidad de las actividades	87
Tabla 4-15. Indicadores de variaciones en AVG	91
Tabla 4-16. Interpretación de resultados de los indicadores	92
Tabla 4-17. Valor Planificado del proyecto	93
Tabla 4-18. Coste Real del proyecto	93
Tabla 4-19. Avance del proyecto	94
Tabla 4-20. Valor Ganado del proyecto	94
Tabla 4-21. Resultados del AVG del proyecto Hito 1	95
Tabla 4-22. Resultados del AVG del proyecto Hito 2	96

1 Introducción

1.1 Objetivos y estructura del documento

El Trabajo de Fin de Grado que se presenta tiene como principal objetivo la gestión y análisis de los riesgos de una instalación eléctrica en un establecimiento hotelero.

Este trabajo se basa en el libro PMBOK (Guía de los Fundamentos para la Dirección de Proyectos), desarrollado por el PMI, que consiste en una guía que identifica lo que constituye el cuerpo de conocimiento en gerencia de proyectos generalmente reconocido como buenas prácticas, cuyo conocimiento es aplicable a la mayoría de los proyectos y cuyos lineamientos y prácticas pueden mejorar el éxito de los mismos.

La Gestión de Proyectos busca que se obtenga el producto o servicio requerido y se cumpla con las restricciones del alcance, tiempo y costo, con los requerimientos de calidad planteados al inicio y que además el producto o servicio satisfaga las expectativas de los clientes. Por tanto se puede plantear estas tres restricciones principales:

1. Debe satisfacer plenamente los requerimientos del propietario.
2. Debe realizarse dentro de un marco de tiempo definido, de acuerdo con un programa de ejecución.
3. Su coste total no deberá rebasar los límites fijados por el presupuesto del proyecto.

A todas estas restricciones también se añaden los posibles riesgos que pueden afectar al proyecto, los cuales se tratan de identificar y combatir para que no lleguen a producirse. Los riesgos que presentan un impacto negativo sobre los objetivos, denominados amenazas, y que se encuentran en zona de riesgo alto, pueden requerir prioridad de acción y estrategias de respuesta agresivas. Las amenazas de la zona de riesgo bajo pueden no requerir una acción de gestión proactiva, más que ser incluidas en una lista de supervisión o añadidas a una reserva para contingencias. Por tanto, en este trabajo se demuestra la importancia que conlleva su correcta identificación y la elaboración de respuestas efectivas para que el proyecto se desarrolle con éxito.

Para la elaboración de este Trabajo Fin de Grado, en el segundo capítulo se tratan algunos conceptos generales sobre el estudio y la aplicación de la Gestión de Proyectos. Incluye la definición del PMBOK exponiendo su importancia para la Gestión de Proyectos y además se define el ciclo de vida del proyecto explicando las distintas fases por las que atraviesa, así como los interesados del mismo que serían las personas involucradas con el proyecto.

Luego en el tercer capítulo se muestran los conceptos que han sido empleados posteriormente a lo largo de la aplicación del proyecto. Estos conceptos constituyen los factores más importantes a tener en cuenta a la hora de la ejecución del mismo, los cuales son: tiempo, coste y alcance. La gestión de los riesgos también se explica en detalle, ya que en este trabajo se establece como un factor fundamental, se muestra la importancia de tratarlos con alto cuidado porque supone una manera eficiente de tratar las situaciones de incertidumbre.

Por último en la parte teórica se hace referencia al programa Crystal Ball, el cual constituye una herramienta muy importante para la simulación del proyecto más cerca de la realidad.

Después de definidos todos los conceptos en la parte teórica se procede a la aplicación de los mismos al proyecto.

El proyecto consiste en las instalaciones eléctricas, comunicaciones y contra incendios de un hotel, este proyecto forma parte de otro que constituye la construcción de un establecimiento hotelero.

El proyecto se adjudica a la empresa por parte de la constructora del establecimiento hotelero. Todo comienza cuando la promotora Marina D'Ors realiza una promoción para construir un hotel de 5 estrellas donde para ello contrata a una Dirección Facultativa (XISCO) la cual realiza el diseño del hotel.

Esta ingeniería elabora el proyecto completo del hotel y vez finalizado se saca a licitación para adjudicar la realización de la obra a la constructora que oferte las mejores condiciones para llevar a cabo el proyecto.

Luego la constructora se encarga de la obra civil del hotel y saca a licitación para conceder la parte de realización de instalaciones, entre otros. Aquí es donde se adjudica esta parte del proyecto y se procede a ejecutarlo.

El hotel de 5 estrellas en primera línea de playa situado en Isla Cristina, se cuenta que tenga 148 apartamentos distribuidos en 5 plantas, dos piscinas exteriores y una amplia zona de servicios comunes en la planta baja del mismo tales como: peluquería, bar y salón, entre otros.

En este proyecto se analiza en gran medida los riesgos que se pueden presentar afectando al proyecto, identificarlos y mantenerlos controlados será una tarea muy importante para que el proyecto se desarrolle con éxito. Se le realizan el seguimiento a través de la gestión de la incertidumbre y las simulaciones del Crystal Ball mediante las distribuciones Beta PERT y la Normal, donde esta última se utiliza para simular más parecido a la realidad.

"El mayor riesgo es no asumir ningún riesgo... En un mundo que cambia realmente rápido, la única estrategia en la que el fracaso está garantizado es no asumir riesgos".

–Mark Zuckerberg

2 La Gestión de Proyectos

2.1 PMI / PMBOK

En este capítulo se define un conjunto de conceptos indispensables para la mejor comprensión de este Trabajo de Fin de Grado.

PMI

El Project Management Institute (**PMI**), fundada en 1969, es la mayor organización sin ánimo de lucro dedicada a la Dirección de Proyectos reconocida mundialmente. Constituida por profesionales de todo el mundo donde tiene como principal objetivo el establecimiento de los estándares de la Dirección de Proyectos. El producto más reconocido del PMI es el Project Management Body of Knowledge (PMBOK) siendo una guía donde se recogen los fundamentos para la Dirección de Proyectos, la cual ha constituido la base para desarrollar este Trabajo de Fin de Grado.

Como ya se ha mencionado uno de sus objetivos fundamentales es que establece estándares de Dirección de Proyectos, así como organiza seminarios y programas educativos y administra la certificación de profesionales donde está siendo cada vez más reconocida por el mercado. También para el beneficio del público, estimulan la apropiada aplicación global de la Dirección de Proyectos. Asimismo para dirigir proyectos exitosamente identifican y promueven los fundamentos de la Dirección de Proyectos y el avance del cuerpo de conocimientos. De este modo fomenta y contribuye con la calidad y el alcance de la Dirección de Proyectos. Esta organización provee un reconocido foro para el libre intercambio de ideas, aplicaciones y soluciones de Dirección de Proyectos generadas entre los miembros del Instituto y otros interesados o involucrados con la Dirección de Proyectos.

PMBOK

La Guía de los fundamentos para la Dirección de Proyectos -*Project Management Body of Knowledge*- (**PMBOK**) es el producto más notorio y reconocido del PMI. El PMBOK es el resultado de la evaluación y la aprobación entre profesionales, para la creación de un conjunto de conocimientos y de prácticas aplicables a la mayoría de los proyectos en la mayoría de los casos. Esto representa que sea considerado como una guía de estándares donde los profesionales puedan aplicarla globalmente en todos los grupos de negocios o industriales.

Su aplicación puede aumentar las posibilidades de éxito de una amplia variedad de proyectos. Esta guía presenta un lenguaje común para que sea entendida por todo aquel que la utilice, teniendo presente que un vocabulario común es un componente básico en toda disciplina profesional.

El PMBOK tiene la información suficiente para realizar el **inicio, planificación, ejecución, monitoreo y control**, y el **cierre** de un proyecto. Estos cinco aspectos forman los Grupos de Procesos comprendidos en el PMBOK donde se describen a continuación:

Inicio: es el proceso que se encarga de definir un nuevo proyecto o una nueva fase de un proyecto existente a través de la obtención de la autorización para empezar el proyecto o fase nueva de un proyecto existente.

Planificación: proceso donde se definen los objetivos y se realiza la planificación de las acciones requeridas para conseguirlos y lograr el alcance que se pretende del proyecto.

Ejecución: incluye los procesos que se realizan para cumplir el trabajo que se definió en el plan donde se efectúan las especificaciones del mismo.

Monitoreo y Control: procesos donde se miden, supervisan y regulan el adelanto y avance del proyecto para definir las áreas donde se requiera algún cambio ya sea en el coste, plazo o trabajo realizado.

Cierre: se establece la aceptación del servicio, producto o resultado, con el objetivo de finalizar formalmente un proyecto o parte del mismo.

Las Áreas de Conocimiento son:

1) Gestión de la Integración del Proyecto:

Asigna recursos, valora objetivos y opera las interdependencias entre las áreas de conocimiento; mediante la identificación, definición, combinación, unificación y la coordinación de los diversos procesos y actividades de la dirección de proyectos.

2) Gestión del Alcance del Proyecto:

Garantiza y controla que el proyecto cuente con todo el trabajo necesario para completarlo exitosamente.

3) Gestión del Tiempo del Proyecto:

Incluye los procesos para gestionar que el proyecto culmine a tiempo.

4) Gestión de los Costes del Proyecto:

Prevé que el proyecto se realice con el presupuesto admitido mediante estimar, presupuestar y controlar los costes.

5) Gestión de la Calidad del Proyecto:

Se establecen las responsabilidades, objetivos y políticas de calidad para desarrollar favorablemente el proyecto.

6) Gestión de los Recursos Humanos del Proyecto:

Procesos relacionados con organizar, gestionar y conducir el equipo de trabajo del proyecto.

7) Gestión de las Comunicaciones del Proyecto:

Procesos necesarios para que la información se pueda generar, recopilar, distribuir, almacenar, recuperar y disponer finalmente de forma adecuada y oportuna.

8) Gestión de los Riesgos del Proyecto:

Identifica, analiza y monitorea los riesgos del proyecto además de realizar la planificación de respuesta de los mismos.

9) Gestión de las Adquisiciones del Proyecto:

Incluyen los procesos para ejecutar la adquisición de los materias, bienes y servicios que se necesita para concebir el proyecto.

10) Gestión de los Interesados del Proyecto:

Proceso destinados para la identificación de las personas, grupos u organizaciones que pueden afectar o ser afectados por el proyecto.

El PMBOK se puede decir a modo de resumen que es una guía con un conjunto de fundamentos para que la aplicación de conocimientos, habilidades, técnicas y herramientas en los proyectos aumenten sus probabilidades del éxito.

El éxito de un proyecto se evalúa por la calidad del producto y del proyecto, la oportunidad, el cumplimiento del presupuesto y el grado de satisfacción del cliente.

Una vez definidos los conceptos anteriores se puede plantear que el desarrollo de este proyecto se basa en el análisis de las técnicas y métodos establecidos por el PMI enfocado más a su obra maestra que es el PMBOK. Por tanto se mostrarán involucrados cada uno de los grupos de procesos con las áreas de conocimientos de este proyecto fin de grado.

2.2 Definición del proyecto

Los proyectos surgen de las necesidades individuales y colectivas de las personas, son sus necesidades las que deben ser satisfechas a través de una adecuada asignación de recursos. Cada proyecto concibe un producto, servicio o resultado único que contienen un principio y un final definido. Existen varias opciones para que un proyecto finalice, que se logran los objetivos del mismo, cuando no se pueden cumplir sus objetivos o cuando ya no existe la necesidad que originó al proyecto. También está el caso en el que se puede finalizar el proyecto por la decisión de un interesado del mismo, ya sea cliente o líder, entre otros.

Un proyecto puede ser creado en los siguientes casos:

- Creación de un nuevo negocio.
- Ampliación de las instalaciones de una industria.
- Reemplazo de tecnología.
- Aprovechamiento de un nicho de Mercado.
- Lanzamiento de un nuevo producto.
- Sustitución de la producción artesanal por la fabril.
- Provisión de servicios.

- Investigación y análisis para una mejora continua de un proyecto existente.

Los proyectos siguen una serie de etapas, por tanto, son categorizados en cinco grupos de procesos: inicio, planificación, ejecución, monitoreo y control, y cierre. Las restricciones del mismo son: el alcance, la calidad, el cronograma, el presupuesto, los recursos y los riesgos. El propósito de un proyecto consiste en lograr los objetivos del mismo en el tiempo establecido.

2.3 Ciclo de vida del proyecto

El ciclo de vida de un proyecto se puede definir como un conjunto de fases sucesivas compuestas por tareas planificadas desde el inicio hasta la culminación del proyecto. Se construye agrupando tareas que pueden compartir un tramo determinado de tiempo de vida de un proyecto con el objetivo de facilitar la gestión del mismo.

Generalmente el ciclo de vida del proyecto define:

- El trabajo técnico que se debe realizar en cada fase.
- Cuando se generan los productos entregables en cada una de ellas y como se va a revisar, verificar y validar cada producto entregable.
- Quienes estarán involucrados en cada fase.
- Cómo se controlará y aprobará cada fase.

Los proyectos se pueden configurar dentro de la siguiente estructura genérica que está presente en la mayoría de los ciclo de vida de un proyecto: Inicio del proyecto, Organización y preparación, Ejecución del trabajo y Cierre del proyecto. Estas fases no son lo mismo que los Grupos de Procesos de la Dirección de Proyectos, anteriormente descritos, ya que estos últimos son actividades que se realizan y se repiten dentro de cada fase del proyecto.

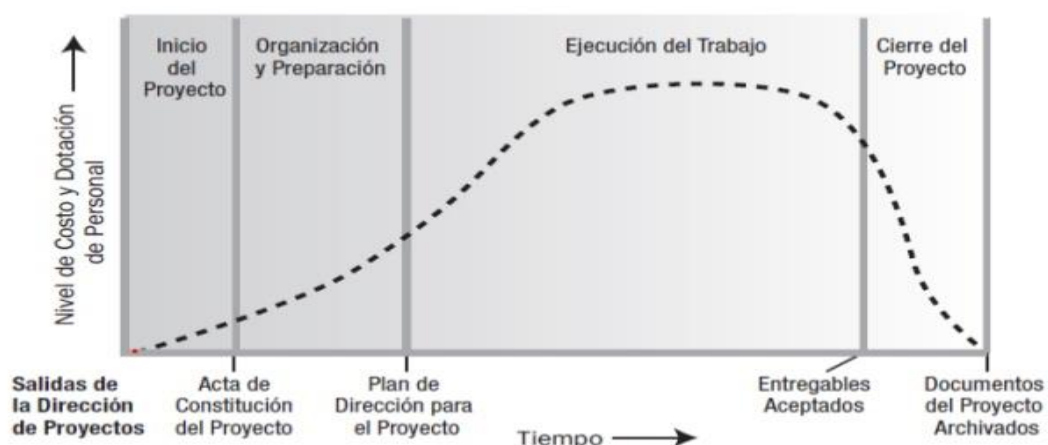


Figura 2-1. Elementos del ciclo de vida del proyecto: Fases del proyecto y Entregables.

Fases del proyecto

Una fase es un conjunto de actividades relacionadas de manera lógica que culmina con la finalización de uno o más entregables. Las fases por lo general suelen ser secuenciales y sus características dependen de las necesidades de gestión y control de la organización, la naturaleza del proyecto y su área de aplicación; así como del grado de complejidad y el tamaño del mismo. El proyecto se estructura en fases ya que le permite la división en subconjuntos lógicos para hacer mejor su dirección, planificación y control.

1. *Inicio del proyecto:* la fase de inicio es crucial ya que el objetivo de esta fase es determinar la viabilidad del proyecto, definir su alcance y seleccionar al equipo que participará en su ejecución. Por lo que se definirá el caso de negocio y el plan de proyecto, se realizará un estudio de la viabilidad y se hará el nombramiento del equipo de proyecto
2. *Organización y Preparación:* se trata de crear un conjunto completo de planes de proyecto que queden establecidos de manera precisa y clara. Se busca calcular las necesidades en base a requerimientos, definir y terminar de completar los objetivos del proyecto y planificar el curso de acción para alcanzar las metas propuestas. Elementos esenciales en esta etapa:
 - Elaborar el plan de proyecto inicial.
 - Definir el plan de comunicación.
 - Determinar el modo en que se procederá a la gestión de los recursos.
 - Establecer el modelo de gestión financiera.
 - Diseñar el plan de gestión de calidad.
 - Llevar a cabo el proyecto de evaluación y análisis de riesgos.
 - Confeccionar el plan de aceptación.
 - Crear el plan de compras y gestión de proveedores.
3. *Ejecución:* consiste en poner en práctica la planificación llevada a cabo previamente. En esta fase se efectúan todos los trabajos para completar las actividades programadas. Será fundamental la presencia de una buena gestión, velar por una buena comunicación y llamar a la responsabilidad individual para cumplir con los plazos y garantizar un mayor control del progreso del proyecto. Las herramientas de gestión de proyecto serán utilizadas para monitorizar la evolución del consumo de recursos, presupuestos y tiempo. Al finalizar esta etapa se deben haber cumplido los plazos fijados en las condiciones estimadas de uso de recursos y presupuesto, entregando productos de calidad. Elementos esenciales de la etapa:
 - Organizar el reparto de tareas.
 - Llevar a cabo labores de coordinación.
 - Monitorizar el consumo de presupuesto y recursos.
 - Detectar desviaciones, reportarlas y aplicar las medidas correctoras que se consideren necesarias.
 - Gestionar el cambio.
4. *Seguimiento y control:* esta etapa comprende las actividades necesarias para efectuar la revisión, seguimiento y monitorización del progreso del proyecto. Se realiza con el objetivo de localizar detecciones prematuras de desviaciones para responder con el mejor ajuste reaccionando a tiempo. Pretenderá minimizar el riesgo por eso esta etapa es crucial para que el proyecto alcance o no el éxito deseado. La etapa de

Seguimiento y Control está vinculada a la de Ejecución. Elementos esenciales de esta etapa:

- La aplicación de metodologías de gestión de proyectos que faciliten el seguimiento.
 - La definición y el establecimiento de indicadores clave de gestión.
 - Su control, ajuste y actualización.
 - La elaboración de un plan de contingencias.
5. *Cierre del proyecto*: en esta fase se encuentran los procesos necesarios para culminar el proyecto y dar cumplimiento de las obligaciones contractuales del mismo. Cuando se termina esta fase se establece formalmente que el proyecto ha concluido. Elementos esenciales de esta fase:

- La planificación del cierre de proyecto.
- La evaluación de proyecto.
- El archivo y transmisión de conocimientos.
- La salida de equipos y materiales.
- La generación y transmisión de entregables y documentación de proyecto al cliente.
- La consecución de la formalización de aceptación

Entregables

Son los resultados que se generan en cada fase pudiendo ser materiales o inmateriales. Los entregables servirán para verificar si el proyecto está cumpliendo con los requisitos propuestos de realización y así, evaluar la marcha del proyecto. Estas evaluaciones a su vez permiten la toma de decisiones acerca del desarrollo del proyecto.

2.4 Stakeholders

Son las organizaciones o personas que están activamente involucradas en el proyecto o que sus intereses pueden verse afectados por el desarrollo o finalización del mismo, ya sea de manera positiva o negativa. Estos pueden intervenir sobre el proyecto y sus entregables. La identificación de los interesados del proyecto desde su inicio, así como, realizarles un análisis de los niveles de intereses, expectativas, importancia e influencia, será indispensable para el éxito del proyecto. Esto permitirá la construcción de una estrategia para aumentar las influencias positivas y disminuir los impactos negativos.

A continuación se presentan algunos ejemplos de interesados del proyecto:

- **Patrocinador**: persona o grupo que proporciona recursos y soporte para el proyecto y es el encargado de facilitar su éxito.
- **Clientes y usuarios**: los clientes son personas u organizaciones que aprobarán y gestionarán el producto, servicio o resultado del proyecto, mientras que los usuarios utilizarán dicho producto, servicio o resultado del proyecto.
- **Proveedores**: son entidades externas contratadas para abastecer de existencias o servicios necesarios para el proyecto.
- **Socios de negocios**: son entidades externas que tienen alguna forma de alianza

con la empresa y pueden proporcionar experiencia y/o desempeñar un rol específico en beneficio del proyecto.

- **Grupos de la organización:** son los interesados internos donde se repercute los resultados de las tareas del equipo del proyecto. Estos comprenden desde el marketing y ventas, hasta la producción y servicio al cliente.
- **Gerentes funcionales:** son personas fundamentales para el desarrollo del proyecto ya que se encargan de gestionar todas las tareas dentro de su área funcional ya sea administrativa o funcional.
- **Otros interesados:** como por ejemplo: consultores, expertos en materia y instituciones financieras.

3 Pilares de la Gestión de Proyectos

3.1 Plan de Gestión

La gestión de proyectos es la aplicación de habilidades, conocimientos, herramientas y técnicas a las tareas del proyecto para cumplir con los requisitos del mismo.

La Gestión de Proyectos tiene como objetivo principal la planificación, el seguimiento y control de las actividades y de los recursos humanos y materiales que intervienen en el desarrollo del mismo. Como resultado de este control es posible conocer los problemas que se producen y dar solución de la manera más rápida posible.

Un proyecto incluye al ser gestionado una serie de elementos tales como:

- Identificación de los requisitos a cumplir posteriormente.
- Establecer unos objetivos claros y posibles de alcanzar.
- Adaptar las especificaciones, los planos y el enfoque a las diversas inquietudes y expectativas de los diferentes interesados; así como mantener comunicaciones de naturaleza colaborativa entre los mismos.
- Nivelar las restricciones del proyecto tales como: alcance, calidad, cronograma, presupuesto, recursos y riesgos.

La calidad del proyecto se verá afectada por el equilibrio de las tres restricciones: alcance, tiempo y coste del proyecto. El producto, servicio o resultado pretendido si son entregados puntualmente, con el alcance solicitado y dentro del presupuesto planificado se dice que es un proyecto de gran calidad.

Por todo lo anteriormente expuesto se plantea que el éxito de un proyecto se corresponde con la consecución de los objetivos de alcance, plazos, coste y calidad mediante una gestión integrada de los mismos.

La gestión de proyecto tiene como beneficio que permite identificar los riesgos y problemas en fase temprana, permitiendo que se diseñen acciones correctivas a tiempo. También identifica las responsabilidades funcionales de los miembros de la empresa, definiendo su misión en el proyecto, por lo que se dice que maximiza la capacidad de organización. Así mismo, identifica las posibles mejoras en los procesos, proporcionando ahorros en tiempos y costes.

La buena gestión de proyecto consistirá en desarrollar un control del progreso real con el progreso planificado, llevando a cabo cualquier acción correctiva en caso de ser necesario.

3.2 Gestión del Alcance del Proyecto

La Gestión del Alcance del proyecto es la descripción del trabajo requerido para entregar el producto, servicio o resultado del proyecto. Contiene todos los procesos necesarios para certificar que en el proyecto está todo el trabajo necesario incluido para completarlo con éxito. Esta gestión se encarga de definir y monitorizar todo lo que se incluye o no en el proyecto.

El director del proyecto utiliza el alcance para las decisiones de añadir, cambiar o eliminar trabajo del proyecto. El alcance del proyecto, junto con los costes y tiempos, conforma la triple restricción en la gestión de proyectos.

El alcance se define mediante el proceso que desarrolla la descripción detallada del proyecto y del producto. Si se realiza una detallada descripción del alcance del proyecto se garantizará el éxito del mismo, este se elabora a partir de los entregables principales, las restricciones y los supuestos que se tienen durante el inicio del proyecto.

Se define como alcance del proyecto la combinación de los objetivos del mismo y el trabajo necesario para alcanzar dichos objetivos, es decir, la suma de productos y servicios que deben ser realizados en el proyecto.

Lo que está y no está definido en el proyecto y sus entregables se detalla en el proceso de definición del alcance. La estructura de desglose del trabajo (EDT) junto con su diccionario asociado y la versión aprobada del enunciado del alcance del proyecto constituye la línea base del alcance del proyecto.

Se podrá gestionar el alcance con diferentes procesos, herramientas y técnicas asociadas, los cuales serán diferentes según el área donde se aplique y normalmente se definen como parte del ciclo de vida.

El término alcance se puede referir a:

- *Alcance del producto*: Las características y funciones que definen un producto, servicio o resultado.
- *Alcance del proyecto*: El trabajo que debe realizarse para entregar un producto, servicio o resultado con las características y funciones especificadas.

Según la guía del PMBOK se muestra en la siguiente figura la descripción general de los procesos de Gestión del Alcance del Proyecto:

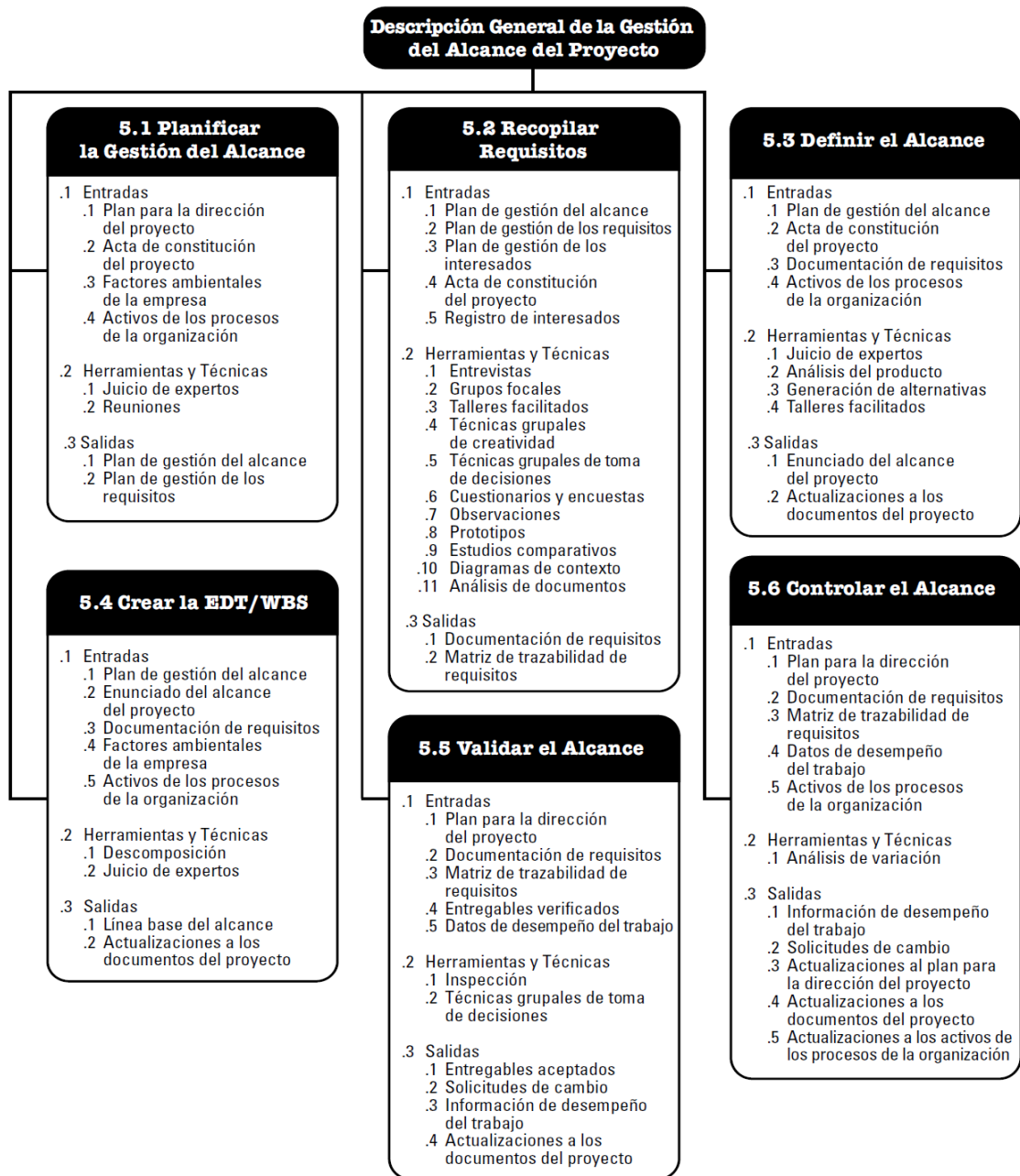


Figura 3-1. Descripción General de la Gestión del Alcance del Proyecto.

3.2.1 Desarrollar el Acta de Constitución del Proyecto

El desarrollo del acta de constitución es el proceso de elaboración de un documento que faculta formalmente la existencia de un proyecto y le otorga al director del proyecto el mando para asignar los recursos de la organización a las actividades del proyecto.

Este proceso proporciona una buena definición del proyecto, ya que en sus características está concretar el inicio y los límites del mismo. Además crea un registro formal del proyecto y el establecimiento de forma directa para que acepte formalmente y se comprometa con el mismo la dirección general. La entidad patrocinadora es la que se encarga de la redacción de este documento. Se inicia formalmente el proyecto una vez esté aprobada el acta de constitución.

Es elaborada para brindar la descripción especificada de alto nivel del producto, servicio o resultado del proyecto para así establecer requisitos detallados.

Se quedan plasmadas las necesidades del negocio que dieron lugar a la creación del proyecto, necesidades determinadas de los clientes y otros interesados (Stakeholders), premisas y restricciones asociadas, las exigencias de alto nivel y la descripción del producto, servicio o resultado del proyecto

El acta de constitución al ser elaborada confirmar que el proyecto está en concordancia con la planificación estratégica y con otros trabajos que se están realizando en la organización, asegurando que el proyecto brindará beneficios que impulsaran el logro de objetivos organizacionales.

El proceso de elaboración del acta de constitución se define a continuación:

1. Entradas

- Enunciado del Trabajo del Proyecto: Es una descripción de los productos o servicios que debe entregar el Proyecto. Debe hacer referencia a una necesidad comercial o un plan estratégico de la organización y a la descripción del alcance del producto.
- Caso de Negocio: Brinda información para establecer si el proyecto es válido o no respecto a la inversión requerida. Para justificar y establecer los límites del proyecto, muchas veces, la necesidad comercial y el análisis de coste-beneficio se incluyen en este apartado. El caso de negocio se crea mayormente por estas razones:
 - Demanda del mercado
 - Necesidad de la organización
 - Solicitud de un cliente
 - Avance tecnológico
 - Requisito legal
 - Impacto ecológico
 - Necesidad social
- Acuerdos: Define las intenciones iniciales del proyecto. Para los clientes externos se emplea un contrato.
- Factores Ambientales de la Empresa: pueden incluir las normas gubernamentales o de industria, la infraestructura de la organización o las condiciones de mercado.

- Activos de los Procesos de la Organización: pueden incluir los procesos organizacionales estándar, las políticas y las definiciones de procesos normalizadas, plantillas o la información histórica y la base de conocimientos de lecciones aprendidas.

2. Herramientas y técnicas

- Juicio de Expertos: Es una experiencia facilitada por un grupo o individuo con conocimientos o preparación especializados. Se aplica a todos los detalles técnicos y de gestión durante este proceso. Se encuentra disponible a través de diferentes fuentes:
 - Otras unidades dentro de la organización
 - Consultores
 - Interesados, incluyendo clientes y patrocinadores
 - Asociaciones profesionales y técnicas
 - Grupos industriales
 - Expertos en la materia
 - Oficina de dirección de proyectos (PMO)
- Técnicas de facilitación: se emplea para orientar el desarrollo del acta de constitución del proyecto. Se realizan diferentes técnicas como: la Tormenta de ideas, Resolución de conflictos, Resolución de problemas y Gestión de reuniones para la toma de decisiones y la realización de tareas del proyecto.

3. Salidas

- Acta de Constitución del Proyecto: Fundamenta las necesidades comerciales, el conocimiento actual de las necesidades del cliente y el nuevo producto, servicio o resultado que el Proyecto debe proporcionar. Suele incluir:
 - Propósito o justificación del proyecto
 - Objetivos medibles y criterios de éxitos relacionados
 - Requisitos de alto nivel
 - Descripción del proyecto de alto nivel
 - Riesgos de alto nivel
 - Resumen de cronograma de hitos
 - Resumen del presupuesto
 - Requisitos de aprobación del proyecto
 - Director del proyecto asignado su responsabilidad y su nivel de autoridad
 - El nombre y el nivel de autoridad del patrocinador o de quienes autorizan el acta de constitución del proyecto.

El acta de constitución del proyecto constituye un documento clave en la realización del mismo ya que será la referencia del futuro del proyecto y se encargará de dar a comunicar el propósito del proyecto a lo diferentes stakeholders. El acta bien confeccionada será un punto de referencia para resolver disputas, evitar desviaciones durante la realización del proyecto, juzgar el potencial de las nuevas ideas que surjan a lo largo del proyecto, calcular del progreso, y mantener el desarrollo del equipo de trabajo enfocado en los resultados finales.

3.2.2 Recopilación de requisitos

La recopilación de requisitos es el proceso de determinar, documentar y gestionar las necesidades y los requisitos de los interesados para cumplir con los objetivos del proyecto. La importancia de este proceso es que brinda las bases para definir y gestionar el alcance del proyecto y del producto.

Los requisitos contienen capacidades o condiciones que durante la realización del proyecto se debe cumplir para lograr las especificaciones del mismo. Los clientes, el patrocinador y otros interesados al expresar sus necesidades y expectativas se incluyen en los requisitos. Además incluye la gestión de las expectativas del cliente y es la base para la creación de la EDT.

Estos requisitos deben ser recopilados, analizados y registrados detalladamente para que se puedan incluir en la línea base del alcance y medirlos cuando se inicie el proyecto. La participación activa de los interesados en el análisis de las necesidades convirtiéndolas en requisitos y la atención que se tenga al determinar, documentar y gestionar los requisitos del proyecto será la clave del éxito del mismo.

Los requisitos se establecen al planificarse el cronograma, el coste y la calidad. El proceso comienza con el análisis de la información recopilada en el Acta de constitución del Proyecto y el Registro de Interesados.

Estos requisitos pueden clasificarse como soluciones de negocio, referidas a las necesidades de los interesados, y también como técnicas, referidas a la forma en que se llevarán a cabo estas necesidades. Se agrupan en dos categorías para un mejor refinamiento y nivel de detalle:

- ✓ Requisitos de negocio: son las necesidades de alto nivel de la organización.
- ✓ Requisitos de los interesados: describen las necesidades de los interesados.
- ✓ Requisitos de soluciones: describen todas características del resultado del proyecto que cumplirán los requisitos de negocio y de los interesados, ya sean funcionales y no funcionales.
- ✓ Requisitos de transición: describen capacidades temporales.
- ✓ Requisitos del proyecto: describe lo que el proyecto debe cumplir.
- ✓ Requisitos de calidad: describe las condiciones o criterios necesarios para aprobar la finalización con éxito de un entregable del proyecto.

3.2.3 Estructura de Desglose del Trabajo EDT

La Estructura de Desglose del Trabajo (EDT) es una descomposición jerárquica del producto entregable del proyecto que realizará el equipo de proyecto para cumplir con los objetivos del proyecto y crear los productos entregables requeridos.

La EDT o WBS (Work Breakdown Structure) en la gestión de proyecto es una de las principales herramientas a utilizar. Luego de quedar establecidos los objetivos del proyecto, se continuará con la realización del EDT, lograr los objetivos del proyecto y elaborar sus entregables. Además ayuda con la identificación de los paquetes de trabajo, responsables, presupuestos y recursos necesarios para llevar a cabo la ejecución de cualquier proyecto.

Este nivel de descomposición permite constituir los trabajos necesarios para el proyecto, de manera que se pueda definir, claramente y de forma individual, los distintos componentes y entregables que pasarán a formar parte del proyecto. En la creación de la EDT, el trabajo se deberá ir descomponiendo en trabajos más pequeños y más fáciles de manejar hasta llegar a un nivel de detalle claro y entendible. El último nivel de la EDT se constituirá de los paquetes de trabajos y es el nivel donde se mostrarán los entregables que tendrá el proyecto.

La EDT se crea a partir del Enunciado del Alcance del proyecto. Al descomponer todo el trabajo, la EDT muestra lo que se va a entregar, es decir los productos entregables, y no las actividades que se han realizado para obtener dichos entregables. En la EDT no se muestran ni fechas, ni recursos ni actividades como se mencionó antes. Cuando está hecha la descomposición total de los trabajos, se puede decir que se tiene organizado, de forma jerárquica, y definido el alcance total del proyecto que se muestra en forma de entregables.

El éxito del proyecto se logrará con una correcta elaboración y ejecución del EDT y sus posibles ajustes a los posibles cambios de alcance que puedan ocurrir durante la realización del proyecto.

La **EDT** influye en:

- El Control del proyecto: la EDT se utiliza como referencia para los hitos de control que se establezcan.
- La gestión del tiempo: el cronograma se basa en los componentes y paquetes de trabajo desglosados en la EDT, se identifican las actividades y se establecen los plazos.
- La gestión de costes: a partir de la EDT se obtiene la Estructura Desglosada de Costes (CBS). El presupuesto inicial del proyecto se consigue de la EDT para la realización del Plan de referencia de costes del proyecto.
- La gestión de compras: la planificación eficiente depende de las compras necesarias establecidas para cada componente/paquete de trabajo del EDT.

Como se ha detallado, la importancia de un buen EDT y su correcta gestión influyen en todos los aspectos de un proyecto, siendo un elemento básico y unificador del mismo.

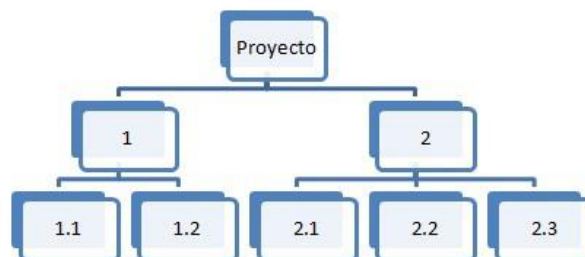


Figura 3-2. Ejemplo de niveles en la EDT

3.2.4 Diccionario de la EDT

El diccionario de la EDT es un documento que brinda información específica sobre los entregables, actividades y programación de cada uno de los componentes de la EDT/WBS. Este diccionario consiste en un documento de apoyo a la EDT. La información incluida en el diccionario de la EDT puede presentar:

- El identificador del código de cuenta,
- La descripción del trabajo,
- Los supuestos y restricciones,
- La organización responsable,
- Los hitos del cronograma,
- Las actividades asociadas del cronograma,
- Los recursos necesarios,
- Las estimaciones de costes,
- Los requisitos de calidad,
- Los criterios de aceptación,
- Las referencias técnicas, y
- La información sobre acuerdos.

El Diccionario es un elemento clave para preparar y detallar planificación del alcance del proyecto. Este diccionario describe los trabajos a realizar por cada paquete de trabajo de la EDT, además permite que el trabajo resultante coincida con lo que necesita. Esta herramienta, mediante el uso de habilidades de gestión e inspección constantes, puede ser utilizada para evitar que no se cumpla el alcance.

El diccionario de la EDT constituye una salida del proceso de creación de la EDT. Permite un mejor control de los paquetes de trabajos, si se han o no ejecutado. Este diccionario ayuda al desarrollo del proyecto poniendo límites sobre lo que está concluido en el paquete de trabajo.

3.2.5 Entregables

Los entregables constituyen cualquier producto, resultado o capacidad de proporcionar un servicio, único y verificable, que se elaboran para concluir un proyecto o parte del mismo. Los entregables son elementos tangibles que se completan para conseguir los objetivos del proyecto y pueden incluir elementos del plan para la dirección del proyecto.

Existen los entregables intermedios o internos, empleados para producir los entregables finales que se aprobará por parte del cliente del proyecto. Los entregables permiten la definición del alcance del proyecto, mientras que el avance del trabajo en el proyecto debe ser controlado mediante el progreso de los entregables.

Cuando los entregables son aceptados significa que las especificaciones están superadas por el producto. Los entregables que cumplen con los criterios de aceptación son formalmente firmados y aprobados por el cliente o el patrocinador.

3.3 Gestión del Tiempo del Proyecto

La gestión del tiempo del proyecto encierra a todos los procesos necesarios para administrar la terminación del proyecto a tiempo. La descripción general de estos procesos se muestra a continuación:

- *Planificar la Gestión del Cronograma:* se planifica, desarrolla, gestiona, ejecuta y controla mediante el establecimiento de la documentación, procedimientos y política.
- *Definir las actividades:* para generar los entregables del proyecto, se identifican y documentan las actividades específicas que se deben llevar a cabo.
- *Secuenciar las actividades:* identifica las relaciones que existen entre las actividades.
- *Estimar los recursos de las actividades:* para la realización de todas las actividades se estima el tipo y cantidades de materiales, recursos humanos, equipos o suministros necesarios.
- *Estimar la duración de las actividades:* para el cierre de cada una de las actividades con los recursos estimados se valora la cantidad de períodos de trabajos que serán necesarios.
- *Desarrollar el cronograma:* para la creación del modelo de programación del proyecto analiza las secuencias de las actividades con sus duraciones, especificaciones de recursos y sus restricciones del cronograma.
- *Controlar el cronograma:* para cumplir con el plan, se vigilan los estados de cada actividad, actualizando el avance del mismo y gestionando los cambios en la línea de base del cronograma.

3.3.1 Desarrollo del Cronograma

El desarrollo del cronograma constituye el proceso de considerar las sucesiones de las actividades, duraciones, especificaciones de los recursos y restricciones del cronograma para establecer el modelo de programación del proyecto. Desarrollar el cronograma permitirá que se genere un modelo de programación con las fechas planificadas para completar las actividades del proyecto. Este cronograma se debe actualizar según avanza el proyecto, de acuerdo a las actualizaciones del plan para la dirección del Proyecto y la evolución de riesgo.

Para el desarrollo del cronograma se mencionaran algunos ejemplos de posibles entradas, las herramientas y técnicas, además de sus salidas.

Entradas

- Plan de Gestión del Cronograma: Define los métodos, técnicas y las herramientas de organización que se emplearán en el proyecto para lograr el desarrollo del cronograma y la manera en que se debe calcular.
- Lista de actividades con sus atributos: Señala las actividades con sus detalles que se deben añadir al modelo de programación.

- Diagrama de Red: Incluirán las relaciones lógicas entre las actividades a realizar del proyecto para calcular el cronograma.
- Requisitos y calendario de los recursos: Tipos y cantidades de recursos necesarias para cada actividad, donde los calendarios muestran la información de la disponibilidad de estos durante el proyecto.
- Estimados de la duración de las Actividades: Evaluaciones cuantitativas de los posibles períodos de tiempo del trabajo necesarios para culminar una actividad.
- Enunciado del alcance del Proyecto: este enunciado presenta restricciones y supuestos que es posible que afecte al desarrollo del cronograma.
- Asignaciones de Personal al Proyecto: Especifican los recursos que se asignan a cada una de las actividades.
- Estructura de Desglose de Recursos: Brinda los detalles necesarios para el análisis de los recursos y el reporte organizacional.
- Factores ambientales y Activos de los procesos de la Organización: En los factores ambientales que influyen en el proceso está incluida la herramienta de organización utilizada para desarrollar el cronograma, mientras que la metodología de planificación y el calendario de trabajo afectan el desarrollo del cronograma del proyecto ya que son activos de los procesos de la organización.

Herramientas y técnicas

- Análisis de la Red del Cronograma: Son las técnicas empleadas para la creación del cronograma del proyecto, calculando las fechas de inicio y finalización, tempranas o no, de las actividades del mismo: métodos de la ruta y de las cadenas críticas, análisis “¿Qué pasa si...?” y nivelación de recursos.
- Método de la ruta crítica: Este método se encarga del cálculo de las fechas teóricas de inicio y finalización tempranas o no, para cada una de las actividades, donde no considera las limitaciones de los recursos. Consiste en realizar un recorrido hacia adelante y hacia atrás analizando toda la red del Cronograma. El resultado final de la aplicación de esta técnica será un cronograma para el proyecto, donde se podrá conocer la duración total del mismo, y la clasificación de las actividades según su criticidad: crítica (sin holgura o con retrasos) y no críticas (con holgura). Esta técnica se utiliza para saber el nivel de flexibilidad del tiempo que tendrá el proyecto.
- Método de la cadena crítica: Se modifica el cronograma teniendo en cuenta la restricción de los recursos. Cuando se determina la ruta crítica se incluye la disponibilidad de recursos y se determina el resultado. Esta nueva ruta crítica, se le llama cadena crítica. El método añade colchones de duración, que constituyen actividades del cronograma que no requieren trabajo y que se utilizan para manejar la incertidumbre. El colchón del proyecto es el que se coloca al final de la cadena crítica, tiene el objetivo de enfrentar cualquier retraso a lo largo de la cadena crítica. Este método se enfoca en la gestión de las duraciones restantes de los colchones en función de las duraciones restantes de las cadenas de tareas, en lugar de gestionar la holgura total de los caminos de red.

- Optimización de recursos: Las técnicas de optimización de recursos permiten ajustar el modelo de programación en dependencia de la demanda y la provisión de los recursos. Las técnicas de Nivelación de recursos y la de Equilibrio de los mismos ajustan las actividades del cronograma de forma que las necesidades de los recursos no excedan ciertos límites.
 - *Nivelación de Recursos*: Esta técnica se emplea con el objetivo de equilibrar la demanda de los recursos a través de la oferta disponible. La técnica ajusta las fechas de inicio y finalización en base a las restricciones de los recursos. Puede modificar la ruta crítica e incrementar el cronograma.
 - *Equilibrado de Recursos*: consiste en el ajuste de las actividades de tal forma que las necesidades de los recursos no superen los límites de los recursos predefinidos. Es posible que no permita la optimización de los recursos. Solo permite retrasar las actividades según su holgura, es decir, no modifica la ruta crítica.
- Análisis “¿Qué pasa si...?”: es una técnica de modelado que realiza diferentes simulaciones en distintos escenarios para determinar cómo podría variar el cronograma y cómo será su efecto, negativo o positivo, sobre los objetivos del proyecto. Puede ser usada para valorar la viabilidad del proyecto en condiciones adversas.
- Aplicación de adelantos y retrasos: son refinamientos que se emplean durante el análisis de la red para desarrollar un cronograma viable.
- Compresión del Cronograma: sin la modificación del alcance, consiste en reducir o acortar la duración del cronograma. Las técnicas utilizadas para ello son:
 - *Compresión*: Adiciona recursos para acortar la duración. Se debe alcanzar la máxima compresión con el menor coste posible.
 - *Ejecución rápida*: Para acotar el cronograma realiza las actividades paralelamente. Puede provocar riesgos. Se puede aplicar solamente en las actividades que pueden superponerse.

Salidas

- Cronograma del Proyecto: Como mínimo deberá contener una fecha de inicio y una fecha de finalización programadas para cada una de las actividades. Puede presentarse con uno de estos formatos:
 - *Cronograma de hitos*: Sólo identifican las fechas de inicio o finalización de los entregables principales e interface externa clave.
 - *Diagrama de barras*: presenta la lista de las actividades, fechas y duraciones fáciles de leer. Conocido también como diagrama de Gantt.
 - *Diagrama de red*: Muestra las actividades en el nodo y sus relaciones sin intervalos de tiempo. Estos diagramas cuando presentan la información de la fecha de las actividades, muestran la lógica de la red del proyecto y las actividades del cronograma que se encuentran dentro de la ruta crítica del proyecto.
- Línea base del Cronograma: El equipo de dirección del proyecto acepta y aprueba la línea base del cronograma, con fechas de inicio y fechas de finalización. Es un componente del plan para la dirección del Proyecto.
- Datos del Cronograma: Incluye toda la información relativa a hitos, actividades con sus atributos, histograma y/o calendario de recursos, diferentes alternativas a la

nivelación de recursos, reservas para contingencias, supuestos, restricciones entre otros.

- Actualizaciones a los Documentos del Proyecto: Requisitos de recursos de la actividad, atributos de las actividades, el calendario y el registro de riesgos.

3.3.2 Controlar el Cronograma

El control del cronograma consiste en la actualización del avance del proyecto y gestionar los cambios de la línea base del cronograma para cumplir el plan, a través de la monitorización del estado de las actividades del proyecto.

Este control se utiliza para determinar los medios para descubrir las desviaciones del proyecto con respecto al planificado, donde luego se establecen acciones correctivas para minimizar el riesgo. La actualización del modelo de programación requiere conocer el desempeño real hasta la fecha.

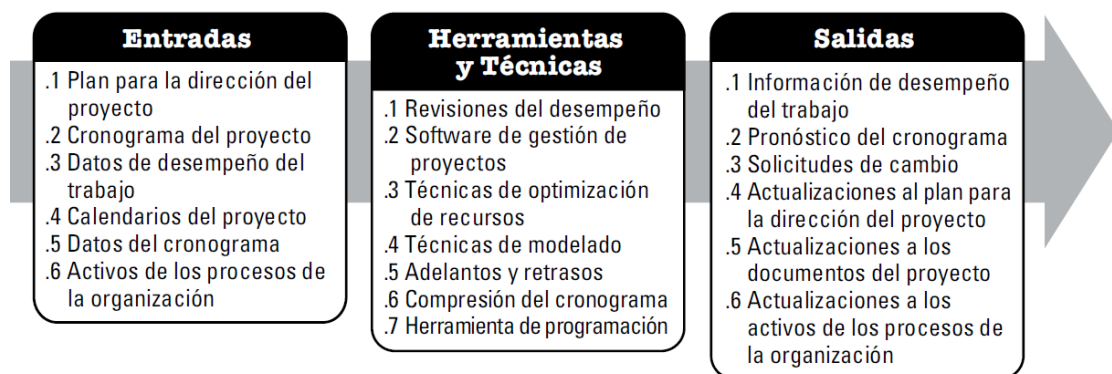


Figura 3-3. Entradas, Herramientas y Técnicas, y Salidas del Control del Cronograma.

El cambio en la línea de base del cronograma sólo se aprueba mediante del proceso Realizar el Control de Cambios, este proceso incluye: determinar el estado actual del cronograma del proyecto, influir en los factores que generan cambios en el cronograma, determinar si el cronograma del proyecto ha cambiado, y gestionar los cambios reales conforme se producen.

El proceso Controlar el Cronograma se ocupa entre otras cosas de la determinación del estado actual del cronograma del proyecto a través de la comparación de la cantidad total del trabajo entregado y aceptado con respecto a las estimaciones de trabajo completado para el ciclo de tiempo transcurrido. Este proceso se encarga de llevar a cabo el control de las retrospectivas para corregir y mejorar procesos de ser necesario. Determina además, la velocidad a que se genera, valida y acepta los entregables en tiempo por iteración. El control del cronograma se vuelve a priorizar el trabajo que está pendiente. Incluye la determinación que el cronograma del proyecto ha cambiado y gestiona los cambios reales a medida que se producen.

Las revisiones del desempeño consienten en la medición, comparación y el análisis del desempeño del cronograma, como pueden ser las fechas reales de inicio y finalización del

proyecto o de cada actividad, el porcentaje completado y la duración restante para completar el trabajo que se está ejecutando. Existen diferentes técnicas que se pueden emplear:

- **Análisis de tendencias:** Analiza el desempeño del proyecto a lo largo del tiempo para, identificando si está mejorando o se está deteriorando. Las técnicas de análisis gráfico son muy importantes ya que permiten comprender el desempeño a la fecha y compararlo con las metas de desempeño futuras, en términos de fechas de finalización.
- **Método de la ruta crítica:** Como se ha explicado anteriormente, este método permite comparar el avance durante la ruta crítica que posibilita la ayuda para determinar el estado del cronograma. La fecha final del proyecto se verá afectada directamente por la variación en la ruta crítica. La evaluación del avance en las actividades de rutas cercanas a la crítica podría identificar riesgos del cronograma.
- **Método de la cadena crítica:** Como ya se ha explicado este método anteriormente, para determinar el estado del cronograma realiza la comparación entre la cantidad de colchón restante y la cantidad de colchón necesario para proteger la fecha de entrega. La implantación de una acción correctiva será adecuada en dependencia de la diferencia entre el colchón requerido y el colchón restante.
- **Gestión del valor ganado:** Serán utilizadas para la evaluar las magnitudes de la desviación con respecto a la línea base original del cronograma las medidas de desempeño del cronograma, tales como: la variación del cronograma (SV) y el índice de desempeño del cronograma (SPI). La variación de la holgura total y de la finalización temprana son también componentes fundamentales de la planificación de cara a evaluar el desempeño del proyecto en el tiempo. Los aspectos importantes del control del cronograma del proyecto se incluyen la determinación de la causa y del grado de desviación con relación a la línea base del cronograma, la estimación de las implicaciones de esas desviaciones para completar el trabajo futuro y la decisión con respecto a la necesidad de emprender acciones correctivas o preventivas. Para proyectos que no gestionan el valor ganado, se pueden realizar análisis de variaciones similares, mediante la comparación entre las fechas programadas de comienzo y finalización de las actividades, y así identificar desviaciones entre la línea base del cronograma y el avance real del proyecto. Se puede realizar un análisis más detallado para determinar la causa y el grado de desviación con respecto a la línea base y la necesidad o no de acciones correctivas o preventivas.

3.3.3 Hitos

Un hito constituye un punto o evento significativo dentro de un proyecto. Un hito será una tarea de duración cero que significa que se ha conseguido un logro importante en el proyecto. Los hitos son utilizados para conocer el avance del proyecto sin estar familiarizado con el mismo.

Constituyen un trabajo de duración cero porque representan un logro, un punto, un momento en el proyecto. Existen dos tipos de hitos el obligatorio, exigido por contrato y el opcional, basado en información histórica.

Los hitos son la forma que más amplia de monitorear la ejecución de un proyecto. Los hitos forman una serie de etapas dentro de un mismo proyecto. Los hitos se determinan a partir la planificación previa del proyecto, revisándose a medida que avanza el trabajo y se pueden ir modificando según las necesidades del proyecto o cliente. Estos forman partes indispensables en los proyectos que siguen una metodología ágil.

3.3.4 Actividades

El proceso de definir las actividades se utiliza para la identificación y documentación de las acciones específicas que se deben realizar para generar los entregables del proyecto. Lo principal que permite este proceso es el desglose de los paquetes de trabajo en actividades que proporcionan una base para la estimación, programación, ejecución, monitoreo y control del trabajo del proyecto.

El proceso de la creación de la EDT identifica los entregables del nivel más bajo de la EDT que corresponden al paquete de trabajo. Estos se descomponen en componentes más pequeños nombrados actividades, los cuales simbolizan el trabajo que es necesario para completar los paquetes de trabajo. Las actividades representan el esfuerzo necesario para completar un paquete de trabajo

3.4 Gestión de los Costes del Proyecto

La gestión del coste del proyecto incluye todas las actividades necesarias para la planificación, estimación, obtención del plan de referencia de costes y el control de costes, con el objetivo de completar el proyecto dentro del presupuesto fijado.

- **Planificar la Gestión de los Costes:** Este proceso establece las políticas, los procedimientos y la documentación necesarios para planificar, gestionar, ejecutar el gasto y controlar los costes del proyecto.
- **Estimar los Costes:** Es el proceso que permite desarrollar una aproximación de los recursos financieros necesarios para completar las actividades del proyecto.
- **Determinar el Presupuesto:** Proceso que consiste en la suma de los costes estimados de las actividades individuales o de los paquetes de trabajo para establecer una línea base de coste autorizada.
- **Controlar los Costes:** Este proceso monitorea el estado del proyecto para actualizar los costes del mismo y gestionar posibles cambios a la línea base de costes.

Cuando se gestionan los costes el proceso de Gestión de los costes del Proyecto debería tener en cuenta los requisitos de los interesados. La Gestión de los Costes se incluye mayormente del coste de los recursos necesarios para completar las actividades del proyecto.

El desempeño de los procesos es eficiente y coordinado, ya que el esfuerzo de planificación de la gestión de los costes tiene lugar en las etapas iniciales de la planificación del proyecto y establece el marco de referencia para cada uno de los procesos de gestión de los costes.

3.4.1 Estimar los Costes

El proceso de Estimar los Costes permite, para completar las actividades, desarrollar una estimación aproximada de los recursos monetarios necesarios. La importancia de este proceso radica en que determina el monto de los costes requerido para completar el trabajo del proyecto. Esta estimación se realiza para todos los recursos que se asignan al proyecto.

La estimación de costes se realiza mediante un pronóstico que se basa en la información disponible en un momento determinado. Estos incluyen la identificación y consideración de diversas opciones para el cálculo de costes al iniciar y completar el proyecto.

Esta estimación será más exacta a medida que el proyecto avanza a través de su ciclo de vida, por lo que se deben examinar y refinar las estimaciones de costes durante el proyecto para ir mostrando los detalles añadidos cuando van apareciendo y van probando los supuestos de partida.

A continuación se mencionan algunas herramientas y técnicas que se utiliza en este proceso:

- Estimación análoga: Emplea el coste real de proyectos anteriores que son similares como base para la estimación el coste del proyecto actual, donde se puede, a veces, ajustar en función de diferencias conocidas en la complejidad del proyecto. Este método es utilizado para estimar un valor cuando existe poca información detallada sobre el proyecto, empleando la información histórica y juicio de expertos. La estimación análoga es más fiable cuando los proyectos anteriores sean muy similares y cuando los responsables de efectuar las estimaciones poseen la experiencia necesaria. Es un método menos coste y más rápido que otros, pero es menos exacto.
- Estimación paramétrica: Consiste la utilización de información histórica importante para la estimación de costes futuros. Obtiene niveles superiores de exactitud. Se puede emplear en todo o partes del proyecto.
- Estimación ascendente: Permite en la estimación de los costes de los componentes de trabajo. Se estima el coste de cada uno de los paquetes de trabajos o actividad, con el máximo de detalle posible, de forma que el coste se simplifique en niveles superiores.
- Estimación por tres valores: Mejora la exactitud de las estimaciones de costes de una actividad única teniendo en cuenta la incertidumbre y el riesgo y se utiliza tres estimados para definir un rango aproximado de coste de una actividad: Más probable (**m**), Optimista (**o**), Pesimista (**p**) y Esperada (**e**), donde si es utilizada una distribución beta se aplican estas ecuaciones:
 - Coste estimado = $(o+4m+p)/6$
 - Desviación típica = $(p-o)/6$Las estimaciones que emplean esta ecuación proporcionan una mayor exactitud, y los tres valores aclaran el rango de incertidumbre de las estimaciones de costes.

3.4.2 Determinar el Presupuesto

Proceso que se encarga de sumar los costes estimados de las actividades o de los paquetes de trabajo con el objetivo de establecer una línea base de coste autorizada. Este proceso facilita el control y monitorización del desempeño del trabajo mediante la determinación de la línea base de costes.

El presupuesto del proyecto contiene todos los fondos destinados para su ejecución. La reservas de gestión no está incluida en la línea base de costes. Esta línea, desde las distintas fases del proyecto, constituye la versión aprobada del presupuesto del mismo.

Para la determinación del presupuesto serán necesarios, entre otros:

- Plan de gestión de costes.
- Línea de base del alcance que incluirá el enunciado del alcance del proyecto y la EDT con su diccionario.
- Estimación de costes de las actividades.
- Base de las estimaciones.
- Cronograma del proyecto.
- Calendario de recursos.
- Registro de riesgos.

La Agregación de costes es una de las técnicas que se emplean en este proceso. Consiste en la suma de las estimaciones de costes por paquetes de trabajo utilizando de referencia la EDT, luego se agregan para los niveles superiores y finalmente para todo el proyecto. La determinación del presupuesto, a través de técnicas como la anteriormente descrita, logra la determinación de la línea base de costes, los requisitos de financiamiento del proyecto y las actualizaciones a los documentos del mismo.

Las estimaciones de costes que dan lugar a la línea base de costes están directamente sujetas a las actividades del cronograma, esto permite disponer de una visión por fases de la línea base de costes, que se representa típicamente como una curva en S.

Las actualizaciones se realizarán a los documentos más propensos como pueden ser: El registro de riesgos, La estimación de costes de las actividades, y El cronograma del proyecto.

3.4.3 Control de Costes

El control de costes es el proceso de monitorización del estado del proyecto con el objetivo de actualizar los costes del mismo y realizar posibles cambios en la línea base de costes. Este proceso brinda los medios que ayudan a detectar las desviaciones con respecto a lo planificado, lo que permite tomar las acciones correctivas que sean necesarias y así minimizar el riesgo.

La gestión de la línea base de costes aprobada y la de los cambios de la misma constituyen la base para lograr un control de costes eficaz. El control de costes del proyecto puede incluir:

- Asegurar que todas las solicitudes de cambio se realicen de manera adecuada.

- Controlar el desempeño del trabajo con respecto a los gastos en los que se ha incurrido.
- Comunicar a los interesados del proyecto sobre todos los cambios aprobados y costes asociados.
- Gestionar los cambios reales cuando y conforme suceden.
- Intervenir sobre los factores que provocan cambios en la línea base de costes autorizada.
- Asegurar que los gastos no superen los fondos permitidos por período.
- Ejecutar las acciones necesarias para conservar los excesos de costes pronosticados dentro de límites admisibles.

Para la realización de este proceso serán necesarios el Plan de dirección del proyecto que contendrá la Línea base de costes y Plan de gestión de costes, además se tendrá en cuenta los Requisitos de financiamiento del proyecto y los Datos de desempeño del trabajo que contiene los costes autorizados y los costes en los que se ha incurrido en el proyecto.

La Gestión del valor ganado (EVM) es una herramienta que se utiliza en el proceso del control de costes. Constituye una metodología que combina medidas de alcance, cronograma y recursos para evaluar el desempeño y el avance del proyecto. El EVM define y controla tres dimensiones necesarias para cada paquete de trabajo:

- El valor planificado (PV) es el presupuesto autorizado que se ha asignado al trabajo programado.
- El valor ganado (EV) es la medida del trabajo realizado en términos de presupuesto autorizado para dicho trabajo.
- El coste real (AC) es el coste incurrido por el trabajo llevado a cabo en una actividad durante un período de tiempo específico.

Algunas de las otras herramientas y técnicas que se emplean en este proceso será la de Pronósticos, que consiste en la realización de pronósticos a medida que avanza el proyecto ya sea: pronóstico de la estimación a la conclusión (EAC) o del pronóstico de presupuesto hasta la conclusión (BAC), sobre la base del desempeño del proyecto. También como otras herramientas está el Índice de desempeño del trabajo por completar (TCPI) y las Revisiones del desempeño.

3.4.4 Resumen del Análisis del Valor Ganado según PMBOK

Abreviatura	Nombre	Definición del Léxico	Cómo se usa	Fórmula	Interpretación del Resultado
PV	Valor Planificado	El presupuesto autorizado que ha sido asignado al trabajo programado.	El valor del trabajo planificado hasta un determinado momento, generalmente la fecha de corte o la de finalización del proyecto.		
EV	Valor Ganado	La medida del trabajo realizado, expresado en términos del presupuesto autorizado para dicho trabajo.	El valor planificado de todo el trabajo completado (ganado) hasta un determinado momento, generalmente la fecha de corte, sin referencia a los costos reales.	$EV = \text{suma del valor planificado del trabajo realizado.}$	
AC	Costo Real	El costo incurrido por el trabajo llevado a cabo en una actividad durante un determinado periodo de tiempo.	El costo real de todo el trabajo realizado hasta un determinado momento, generalmente la fecha de corte.		
BAC	Presupuesto hasta la Conclusión	La suma de todos los presupuestos establecidos para el trabajo a realizar.	El valor de la totalidad del trabajo planificado, la línea base de costos del proyecto.		
CV	Variación del Costo	El monto del déficit o superávit presupuestario en un momento dado, expresado como la diferencia entre el valor ganado y el costo real.	La diferencia entre el valor del trabajo realizado hasta un determinado momento, generalmente la fecha de corte, y los costos reales en ese mismo momento.	$CV = EV - AC$	Positiva = Por debajo del costo planificado Neutra = Igual al costo planificado Negativa = Por encima del costo planificado
SV	Variación del Cronograma	La medida en que el proyecto está adelantado o retrasado en relación con la fecha de entrega planificada, en un determinado momento, expresada como la diferencia entre el valor ganado y el valor planificado.	La diferencia entre el valor del trabajo realizado hasta un determinado momento, generalmente la fecha de corte, y el trabajo planificado que debería estar finalizado en ese mismo momento.	$SV = EV - PV$	Positiva = Adelanto con respecto al cronograma Neutra = De acuerdo con el cronograma Negativa = Retraso con respecto al cronograma
VAC	Variación a la Conclusión	Proyección del monto del déficit o superávit presupuestario, expresada como la diferencia entre el presupuesto al concluir y la estimación al concluir.	La diferencia estimada en costo a la conclusión del proyecto.	$VAC = BAC - EAC$	Positiva = Por debajo del costo planificado Neutra = Igual al costo planificado Negativa = Por encima del costo planificado

CPI	Índice de Desempeño del Costo	Una medida de la eficiencia en costos de los recursos presupuestados expresada como la razón entre el valor ganado y el costo real.	Un CPI de 1,0 significa que el proyecto está exactamente en el presupuesto, que el trabajo realizado hasta el momento es exactamente igual al costo hasta la fecha. Otros valores muestran el porcentaje de los costos que han sobrepasado o que no han alcanzado la cantidad presupuestada para el trabajo realizado.	$CPI = EV/AC$	Mayor que 1,0 = Por debajo del costo planificado Costo Exactamente 1,0 = En el costo planificado Menor que 1,0 = Por encima del costo planificado
SPI	Índice de Desempeño del Cronograma	Una medida de la eficiencia del cronograma que se expresa como la razón entre el valor ganado y el valor planificado.	Un SPI de 1,0 significa que el proyecto se ajusta exactamente al cronograma, que el trabajo realizado hasta el momento coincide exactamente con el trabajo planificado hasta la fecha. Otros valores muestran el porcentaje de los costos que han sobrepasado o que no han alcanzado la cantidad presupuestada para el trabajo realizado.	$SPI = EV/PV$	Mayor que 1,0 = Adelanto con respecto al cronograma Exactamente 1,0 = Ajustado al cronograma Menor que 1,0 = Retraso con respecto al cronograma
EAC	Estimación a la Conclusión	El costo total previsto de completar todo el trabajo, expresado como la suma del costo real a la fecha y la estimación hasta la conclusión.	Si se espera que el CPI sea el mismo para el resto del proyecto, se puede calcular EAC con la fórmula: Si el trabajo futuro se va a realizar según la tasa planificada, utilizar: Si el plan inicial ya no fuera viable, utilizar: Si tanto CPI como SPI tienen influencia sobre el trabajo restante, utilizar:	$EAC = BAC/CPI$ $EAC = AC + BAC - EV$ $EAC = AC + ETC$ ascendente. $EAC = AC + [(BAC - EV)/(CPI \times SPI)]$	
ETC	Estimación hasta la Conclusión	El costo previsto para terminar todo el trabajo restante del proyecto.	Si se asume que el trabajo está avanzando de acuerdo con el plan, el costo para completar el trabajo autorizado restante se puede calcular mediante la utilización de: Volver a estimar el trabajo restante de manera ascendente.	$ETC = EAC - AC$ $ETC =$ Volver a estimar	
TCPI	Índice de Desempeño del Trabajo por Completar	Medida del desempeño del costo que se debe alcanzar con los recursos restantes a fin de cumplir con un objetivo de gestión especificado, expresada como la tasa entre el costo para culminar el trabajo pendiente y el presupuesto restante.	La eficiencia que es preciso mantener para cumplir el plan. La eficiencia que es preciso mantener para completar la EAC actual.	$TCPI = (BAC - EV)/(BAC - AC)$ $TCPI = (BAC - EV)/(EAC - AC)$	Mayor que 1,0 = Más difícil de completar Exactamente 1,0 = Igual Menor que 1,0 = Más fácil de completar Mayor que 1,0 = Más difícil de completar Exactamente 1,0 = Igual Menor que 1,0 = Más fácil de completar

Figura 3-4. Resumen del Análisis del Valor Ganado

3.5 Gestión de los Riesgos del Proyecto

El riesgo en un proyecto es un evento o condición que si ocurre tiene un efecto, positivo o negativo, sobre los objetivos del proyecto. Los riesgos al ser inherentes a los proyectos será necesario realizar una gestión de riesgos eficientes para minimizar su probabilidad e impacto.

La gestión de riesgos del proyecto contiene diversos procesos para llevar a cabo la planificación de la gestión de riesgos además de la identificación, análisis, planificación de respuesta y control de los riesgos de un proyecto. Este proceso permite aumentar la probabilidad y el impacto de los eventos positivos, y disminuir la probabilidad y el impacto de los eventos negativos en el proyecto.

Si se produce un riesgo podría tener un efecto, positivo o negativo, en uno o más de los objetivos del proyecto donde podrán existir varias causas y tener impactos en el alcance, el coste, el cronograma, la calidad o el desempeño del proyecto.

La gestión de los riesgos será necesaria para lograr que los efectos sobre el proyecto sea lo mínimo posible, por lo que se pretende influir sobre los factores que puedan provocar la aparición de los mismos.

En este capítulo se mostrarán los procesos que conforman la gestión de riesgos tales como:

- Planificación
- Identificación
- Análisis cuantitativo
- Análisis cualitativo
- Planificación de la respuesta
- Control

3.5.1 Planificar la Gestión de Riesgos

Esta planificación constituye el proceso de precisar cómo se deberá realizar las actividades de gestión de riesgos de un proyecto. El objetivo de la planificación es mantener el tipo, el nivel y la claridad de los riesgos conforme tanto con la importancia del proyecto como con los riesgos para la organización

Esta planificación es fundamental para fomentar la comunicación y llegar a un acuerdo y apoyo de los interesados con el objetivo de que este proceso se lleve a cabo y que sea respaldado eficazmente durante el todo el ciclo de vida del proyecto.

El proceso de planificar la gestión de los riesgos se realiza a través de diferentes técnicas y herramientas, como son:

- Juicio de expertos: se recopila el juicio y la experiencia de individuos o grupos con conocimientos especializados o con la capacitación de los conocimientos especializados en el tema en cuestión para la definición de este plan.
- Técnicas analíticas: Se utilizan para entender y definir el contexto general de la gestión de riesgos del proyecto. Este contexto es una composición entre las actitudes de los interesados de acuerdo al riesgo y la exposición al riesgo

estratégico de un determinado proyecto sobre la base del contexto general del proyecto.

- Reuniones: Se celebran reuniones de planificación para desarrollar el plan de gestión de los riesgos. Estas reuniones son asistidas por los diferentes interesados del proyecto.

3.5.2 Identificación de los Riesgos.

La identificación de los riesgos es el proceso que consiste en determinar los riesgos que posiblemente afectarán al proyecto, documentando sus características. El objetivo del proceso es registrar los riesgos que existen además del conocimiento y la capacidad que conlleva al equipo del proyecto para predecir eventos.

El equipo del proyecto se debe implicar en este proceso de manera que pueda desarrollar y mantener un sentido de propiedad y responsabilidad por los riesgos y las acciones de respuesta asociada. Este proceso es iterativo porque pueden evolucionar o descubrir nuevos riesgos a medida que avanza el ciclo de vida del proyecto. Varía de una situación a otra la frecuencia de iteración y la participación en cada ciclo.

Entre alguna de las herramientas y las técnicas que se desarrollan en este proceso se tiene:

- Revisiones a la documentación.
- Técnicas de Recopilación de Información:
 - *Tormenta de ideas*: Su finalidad es conseguir una lista completa de los riesgos del proyecto a través de un grupo multidisciplinario de expertos.
 - *Técnica Delphi*: Es una modo de lograr un consenso de expertos, a través de un cuestionario, de manera anónima.
 - *Entrevistas*: Se realizan entrevistas a los participantes experimentados del proyecto, a los interesados y a los expertos en la materia.
 - *Análisis de causa raíz*: Es una técnica que identifica un problema, determina sus causas y desarrolla las acciones preventivas.
- Análisis con Lista de Verificación: Se desarrollan a partir de otros proyectos similares y de otras fuentes de información
- Análisis FODA: Analiza cada uno de los aspectos Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas para incrementar la visión de riesgos identificados, incluidos los riesgos generados internamente.

3.5.3 Análisis Cualitativo de Riesgos

El proceso consiste en dar prioridad a los riesgos para su análisis o acción posterior a través de la evaluación y combinación de la probabilidad de ocurrencia e impacto. Su objetivo es disminuir el nivel de incertidumbre y enfocarse en los riesgos de mayor prioridad.

El proceso de análisis cualitativo de riesgos se realiza durante todo el ciclo de vida del proyecto, definiéndose en el plan de gestión de los riesgos del proyecto. Este proceso puede conducir a realizar el proceso de análisis cuantitativo de riesgos o directamente al proceso de planificar la respuesta a los riesgos.

El análisis cualitativo de riesgos, una vez que son identificados a través de la probabilidad relativa de ocurrencia, valora la importancia del impacto correspondiente sobre los objetivos del proyecto si los riesgos se produjeran, así como de otros factores, tales como el plazo de respuesta y la tolerancia al riesgo por parte de la organización, asociados con las restricciones del proyecto en términos de coste, cronograma, alcance y calidad. Las evaluaciones muestran la actitud frente a los riesgos de los interesados.

Las principales técnicas que son utilizadas en este proceso son:

- Evaluación de Probabilidad e Impacto de los Riesgos

A los riesgos identificados, se evaluarán la probabilidad y el impacto. Esta técnica se enfoca primeramente en la probabilidad de ocurrencia de cada riesgo concreto mientras que la evaluación del impacto de los riesgos se centra en el efecto potencial de los mismos tanto positivos (oportunidades) como negativos (amenazas), a través de entrevistas o reuniones con expertos. Los riesgos con una baja calificación en cuanto a probabilidad e impacto serán archivados para futuro control.

Riesgo \ Impacto	Muy Bajo 0,05	Bajo 0,10	Moderado 0,20	Alto 0,40	Muy Alto 0,80
Exceso de costos (\$)	< 1%	1%-5%	5% - 10%	10% - 20%	> 20%
Exceso de plazos (días de exceso)	< 2	3 - 5	6 - 15	16 - 30	> 30
Mala calidad (fallas cada 10.000)	< 5	6-10	11-20	21-40	> 40

Figura 3-5. Ejemplo de Matriz Riesgo vs Impacto

- Matriz de Probabilidad e Impacto

La tabla de búsqueda o también llamada como matriz de probabilidad e impacto se utiliza para la evaluación de la importancia de cada riesgo y de su prioridad de atención. Cada riesgo se califica de acuerdo con su probabilidad de ocurrencia y con el impacto sobre un objetivo, en caso de que se materialice. Las combinaciones de probabilidad e impacto de esta matriz califican a los riesgos con una prioridad baja, moderada o alta.

Impacto \ Probabilidad	Muy bajo 1	Bajo 2	Moderado 3	Alto 5	Muy alto 10
Muy baja 1	1	2	3	5	10
Baja 2	2	4	6	10	20
Moderada 3	3	6	9	15	30
Alta 4	4	8	12	20	40
Muy alta 5	5	10	16	25	50

Figura 3-6. Matriz de probabilidad e Impacto

Además de las técnicas mencionadas se utilizan las siguientes:

- Evaluación de la calidad de los datos sobre riesgos
- Categorización de riesgos

- Evaluación de la urgencia de los riesgos
- Juicio de expertos

3.5.4 Análisis Cuantitativo de Riesgos

El análisis cuantitativo de riesgos es el proceso de estudiar el efecto de los riesgos identificados sobre los objetivos generales del proyecto, numéricamente. El objetivo principal es generar información cuantitativa de los riesgos para la tomar decisiones que reduzcan la incertidumbre del proyecto.

Una vez realizado el análisis cualitativo de los riesgos se procederá al análisis cuantitativo por tener un posible impacto significativo sobre las demandas concurrentes del proyecto. Este proceso analiza el efecto de dichos riesgos sobre los objetivos del proyecto donde se utiliza en su mayoría para la evaluación del efecto acumulativo de todos los riesgos que afectan el proyecto.

El proceso Realizar el Análisis Cuantitativo de Riesgos se debe repetir, según las necesidades, como parte del proceso Controlar los Riesgos, para determinar si ha disminuido el riesgo del proyecto.

Existen muchas técnicas y herramientas para el proceso de análisis cuantitativo dentro de ellas tenemos las Técnicas de Recopilación y Representación de Datos, los cuales son:

- **Entrevistas:** constituye en cuantificar la probabilidad y el impacto de los riesgos sobre los objetivos del proyecto donde se basan en la experiencia y en datos históricos para. La información necesaria depende del tipo de distribuciones de probabilidad que se vayan a utilizar. La fiabilidad y la credibilidad del análisis son facilitadas a través de la documentación de la lógica de los rangos de riesgo y de los supuestos subyacentes.
- **Distribuciones de probabilidad:** simbolizan la incertidumbre que existe en valores como las duraciones de las tareas del cronograma y los costes de los componentes del proyecto. En la representación de eventos dudosos son utilizada las distribuciones discretas. Cuando no exista ningún valor obvio, como ocurre en la etapa inicial de concepción de un diseño, se puede usar las distribuciones uniformes.

Existen también las Técnicas de Análisis Cuantitativo de Riesgos y de Modelado:

- **Análisis de sensibilidad:** Determina los riesgos que tienen el mayor impacto potencial en el proyecto. Esta técnica se utiliza para entender la correlación entre las variaciones en los objetivos del proyecto y las variaciones en las diferentes incertidumbres. Además evalúa el grado en que la incertidumbre de cada elemento del proyecto afecta al objetivo que se está estudiando cuando todos los demás elementos inciertos son mantenidos en sus valores de línea base. Una representación típica del análisis de sensibilidad es el diagrama con forma de tornado.
- **Modelado y simulación:** Emplea un modelo que traduce las incertidumbres detalladas especificadas para el proyecto en su impacto potencial sobre los objetivos del mismo. Las simulaciones se ejecutan a través de la técnica Monte

Carlo. A través de la iteración, el modelo del proyecto se calcula muchas veces, donde son utilizados los valores de entrada que son seleccionados al azar para cada iteración a partir de las distribuciones de probabilidad para estas variables.

El juicio de expertos también forma parte de las herramientas utilizadas en el análisis cuantitativo de riesgos. Es empleado para identificar los impactos potenciales sobre el coste y el cronograma, para evaluar la probabilidad y definir las entradas tales como las distribuciones de probabilidad a las herramientas. Idealmente esta herramienta demanda a los expertos con experiencia relevante y reciente. Además se pretende identificar los impactos potenciales del coste y el cronograma, para evaluar la probabilidad y definir las entradas tales como las distribuciones de probabilidad a las herramientas. Estos expertos deben ser capaces de identificar las debilidades y fortalezas de las herramientas. El juicio de expertos también actúa para la interpretación de los datos.

3.5.5 Planificación de la Respuesta

Este proceso consiste en desarrollar las opciones y acciones para mejorar las oportunidades y reducir las amenazas a los objetivos del proyecto. El objetivo principal es abordar los riesgos en función de su prioridad, introduciendo recursos y actividades en el presupuesto, el cronograma y el plan para la dirección del proyecto, según las necesidades.

El proceso planificar la respuesta a los riesgos presenta las metodologías utilizadas para planificar las respuestas a los riesgos. Los riesgos incluyen las amenazas y las oportunidades que pueden afectar al éxito del proyecto, y se debaten las respuestas para cada una de ellas.

En la siguiente figura se muestra todo este proceso:

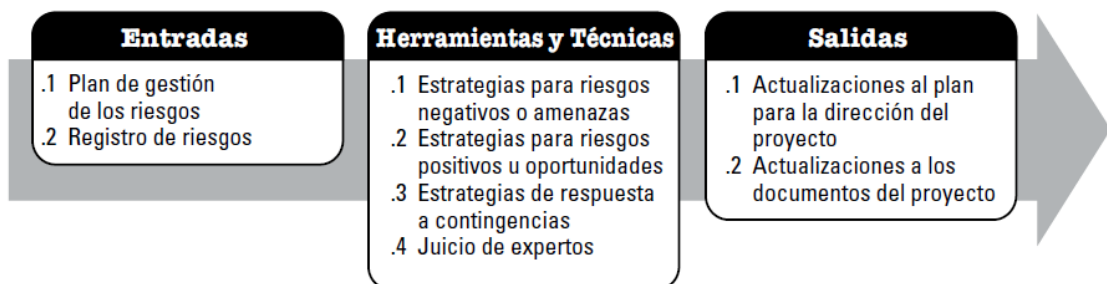


Figura 3-7. Proceso de planificar la respuesta.

3.5.6 Control de Riesgos

El control de los riesgos es donde se efectúan los planes de respuesta a los riesgos, se brinda el seguimiento necesario a los riesgos que se han identificado, además se monitorean los riesgos residuales, se identifican los nuevos riesgos y por último se evalúa la seguridad del proceso de gestión de los riesgos a través del proyecto. El objetivo principal es optimizar de manera continua las respuestas a los riesgos a

través del mejoramiento de la eficiencia del enfoque de la gestión de riesgos a lo largo del ciclo de vida del proyecto.

El trabajo del proyecto debe monitorearse de forma continua para detectar los riesgos nuevos, los riesgos que cambian o que se vuelven antiguos. Este proceso puede implicar la realización de un plan de contingencia o de reserva, la ejecución de acciones correctivas, la elección de estrategias alternativas y la transformación del plan para la dirección del proyecto.

Entre las técnicas y herramientas más utilizadas de este proceso se encuentran:

- **Revaluación de los Riesgos:** En este proceso de control muchas veces ocasiona la aparición de nuevos riesgos, la revaluación de los riesgos actuales y el cierre de riesgos obsoletos. Las revaluaciones de los riesgos tienen que programarse periódicamente.
- **Análisis de Reservas:** Se contrasta la cantidad de reservas para las contingencias restantes con la cantidad de riesgo en un momento dado del proyecto para saber si la reserva restante es suficiente.
- **Reuniones:** En las reuniones periódicas sobre el estado del proyecto la gestión de los riesgos del proyecto debe ser un punto del orden del día. El tiempo necesario que se empleará para tratar este asunto dependerá de los riesgos que se hayan identificado, de su prioridad y de la dificultad de respuesta.

3.5.7 Plan de Gestión de la Incertidumbre

Al estimarse la duración se puede mejorar si se tienen en cuenta la incertidumbre y el riesgo. La técnica más utilizada para estas estimaciones es la Técnica de Revisión y Evaluación de Programas (PERT). Se basa en 3 valores para mejorar el resultado de la estimación final, aplicable tanto a coste como a duración, tomando en consideración los factores de riesgo y variabilidad asociados con el proceso de estimación. Este método PERT utiliza tres estimaciones para definir un rango aproximado de duración de una actividad:

- **Más probable (b):** Se basa en la duración de la actividad en dependencia de los recursos que le sean asignados, de su productividad, de las expectativas realistas de disponibilidad para la actividad, de las dependencias de otros participantes y de las interrupciones.
- **Optimista (a):** Estima una duración de la actividad en el mejor escenario posible para esa actividad.
- **Pesimista (c):** Estima una duración de la actividad en el peor escenario posible para esa actividad.

La duración media es el tiempo que será utilizado para elaborar el cronograma, con las duraciones media de cada actividad se puede calcular la duración media del proyecto:

$$\text{Duración media} = \frac{t_{\text{optimista}} + t_{\text{pesimista}} + 4 \times t_{\text{más probable}}}{6}$$

$$\text{Duración media proyecto} = \sum \text{Duración media (tiempos del camino crítico)}$$

La desviación típica de una actividad será utilizada para analizar cuánto esta se puede retrasar, es decir la variabilidad del proyecto se puede calcular en dependencia de la variabilidad de las actividades que conforman el camino crítico:

$$\text{Desviación típica} = \frac{t_{\text{pesimista}} - t_{\text{optimista}}}{6}$$

$$DT_{\text{proyecto}} = \text{Desviación típica (proyecto)} = \sqrt{\sum_{\text{camino crítico}} (DT_{\text{actividad}}^2)}$$

Este sistema se ajusta más a la realidad para los que estiman, ya que piensan en tres escenarios posibles. El hecho de disponer tres tiempos posibles por actividad permite calcular el promedio y la desviación típica de las tareas.

Se debe tener en cuenta también que el 67% de las veces el proyecto dura entre:

$$\text{Duración media}_{\text{proyecto}} - DT_{\text{proyecto}} \text{ y } \text{Duración media}_{\text{proyecto}} + DT_{\text{proyecto}}$$

Esto quiere decir que el 67% de los casos se encuentran entre la duración media más / menos la desviación típica.

Además se tiene que el 95% de las veces el proyecto dura entre:

$$\text{Duración media}_{\text{proyecto}} - 2 \times DT_{\text{proyecto}} \text{ y } \text{Duración media}_{\text{proyecto}} + 2 \times DT_{\text{proyecto}}$$

Esto quiere decir que el 95% de los casos se encuentran entre la duración media más / menos dos desviaciones típicas.

Cuando se realiza el análisis de la secuenciación temporal de las actividades del proyecto queda definida la duración total del mismo y fecha de entrega. En esta fase se concretan las actividades críticas y el o los caminos críticos. Las actividades que integran el camino crítico determinan la duración del proyecto.

Si para la identificación de la duración de las actividades no se logra que sea inmediata es mejor la utilización de estas estimaciones planteadas anteriormente. La previsión de la fecha de entrega del proyecto no será exacta en estos casos y además estará sujeta a cierta variabilidad.

En este trabajo se realizará una primera hipótesis donde será utilizada la distribución Beta PERT para determinar la probabilidad de que el proyecto termine entre una u otra fecha. Luego se ejecutará la comprobación de la hipótesis anterior a través del Crystal Ball

3.6 Modelado, Simulación y Aplicaciones

A continuación se definen, según el PMBOK diferentes conceptos necesarios para la mejor comprensión de este trabajo.

Simulación: Una simulación usa un modelo de proyecto que traduce las incertidumbres especificadas a un nivel detallado, en su impacto posible sobre los objetivos planteados, para todo el proyecto. Las simulaciones de proyectos usan modelos informáticos y estimaciones de riesgo, que, generalmente, se expresan como una distribución de probabilidad de costes o duraciones posibles a un nivel de trabajo detallado y, normalmente, se realizan usando el análisis Monte Carlo.

Modelo de simulación: Es el conjunto de hipótesis del modo de funcionamiento del proceso, expresadas como relaciones matemáticas y lógicas entre las fases componentes del proceso. El modelo de método usado para la simulación sería teórico, conceptual o sistémico.

Simulación Monte Carlo: Proceso que genera cientos o miles de resultados de desempeños posibles sobre la base de distribuciones de probabilidades para el coste y cronograma a nivel de tareas individuales. Los resultados son usados posteriormente para generar una distribución de probabilidad para el proyecto en su totalidad.

3.6.1 Crystal Ball

Crystal Ball es herramienta para combatir la incertidumbre y la variabilidad. Conformar un conjunto de aplicaciones que se basan en hojas de cálculo, es una guía para el modelaje predictivo, previsión, simulación y optimización.

Este brinda un enfoque de los factores críticos que afectan el riesgo del análisis del proyecto. Este programa ayuda a tomar las decisiones adecuadas y a realizar las tácticas para lograr los objetivos propuestos pudiendo tener ventajas competitivas con las condiciones de más incertidumbre.

La herramienta Crystal Ball utiliza la simulación de Monte Carlo donde calcula automáticamente y almacena los diferentes resultados de miles de casos de incertidumbre.

Cuando se analiza los escenarios obtenidos en las simulaciones, se da a conocer muchísimos resultados posibles, su probabilidad de ocurrencia, los insumos con mayor impacto en su modelo y dónde se debe enfocar su esfuerzo para obtener mejores resultados.

En este trabajo se realizará una simulación con la distribución de Beta PERT y luego otra con la distribución Normal.

4 Aplicación del Proyecto

4.1 Desarrollo

A continuación se aplicarán todos los conceptos descritos anteriormente en el proyecto de las instalaciones eléctricas, comunicaciones y contra incendios en un establecimiento hotelero.

El proyecto formará parte de la construcción de un establecimiento hotelero, específicamente consistirá en las instalaciones eléctricas, comunicaciones y contra incendios del mismo. Se construirá un hotel 5 estrellas en primera línea de playa situado en Isla Cristina, contará con 148 apartamentos distribuidos en 5 plantas, dos piscinas exteriores y una amplia zona de servicios comunes en la planta baja del mismo tales como: peluquería, bar y salón, entre otros.

Antes de realizar este proyecto se expondrá el proceso que lo antecede:

La promotora Marina D'Ors realiza una promoción para construir un hotel de 5 estrellas donde para ello contrata a una Dirección Facultativa (XISCO) la cual realizará el diseño del hotel. Esta ingeniería elabora el proyecto completo del hotel y vez finalizado se saca a licitación para adjudicar la realización de la obra a la constructora que oferte las mejores condiciones para llevar a cabo el proyecto. Luego la constructora se encargará de la obra civil del hotel y sacará a licitación para conceder la parte de realización de instalaciones, entre otros. Aquí es donde se adjudica esta parte del proyecto y se procederá a ejecutarlo.

4.2 Stakeholders

Directos: Compañía constructora
Promotora (Sponsor)
Ingeniería (Dirección Facultativa)
Proveedores

Indirectos: Clientes del hotel.
Ayuntamiento de Isla Cristina.

4.3 Restricciones

Este proyecto al ser subcontratado para realizar la instalación eléctrica de un hotel, sus restricciones dependerán en gran medida del progreso o no de la obra civil, es decir, que en todo momento tendremos que ajustarnos a su trabajo.

Las restricciones serán:

- Alta competencia para entrar en el proyecto.
- El diseño del hotel si sufre alguna modificación habrá que modificar y adaptar todo el trabajo realizado.

- Ajustarse al avance de la obra por parte de los constructores.
- Controlar el presupuesto verificando los costes de materiales y comunicar claramente los reportes de gastos.

4.4 Hitos

El control del proyecto de instalación eléctrica se realiza mediante dos hitos, es decir, dos puntos de referencias que marcan los eventos más importantes, los cuales se utilizan para supervisar el progreso del proyecto y tomar las medidas pertinentes:

1. **Fin de la Instalación General**
2. **Finalización de la Instalación de los apartamentos**

Estos hitos fueron considerados los más importante en el proyecto ya que marcan momentos indispensables para el desarrollo del mismo. El primero da lugar al comienzo de la obra de instalación; mientras que el segundo indica que el proyecto ha terminado.

4.5 Entregables

- Oferta del proyecto

Documentación reglamentaria de las instalaciones realizadas:

- Memoria de calidades
- Calibraciones de equipos eléctricos
- Protocolo de verificaciones y ensayos del centro de transformadores de potencia de tensión y de intensidad

Presupuestos

- Equipo de diseño de oferta
- Las instalaciones
- Acreditación de documentación reglamentaria
- Contratos de operarios

4.6 Acta de Constitución del Proyecto

Tabla 4-1. Acta de Constitución del Proyecto

Proyecto	
Fecha	

Antecedentes y propósitos del proyecto

Este proyecto forma parte del proyecto de construcción de un hotel en la zona de playa de Isla Marina. Surge a partir de la necesidad de la contratación de una empresa encargada de las instalaciones eléctricas, de comunicaciones y contra incendios del hotel.

Objetivos del proyecto

El objetivo principal de este proyecto es el cumplimiento de las especificaciones de la constructora, maximizando la calidad de los entregables para que nuestro cliente se sienta satisfecho con el trabajo.

Concluir dentro del cronograma planificado, cuya duración es de 6 meses.

Cumplir con el presupuesto aprobado del proyecto.

Descripción del proyecto

El proyecto consiste en la instalación eléctrica, comunicaciones y contra incendios de un hotel. Este se encuentra ubicado en la zona de playa de la Isla Cristina, Huelva. Será un hotel de 5 estrellas, con una superficie de 40.000m², altura de 18m. Cuenta con una capacidad de hasta 350 personas.

Cuenta con 148 apartamentos distribuidos un bloque de 5 plantas, que incluye dormitorio, baño y terraza individual.

Consta de: Parking, zona de servicios, zonas comunes y zonas nobles, cubierta (maquinaria de climatización y máquina de frío).

Zonas comunes interiores: en la planta baja contará con recepción, 2 ascensores, cocina, comedor para clientes, comedor para personal, peluquería, bar-salón, pasillos.

Zonas comunes exteriores: incluirá dos piscinas y terrazas.

Servicios: Se dispondrá de servicios tales como lavandería, atención médica, mantenimiento, limpieza y restauración.

Personal y recursos asignados

Jefe de obra

Jefe de equipo

Oficiales 1º

Oficiales 2ª

Oficiales 3ª

Peones

4.7 Alcance

El proyecto consistirá en la instalación eléctrica y contra incendios del mismo de un establecimiento hotelero.

Entender las necesidades de la empresa que nos contrata, cumplir los plazos de entrega de la documentación y definir una oferta económica razonable es clave para ser el candidato elegido.

Este **proyecto incluye**:

- La realización de una oferta económica razonable para participar en el proceso de selección de subcontratas para la construcción de un establecimiento hotelero. Cumplimiento de los plazos de entrega de la documentación necesaria.

- Se ejecutará la instalación eléctrica de los 148 apartamentos del hotel, así como de sus áreas comunes interiores y exteriores incluyendo en esta última dos piscinas. Se realizará comparativas de las ofertas de los proveedores, donde son escogidos los mejores respecto a calidad-precio para ajustarnos al presupuesto.
- Los interesados del proyecto son el equipo de Compañía constructora, Promotora (Sponsor), Ingeniería (Dirección Facultativa) y los proveedores que nos abastecerán de las materias primas.
- El equipo del proyecto realizará la programación, vigilancia y control de todas las actividades para disminuir los errores de ejecución y así alcanzar el éxito.
- Lograr una comunicación clara en todo momento entre los interesados del proyecto mediante informes sistemáticos del progreso de la obra, dando a conocer errores o problemas encontrados para llegar a solucionarlos
- Al finalizar la obra se realizarán todas las pruebas funcionales pertinentes para verificar la calidad de la misma.
- Lograr que nuestro cliente, la empresa que nos contrata, se sienta satisfecho por el servicio que le hemos brindado, logrando así futuras contrataciones.

Como norma general, este **proyecto no incluye** en ningún caso:

- Obra Civil.
- Apertura de zanjas.
- Arquetas.
- Ayudas de Albañilería.
- Rozas.
- Empotrado de tubos y cajas.
- Los tendidos de canalizaciones se consideran libres de obstáculos, no incluyéndose por tanto la apertura de huecos en forjados, etc.

4.8 EDT

La estructura de desglose de trabajo (EDT) de este proyecto mostrará las actividades más importantes para llevarlo a cabo de forma más manejable y sencilla. Ella nos indicará con más claridad los trabajos asociados a cada paquete de trabajo.

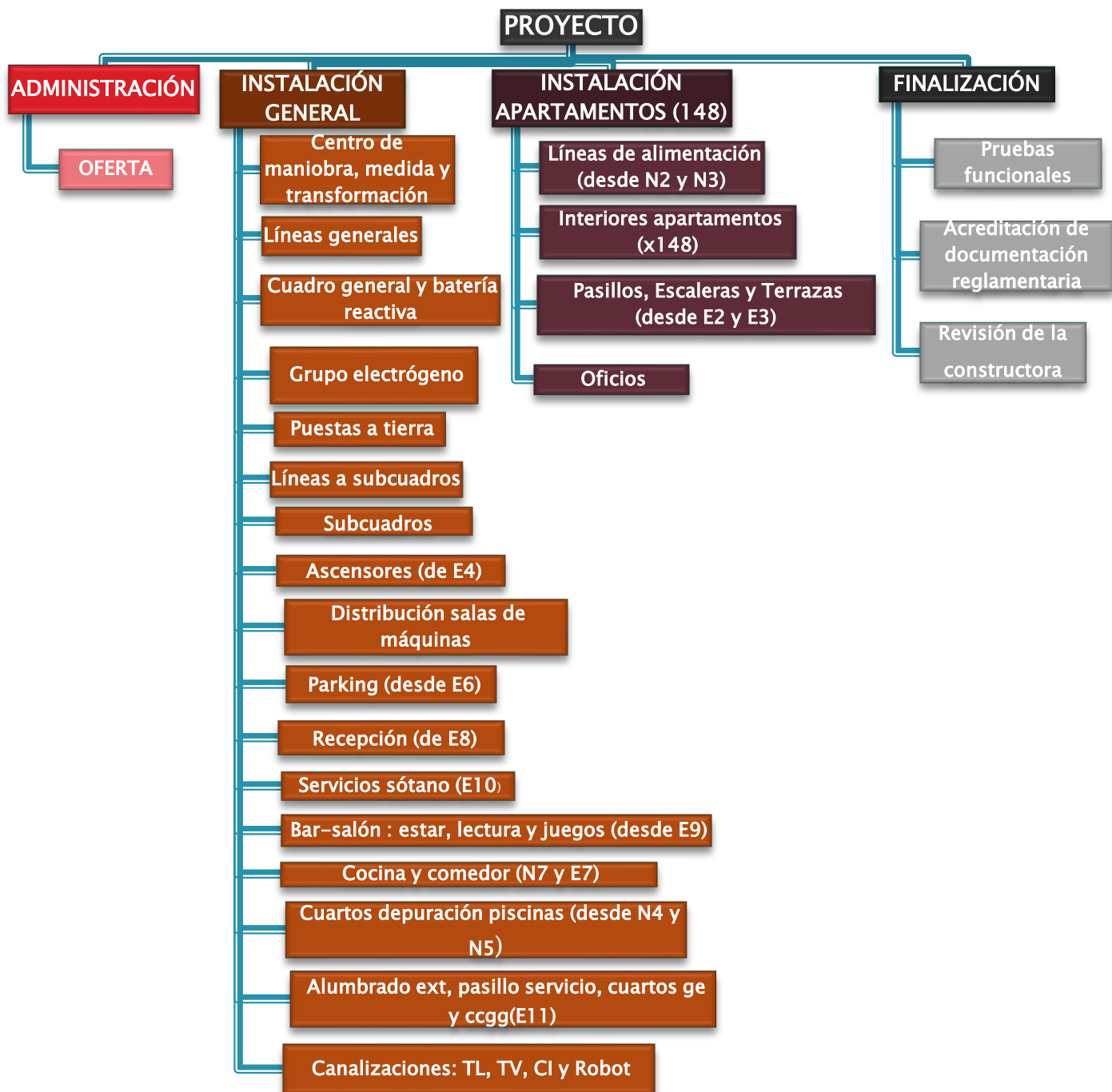


Figura 4-1. EDT del Proyecto

Los pasos previos a las actividades mostradas en la EDT constan del proceso de adjudicación de la empresa para la realización del proyecto de instalación eléctrica, comunicaciones y contra incendios del hotel, ya descrito en el Capítulo 3.

- Se comenzará el proceso de ejecución del proyecto cuando el departamento de ingeniería de la empresa hace una revaloración de la oferta entregada por parte de la ingeniería del proyecto general y se mejora para obtener beneficios, esto constituye el trabajo en la parte de administración de la empresa.
- Luego se procede a las instalaciones tanto generales como la de los 148 apartamentos con sus respectivos trabajos.
- Posteriormente se continúa con la finalización del proyecto mediante las pruebas funcionales para verificar la calidad de las instalaciones, la entrega de la documentación reglamentaria y la revisión de la constructora.

4.8.1 Diccionario de la EDT

A continuación para obtener una mayor información del proyecto a realizar se mostrará en el diccionario de la EDT información detallada sobre los entregables, actividades y programación de cada uno de los componentes de la EDT/WBS. El diccionario de la EDT/WBS es un documento de apoyo a la EDT/WBS.

Tabla 4-2. Diccionario de la EDT

Oferta	.Oferta realizada.
Centro de maniobra, medida y transformación	.Conjunto cabinas ORMAZABAL tipo CGM de aislamiento y corte en SF6 s/normas SEVILLANA, formado por: Celdas de línea tipo CML, Celda de interruptor pasante tipo CMIP, Celda de protección general tipo CMP-F y Celda de medida tipo CMM. .Celdas de transformador totalmente equipadas. .Puente B.T. (de transformador a interruptor general BT). .Interruptor general B.T. .Instalación eléctrica BT. .Elementos de maniobra. .Detección incendios. .Extinción de incendios .Extracción aire caliente. . Enclavamientos. .Contadores. .Instalación de puesta a tierra.
Líneas generales	.De Centro de Transformación. .De Grupo electrógeno.
Cuadro general y batería reactiva	.Módulo Servicio Normal. .Módulo de Transferencia. .Módulo Servicio Emergencia .Batería reactiva
Grupo electrógeno	Grupo Electrógeno totalmente equipado con: -Tubo de escape con silencioso residencial. -Baterías y cargador. -Depósito de gasóleo. -Acoplamiento radiador a rejilla expulsión aire caliente (incluido ésta). -Cableado de maniobra. -Interruptor automático de salida

Puestas a tierra	.Electrodo general .Neutro G.E. .Telecomunicaciones
Líneas a subcuadros	.Canalización común y TT .Servicio Normal .Servicio Emergencia
Subcuadros	. Instalación de los subcuadros para el Servicio Normal y el Servicio Emergencia en: -Plantas Enfriadoras (N1) -Apartamentos Ala Salón (N2) -Apartamentos Ala Comedor (N3) -Cuarto Maquinaria piscina infantil (N4) -Cuarto depuración piscina adultos (N5) - Cocina. Maquinaria (N7) -Sala Calderas y Extractores Pl. Cubierta (E1) -Pasillos, escaleras y terrazas Ala Salón (E2) -Pasillos, escaleras y terrazas Ala Comedor (E3) -Ascensores (E4) -Sala máquinas ACS (E5) -Parking (E6) -Cocina y Comedor (E7) -Recepción (E8) -Bar Salón (E9) -Aldo. exteriores y pasillo servicio sótano (E11)
Ascensores (de E4)	.Cuadros ascensorista (pl. 5ª)
Distribución salas de máquinas	.Plantas enfriadoras (de N1) .Sala calderas y extractores planta cubierta (de E1) .Sala Producción ACS y GP (de E5)
Parking (desde E6)	.Línea a Subcuadro E6.1 .Subcuadro E6.1 .Distribución
Recepción (de E8)	.Línea a Subcuadro E8.1 .Subcuadro E8.1 (CL-3) .Distribución cuarto climatizador CL-3 .Distribución Hall, Administración, Aseos, etc. (desde E8)
Servicios sótano (E10)	.Línea alimentación subcuadros .Instalación de subcuadros y su distribución en: -Aseos personal (E10.3) -Comedor de personal (E10.1) -Botiquín y basura seca (E10.2 y E10.8) (2 Unidades) -Economato, Lencería, Ropa sucia y Almacén varios (4 Unidades) -Cuarto basuras húmedo (E10.9) -Cuarto comunicaciones (E10.0)

<p>Bar-salón : estar, lectura y juegos (desde E9)</p>	<p>.Líneas a subcuadros .Instalación de subcuadros y su distribución en: -Climatizadores CL1.1 y CL1.2 (E9.1 y E9.2) (2 Unidades) - Climatizador CL2 (E9.3) - Peluquería (E9.4) -Estar, Barra bar y Salón (E9.5) -Sala Lectura y Juegos</p>
<p>Cocina y comedor (N7 y E7)</p>	<p>.Líneas a subcuadros en Servicio Normal con su Distribución. . Instalación de Subcuadros en: -Buffet Show Cooking (N7.2) -Cuarto climatizador Comedor CL4 (N7.1) .Distribución de Cocina (de N7). Maquinaria .Líneas a subcuadros en Servicio Emergencia .Sub-cuadro Aldo. Comedor (E7.2) en Servicio de Emergencia . Distribución: -Alumbrado Cocina y Cámaras (de E7) -Cocina Pequeña maquinaria y Buffets (de E7)(Línea a subcuadros Buffets y Maquinaria y tomas) -Alumbrado Comedor y Porche (de E7.2)</p>
<p>Cuartos depuración piscinas (desde N4 y N5)</p>	<p>.Líneas a subcuadros: -Infantil (de N4) -Adulto (de N4) .Instalación de Subcuadros: -Banco transformadores BT1 (N4.3) -Bancos transformadores BT2, BT3 y BT4 (N5.2, N5.3 y N5.4) (3 Unidades) .Distribución alumbrado cuartos (de N4 y N5) (2 Unidades) . Distribución desde subcuadros: - Depuración Piscinas (de N4.1 y N5.1) -Iluminación subacuática (de BT1, BT2, BT3 y BT4) -Bomba achique (de N5.5) -Grupo presión riego (de N4.2)</p>
<p>Alumbrado ext, pasillo servicio, cuartos ge y ccgg(E11)</p>	<p>.Líneas de alimentación en alumbrado exterior .Material luminotécnico .Pasillo de servicio .Cuartos grupo electrógeno y cuadros generales</p>

Canalizaciones: TL, TV, CI y Robot	.Teléfono (desde cuarto comunicaciones donde se ubica la Central y el Repetidor hasta las cajas de pasillo): - De Distribuidor a oficinas 1 y 2 -Pasillos (a apartamentos) -Servicios comunes (21 tomas) .Televisión: -De cuarto comunicaciones a oficinas 1 y 2 -Pasillos a apartamentos -Servicios comunes (8 tomas) .Contraincendios en apartamentos, zonas nobles, parking y servicios: -Detectores y pulsadores -Sirenas y electroimanes
Líneas de alimentación (desde N2 y N3)	.Instalación de las líneas por falso techo pasillos.
Interiores apartamentos (x148)	.Cuadro general (148 Unidades): -Tubos y cajas electricidad -Conductores -Canalización teléfono desde registro pasillo -Canalización televisión desde registro pasillo. -Mecanismos
Pasillos, Escaleras y Terrazas (desde E2 y E3)	.Pasillos. Noche Entera .Pasillos. Emergencia .Pasillos. Media Noche .Pasillos. Enchufe .Terrazas (circuito centralizado)
Oficios	.Líneas de alimentación a oficinas nº 1 y 2 .Cuadros (2 Unidades) .Distribución oficinas (9 Unidades)
Prueba de funcionamiento	.Comprobación de las instalaciones.
Acreditación de documentación reglamentaria	. Documentación en orden y entregada.
Revisión de la constructora.	. Estado favorable.

4.9 Tiempo

El proceso de gestión del tiempo incluye los métodos requeridos para gestionar la terminación en plazo acordado del proyecto, es decir, incluye todas las actividades necesarias para conseguir cumplir con el objetivo de fecha de entrega del producto del proyecto. Aquí se muestran los trabajos más importantes, expuestos anteriormente en la EDT, con su duración en días y sus actividades precedentes.

Tabla 4-3. Tareas con sus Duraciones y Precedentes

	ADM. PROYECTO	PRECEDENTES	DÍAS
1	Oferta	0	8
INSTALACIÓN GENERAL			
2	Centro de maniobra, medida y transformación	1	4
3	Líneas generales	2, 4	5
4	Cuadro general y batería reactiva	1	3
5	Grupo electrógeno	7, 8, 9	1
6	Puestas a tierra	5	3
7	Líneas a subcuadros	3	16
8	Subcuadros	3	5
9	Ascensores (de E4)	3	1
10	Distribución salas de máquinas	5	8
11	Parking (desde E6)	15	4
12	Recepción (de E8)	6, 10	2
13	Servicios sótano (E10)	11	3
14	Bar-salón : estar, lectura y juegos (desde E9)	12	7
15	Cocina y comedor (N7 y E7)	14, 17, 18	19
16	Cuartos depuración piscinas (desde N4 y N5)	11	7
17	Alumbrado ext, pasillo servicio, cuartos ge y ccgg(E11)	12	10
18	Canalizaciones: TL, TV, CI y Robot	12	27
INSTALACIÓN APARTAMENTOS (148)			
19	Líneas de alimentación (desde N2 y N3)	13, 16	9
20	Interiores apartamentos (x148)	19	104
21	Pasillos, Escaleras y Terrazas (desde E2 y E3)	19	24
22	Oficios	19	2
FINALIZACIÓN			
23	Prueba de funcionamiento	20, 21, 22	1
24	Acreditación de documentación reglamentaria	23	7
25	Revisión de la constructora	24	3

La duración total del proyecto se obtendrá de la suma de los tiempos de las tareas en dependencia de la secuencia de las mismas. Se desarrollará el cronograma a partir de la lista de actividades, su duración, disponibilidad de recursos, la relación lógica entre ellas, entre otros factores. A través del cronograma se podrá medir el progreso alcanzado durante la ejecución de las actividades con sus respectivas fechas planificadas.

El método PERT es una técnica que permite dirigir la programación del proyecto, donde se podrá obtener el cronograma del proyecto alcanzando a conocer la duración total del mismo, y la clasificación de las actividades según su criticidad. Las actividades críticas son aquellas que no tienen holgura por lo que provocarán, si se retrasan o se extienden en su ejecución, un retraso igual en la fecha de término del proyecto. El camino crítico está compuesto por las actividades críticas donde, por lo cual, las actividades que integran el camino crítico determinan la duración del proyecto.

- Tiempo más temprano de inicio **EST**: es una actividad que tiene muchas predecesoras y se presenta como el mayor de los tiempos EFT. Si no muestra antecesoras se fija en cero.
- Tiempo temprano de finalización **EFT**: es la suma de la duración de una actividad y su EST.
- Tiempo tardío de comienzo **LST**: es el tiempo donde más tarde se puede comenzar una actividad sin variar el tiempo de duración del proyecto.
- Tiempo tardío de finalización **LFT**: es el tiempo donde más tarde puede finalizar una actividad sin variar el tiempo de conclusión del proyecto.

Después de aplicar el cálculo de estos tiempos se obtiene que la duración del proyecto sea de 225 días laborables, lo que serían aproximadamente 10 meses y 1 semana. En la obra se ha estimado que los operarios trabajaron una media de 8 horas diarias y al mes 20 días laborables.

A continuación se muestran las actividades de nuestro proyecto con las que les preceden, así como su clasificación de criticidad de acuerdo si la holgura es cero o no. Se puede decir que el método PERT es sencillo, pero completo, ya que conduce a la correcta toma de decisiones por parte de los directivos de la empresa.

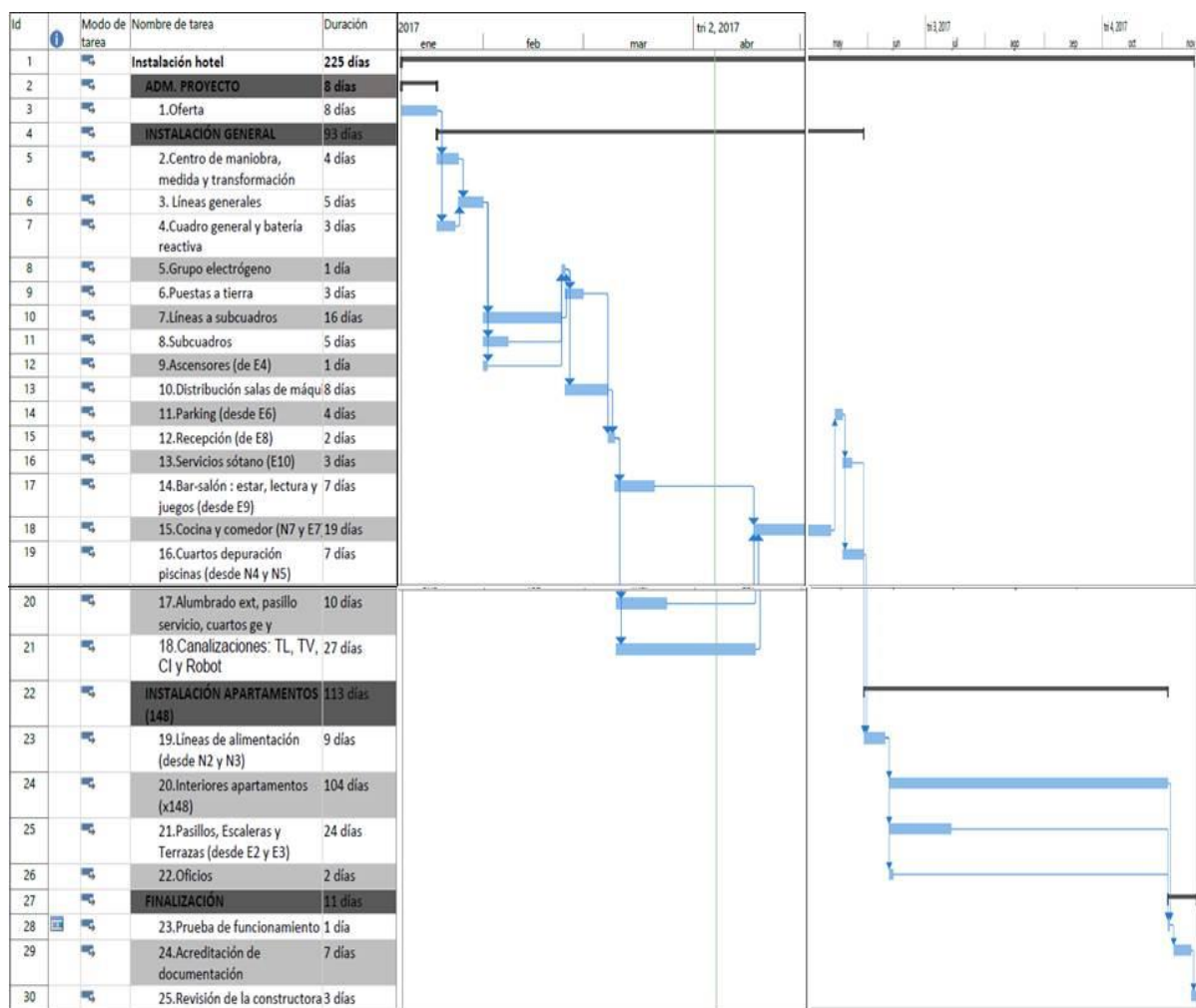


Figura 4-2. Diagrama de Gantt

Tabla 4-4. Aplicación del Método PERT y actividades críticas

ADM. PROYECTO	DÍAS	EST(d)	EFT(d)	LST(d)	LFT(d)	Holguras	CRITICIDAD
Oferta	8	0	8	0	8	0	Crítica
INSTALACIÓN GENERAL							
Centro de maniobra, medida y transformación	4	8	12	8	12	0	Crítica
Líneas generales	5	12	17	12	17	0	Crítica
Cuadro general y batería reactiva	3	8	11	9	12	1	-
Grupo electrógeno	1	33	34	33	34	0	Crítica
Puestas a tierra	3	34	37	39	42	5	-
Líneas a subcuadros	16	17	33	17	33	0	Crítica
Subcuadros	5	17	22	28	33	11	-
Ascensores (de E4)	1	17	18	32	33	15	-
Distribución salas de máquinas	8	34	42	34	42	0	Crítica
Parking (desde E6)	4	90	94	90	94	0	Crítica
Recepción (de E8)	2	42	44	42	44	0	Crítica
Servicios sótano (E10)	3	94	97	98	101	4	-
Bar-salón : estar, lectura y juegos (desde E9)	7	44	51	64	71	20	-
Cocina y comedor (N7 y E7)	19	71	90	71	90	0	Crítica
Cuartos depuración piscinas (desde N4 y N5)	7	94	101	94	101	0	Crítica
Alumbrado ext, pasillo servicio, cuartos ge y ccgg(E11)	10	44	54	61	71	17	-
Canalizaciones: TL, TV, CI y Robot	27	44	71	44	71	0	Crítica
INSTALACIÓN APARTAMENTOS (148)							
Líneas de alimentación (desde N2 y N3)	9	101	110	101	110	0	Crítica
Interiores apartamentos (x148)	104	110	214	110	214	0	Crítica
Pasillos, Escaleras y Terrazas (desde E2 y E3)	24	110	134	190	214	80	-
Oficios	2	110	112	212	214	102	-
FINALIZACIÓN							
Prueba de funcionamiento	1	214	215	214	215	0	Crítica
Acreditación de documentación reglamentaria	7	215	222	215	222	0	Crítica
Revisión de la constructora	3	222	225	222	225	0	Crítica

4.10 Costes

En esta sección se habla de la gestión de costes del proyecto donde se incluyen todas aquellas actividades necesarias para la organización, estimación, obtención de los costes y su control, con objetivo desarrollar el proyecto en del presupuesto establecido.

Para obtener el coste total del proyecto, se controla por cada actividad principal, los costes de materiales y de personal, incluyendo en algunas de ellas los costes de los materiales indispensables para su realización. Se consideró que los costes de personal vienen dado por la cantidad de operarios necesarios con las horas y los días trabajados, donde su sueldo por hora se diferencia en dependencia del cargo.

Se realiza la estimación de los costes con el objetivo de ajustarlos en la medida de lo posible al presupuesto fijado.

A continuación se expone la tabla donde se recogen todas las actividades principales con sus costes de personal y costes fijos, dando como resultado los costes totales por cada actividad y luego el coste total del proyecto.

Tabla 4-5. Costes por actividades y presupuesto total

ADM. PROYECTO	DÍAS	CANT.OPE	COSTE FIJO	OPERARIOS	COSTE
1 Oferta	8				1.051,77 €
INSTALACIÓN GENERAL					
2 Centro de maniobra, medida y transformación	4	4	29.879,33 €	1.536,00 €	31.415,33
3 Líneas generales	5	6	4.349,57 €	2.880,00 €	7.229,57
4 Cuadro general y batería reactiva	3	2	25.108,11 €	480,00 €	25.588,11
5 Grupo electrógeno	1	2	26.614,22 €	176,00 €	26.790,22 €
6 Puestas a tierra	3	2	944,14 €	528,00 €	1.472,14 €
7 Líneas a subcuadros	16	4	12.875,14 €	6.144,00 €	19.019,14 €
8 Subcuadros	5	4	30.407,37 €	1.920,00 €	32.327,37 €
9 Ascensores (de E4)	1	1	56,08 €	33,00 €	89,08 €
10 Distribución salas de máquinas	8	4	2.915,71 €	3.072,00 €	5.987,71 €
11 Parking (desde E6)	4	6	2.637,18 €	2.112,00 €	4.749,18 €
12 Recepción (de E8)	2	10	2.119,98 €	1.760,00 €	3.879,98 €
13 Servicios sótano (E10)	3	6	8.325,79 €	1.872,00 €	10.197,79 €
14 Bar-salón : estar, lectura y juegos (desde E9)	7	10	10.278,23 €	6.720,00 €	16.998,23 €
15 Cocina y comedor (N7 y E7)	19	4	7.963,38 €	7.296,00 €	15.259,38 €
16 Cuartos depuración piscinas (desde N4 y N5)	7	4	6.618,03 €	2.688,00 €	9.306,03 €
17 Alumbrado ext, pasillo servicio, cuartos ge y ccgg(E11)	10	6	11.105,06 €	5.918,76 €	17.023,82 €
18 Canalizaciones: TL, TV, CI y Robot	27	4	6.640,63 €	10.368,00 €	17.008,63 €
INSTALACIÓN APARTAMENTOS (148)					
19 Líneas de alimentación (desde N2 y N3)	9	6	8.298,14 €	5.184,00 €	13.482,14 €
20 Interiores apartamentos (x148)	104	8	94.761,47 €	79.872,00 €	174.633,47 €
21 Pasillos, Escaleras y Terrazas (desde E2 y E3)	24	6	20.796,51 €	13.824,00 €	34.620,51 €
22 Oficinas	2	3	1.110,73 €	624,00 €	1.734,73 €
FINALIZACIÓN					
23 Prueba de funcionamiento	1	4		384,00 €	384,00 €
24 Acreditación de documentación reglamentaria	7				1.500,00 €
25 Revisión de la constructora	3	1		336,00 €	336,00 €

Luego de ser mostrados los costes totales por actividad se tiene que el coste estimado de las actividades es de **472.084,35€.**

Se muestran las actividades principales detallando sus costes.

Tabla 4-6. Desglose de los costes por actividades

1- Oferta	Precio fijado para la elaboración de la oferta	1.051,77 €
------------------	--	------------

2- Centro de maniobra, medida y transformación.	€/h	h/d	operarios	€/d	Total
Materiales					23.712,20 €
Mat.1(Transformador)					6.167,13 €
Operario	12,00 €	8	4	384,00 €	1.536,00 €
Días	4			TOTAL	31.415,33 €

3- Líneas generales	€/h	horas	operarios	€/d	Total
Materiales					4.349,57 €
Operario	12,00 €	8	6	576,00 €	2.880,00 €
Días	5			TOTAL	7.229,57 €

4- Cuadro general y batería reactiva	€/h	horas	operarios	€/d	Total
Materiales					20.889,90 €
Mat.1(Batería Reactiva)					4.218,21 €
Operario	10,00 €	8	2	160,00 €	480,00 €
Días	3			TOTAL	25.588,11 €

5- Grupo electrógeno	€/h	horas	operarios	€/d	Total
Mat.1(Grupo electrógeno)					26.614,22 €
Operario	11,00 €	8	2	176,00 €	176,00 €
Días	1			TOTAL	26.790,22 €

6- Puestas a tierra	€/h	horas	operarios	€/d	Total
Materiales					944,14 €
Operario	11,00 €	8	2	176,00 €	528,00 €
Días	3			TOTAL	1.472,14 €

7- Líneas a subcuadros	€/h	horas	operarios	€/d	Total
Materiales					12.875,14 €
Operario	12,00 €	8	4	384,00 €	6.144,00 €
Días	16			TOTAL	19.019,14 €

8- Subcuadros	€/h	horas	operarios	€/d	Total
Materiales					30.407,37 €
Operario	12,00 €	8	4	384,00 €	1.920,00 €
Días	5			TOTAL	32.327,37 €

9- Ascensores (de E4)	€/h	horas	operarios	€/d	Total
Materiales					56,08 €
Operario	11,00 €	3	1	33,00 €	33,00 €
Días	1			TOTAL	89,08 €

10- Distribución salas de máquinas	€/h	horas	operarios	€/d	Total
Materiales					2.915,71 €
Operario	12,00 €	8	4	384,00 €	3.072,00 €
Días	8			TOTAL	5.987,71 €

11- Parking (desde E6)	€/h	horas	operarios	€/d	Total
Materiales					2.637,18 €
Operario	11,00 €	8	6	528,00 €	2.112,00 €
Días	4			TOTAL	4.749,18 €

12- Recepción (de E8)	€/h	horas	operarios	€/d	Total
Materiales					2.119,98 €
Operario	11,00 €	8	10	880,00 €	1.760,00 €
Días	2			TOTAL	3.879,98 €

13- Servicios sótano (E10)	€/h	horas	operarios	€/d	Total
Materiales					8.325,79 €
Operario	13,00 €	8	6	624,00 €	1.872,00 €
Días	3			TOTAL	10.197,79 €

14-Bar-salón : estar, lectura y juegos (desde E9)	€/h	horas	operarios	€/d	Total
Materiales					10.278,23 €
Operario	12,00 €	8	10	960,00 €	6.720,00 €
Días	7			TOTAL	16.998,23 €

15- Cocina y comedor (N7 y E7)	€/h	horas	operarios	€/d	Total
Materiales					6.648,25 €
Mat.1(Subcuadros)					1.315,13 €
Operario	12,00 €	8	4	384,00 €	7.296,00 €
Días	19			TOTAL	15.259,38 €

16- Cuartos depuración piscinas (desde N4 y N5)	€/h	horas	operarios	€/d	Total
Materiales					4.994,11 €
Mat.1(Subcuadros)					1.623,92 €
Operario	12,00 €	8	4	384,00 €	2.688,00 €
Días	7			TOTAL	9.306,03 €

17- Alumbrado ext, pasillo servicio, cuartos ge y ccgg(E11)	€/h	horas	operarios	€/d	Total
Materiales					11.105,06 €
Operario	12,00 €	8	6	576,00 €	5.760,00 €
Días	10			TOTAL	16.865,06 €

18- Canalizaciones: TL, TV, CI y Robot	€/h	horas	operarios	€/d	Total
Materiales					6.640,63 €
Operario	12,00 €	8	4	384,00 €	10.368,00 €
Días	27			TOTAL	17.008,63 €

19-Líneas de alimentación (desde N2 y N3)	€/h	horas	operarios	€/d	Total
Materiales					8.298,14 €
Operario	12,00 €	8	6	576,00 €	5.184,00 €
Días	9			TOTAL	13.482,14 €

20- Interiores apartamentos (x148)	€/h	horas	operarios	€/d	Total
Materiales					69.965,88 €
Mat.1(Subcuadros)					24.795,59 €
Operario	12,00 €	8	8	768,00 €	79.872,00 €
Días	104			TOTAL	174.633,47 €

21- Pasillos, Escaleras y Terrazas (desde E2 y E3)	€/h	horas	operarios	€/d	Total
Materiales					20.796,51 €
Operario	12,00 €	8	6	576,00 €	13.824,00 €
Días	24			TOTAL	34.620,51 €

22- Oficinos	€/h	horas	operarios	€/d	Total
Materiales					1.110,73 €
Operario	13,00 €	8	3	312,00 €	624,00 €
Días	2			TOTAL	1.734,73 €

23- Prueba de funcionamiento	€/h	horas	operarios	€/d	Total
Operario	12,00 €	8	4	384,00 €	384,00 €
Días	1			TOTAL	384,00 €

24- Acreditación de documentación reglamentaria	Gestiones de precio fijo asignado				1.500,00 €
--	-----------------------------------	--	--	--	------------

25- Revisión de la constructora	€/h	horas	operarios	€/d	Total
Operario	14,00 €	8	1	112,00 €	336,00 €
Días	3			TOTAL	336,00 €

La planificación del presupuesto expuesto anteriormente muestra desde el número de operarios hasta los materiales utilizados por cada actividad, diferenciando los materiales más importantes en algunos trabajos. Este proceso de detallarlo todo por actividades, facilita llegar al coste total del proyecto.

Cuando se estima el coste de las actividades del proyecto es necesario tener en cuenta los costes para cubrir posibles retrasos o sobre costes que puedan surgir en el proyecto, por esto se explica estos conceptos:

- Reserva de contingencia: es el presupuesto que se destina a los riesgos identificados en el proyecto y asumidos por la organización.
- Reserva de gestión: es el presupuesto que se planifica para enfrentar los riesgos que se vayan encontrando en el camino dentro de la ejecución del proyecto.

Por tanto, estas reservas son muy importantes tenerlas en cuenta en la elaboración del presupuesto. Este proyecto forma parte del proyecto de la construcción total del hotel, entonces las reservas de gestión y de contingencia total será la sumatoria de todas las partes que conforman los proyectos que están involucrados, por lo que se tratará en este apartado, solamente, de las reservas que repercuten en este proyecto de instalación eléctrica.

Sabiendo que el coste estimado del proyecto es de 472.084,35€, la reserva de gestión es de 30.800 € y la reserva de contingencia es de 20.900 €, entonces teniendo en cuenta las siguientes ecuaciones:

Presupuesto = Línea base de costes + Reserva de gestión

Línea base de costes = Costes de actividades + Reserva de contingencia

Se dice que el **Presupuesto final del proyecto = 472.084,35€ + 30.800€ + 20.900€**
= 523.784,35€

Para estar al corriente del comportamiento del gasto del proyecto a continuación se representa la curva de la “S” a partir del cronograma planificado y el presupuesto estimado. La curva muestra la línea de base del desempeño del proyecto. Al principio del proyecto hay una tendencia creciente de los costes acumulados, decreciendo hacia el final.

La curva de avance o curva “S” o es una herramienta que se utilizará para conocer, controlar y aplicar las correcciones necesarias, por tanto el objetivo será detectar las desviaciones existentes y tomar las medidas necesarias para corregirlas. Esta permite contrastar el avance real del proyecto contra el planificado, con la intención de corregir las desviaciones del mismo.

La ventaja más notoria de esta curva es la fácil visualización del avance real del proyecto, ya que da a conocer claramente el estado actual del mismo.

Por lo todo lo anterior planteado, esta técnica brinda un nivel de confianza y seguridad en el proceso de ejecución y seguimiento del proyecto.

A continuación se muestra la curva de avance de este proyecto:

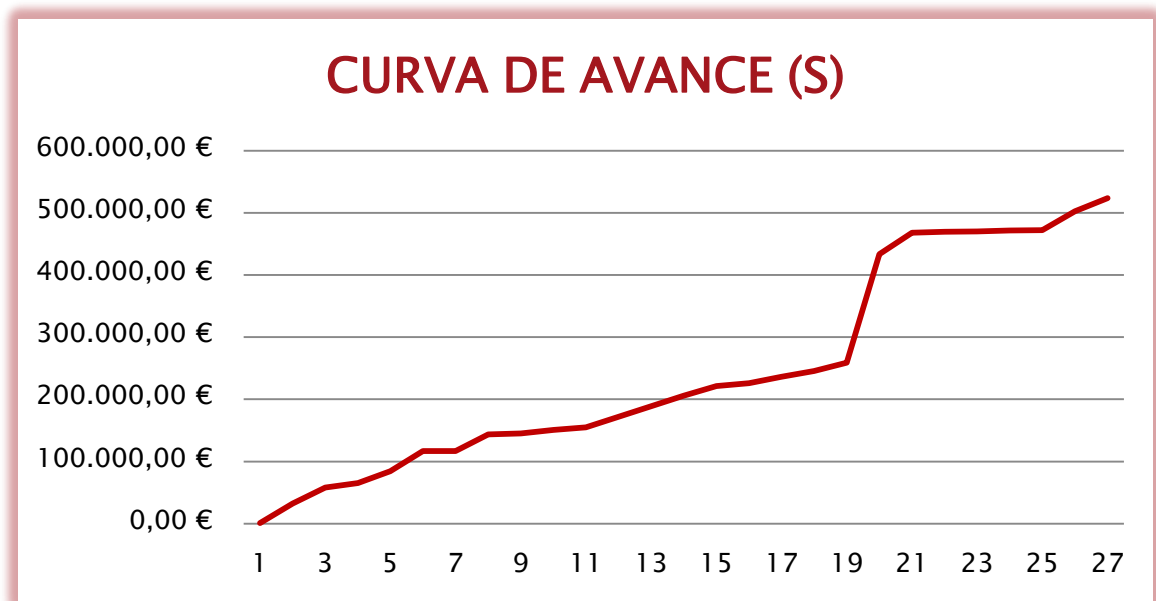


Figura 4-3. Curva de avance S del proyecto

4.11 Riesgos

En esta sección se tratan los posibles riesgos que puedan afectar al proyecto. La gestión del riesgo tiene como objetivo la identificación, control y eliminación de las fuentes de riesgo antes de que comiencen a afectar el cumplimiento de los objetivos del proyecto.

Identificación de Riesgos

La identificación de riesgos es una necesidad para responder de mejor manera y proteger el Proyecto de hechos inesperados que pueden maximizar costes, afectar el cronograma y alcance. Luego de un estudio de los posibles riesgos que pueden afectar a nuestro proyecto, se ha realizado el siguiente listado:

Tabla 4-7. Tipos de riesgos identificados con sus causas

1. Político	Causa
1.1 Cambios legislativos	Política: Cambio de legislación
1.2 Incumplimiento de obligaciones fiscales	Política, Económica, Financiera
1.3 Huelgas	Política: Opinión pública
1.4 Guerra o disturbios civiles	Política: Guerras
1.5 Trámites legales	Política: Cambio de legislación
2. Económico-Financiero	
2.1 Cambios inflacionarios	Económica: Inflación

2.2 Flujos irreales	Financiera: Baja rotación
2.3 Falta de liquidez	Financiera: Baja rotación, Bajo margen
2.4 Falta de financiación	Financiera: Falta Financiación
2.5 Alzas en insumos	Económica: Competencia
3. Contractual	
3.1 Incumplimiento del contrato	Interna: Falta control
3.2 Falta de pagos	Financiera: Falta Financiación
3.3 Conflictos laborales	Interna: Falta control
3.4 Mala coordinación	Interna: Falta control, Mala planificación
3.5 Cierre del proyecto	Política, Económica, Interna, Financiera
4. Diseño-Técnico	
4.1 Uso de tecnología obsoleta	Interna: Falta control, Falta capacitación
4.2 Herramientas inadecuadas	Interna: Falta control, Falta capacitación
4.3 Mala calidad de materiales	Interna: Falta control
4.4 Modificación del proyecto	Interna: Mala planificación, Falta de control
4.5 Errores en el diseño	Interna: Falta control
4.6 Re-trabajos por fallos cometidos	Interna: Falta control, Falta capacitación
4.7 Mano de obra no capacitada	Interna: Falta capacitación
4.8 Inicio de obra tardío	Interna: Mala planificación, Falta de control
5. Dirección-Administrativo	
5.1 Recortes presupuestarios	Finan.: Falta Financiación, Econ.: Caída demanda
5.2 Presupuestos inadecuados	Interna: Mala planificación, Falta de control
5.3 Falta de control del progreso del proyecto	Interna: Falta control
5.4 Mala planificación	Interna: Mala planificación
5.5 Fallo en la comunicación	Interna: Falta de liderazgo, Falta control
5.6 Falta de liderazgo	Interna: Falta de liderazgo
6. Fortuito	
6.1 Incendios	Natural: Incendio
6.2 Hurto	Interna: Falta control
6.3 Condiciones atmosféricas adversas	Natural: Mal clima
6.4 Hallazgos arqueológicos	Natural
6.5 Accidente laboral	Interna: Falta control, Falta capacitación

4.11.1 Análisis Cualitativo

El proceso de análisis cualitativo permite evaluar el impacto y la probabilidad de ocurrencia de los riesgos identificados anteriormente. Se puntúa cada riesgo mediante la matriz de probabilidad e impacto, dando como resultado la lista de los riesgos clasificados en dependencia de su severidad.

El objetivo de esta matriz es identificar y cuantificar los riesgos para lograr una gestión que permita disminuir la probabilidad y el impacto de que los sucesos desfavorables afecten al proyecto de forma significativa.

A continuación se muestra la lista de los riesgos ordenados de mayor a menor severidad junto con las acciones correctoras que ayudará con la disminución de su impacto sobre el proyecto.

Tabla 4-8. Matriz de probabilidad e impacto

Impacto	Muy bajo 1	Bajo 2	Moderado 3	Alto 4	Muy alto 5
Probabilidad					
Muy baja 1	1	2	3	5	10
Baja 2	2	4	6	10	20
Moderada 3	3	6	9	15	30
Alta 4	4	8	12	20	40
Muy alta 5	5	10	16	25	50

Tabla 4-9. Riesgos de mayor a menor severidad y sus acciones correctoras

Orden	Riesgo	Probabilidad	Impacto	Ptos	Acción
1	3.2	Alta	Muy alto	40	Definir un buen contrato con los clientes, reducir y estandarizar los términos y condiciones. Este es el punto de partida para reducir el período medio de cobro.
2	2.4	Moderada	Muy alto	30	Estudiar detalladamente al cliente para reducir el riesgo de impago y la deuda incobrable.
2	3.5	Moderada	Muy alto	30	Cumplir con la legislación vigente y no invadir ni afectar a terceros
2	4.7	Moderada	Muy alto	30	Realizar una buena captación de personal. Ofrecer condiciones favorables de trabajo a profesionales del sector.
2	5.1	Moderada	Muy Alto	30	Definir claramente el alcance de los trabajos. Controlar las desviaciones en los costes planificados.
2	5.4	Moderada	Muy Alto	30	Trabajar con técnicas y programas adecuados donde se incluirá todos los trabajos, tomando en cuenta los factores de riesgo y su probabilidad, y planear los costos extras contra el tiempo.
3	2.3	Baja	Muy alto	20	Definir e implantar una política de gestión de riesgos y cobros para tener mejor información de los clientes para reducir el riesgo de impago y la deuda incobrable.
3	4.3	Baja	Muy alto	20	Inspección de los materiales en el momento de recepción. Almacenarlos correctamente.
3	4.4	Alta	Alto	20	Definir y autorizar el proyecto completo por el cliente, lograr la negociación oportuna desde el contrato de estos posibles cambios y controlar los mismos.
3	4.8	Alta	Alto	20	Tener la documentación inicial en regla lo más rápido posible, para obtener las licencias de obra a tiempo.
3	5.2	Alta	Alto	20	Definir claramente el alcance de los trabajos.
3	6.1	Baja	Muy alto	20	Tener las instalaciones bien acondicionadas y con los equipos contra incendios adecuados para cada zona. Formación del trabajador en caso que ocurra.
4	3.3	Moderada	Alto	15	Campañas de socialización, sensibilización de los principios y valores éticos.
4	3.4	Moderada	Alto	15	Lograr negociaciones con la supervisión donde ambas partes ganen.
4	4.5	Moderada	Alto	15	Realizar un diseño del proyecto con todos los datos necesarios, logrando que se trabaje con las mediciones correctas.
4	4.6	Moderada	Alto	15	Realizar las tareas planificadas con personal adecuado, controlado periódicamente.
4	5.3	Moderada	Alto	15	Verificar cada cierto tiempo el avance del proyecto, corrigiendo lo que vaya mal.
4	5.5	Moderada	Alto	15	Fomentar el trabajo en equipo. Organizar reuniones sistemáticamente para que se compartan quejas y sugerencias.
4	6.3	Moderada	Alto	15	Tener equipo preventivo y considerar algunos tiempos muertos por eventos climáticos dentro del cronograma.
5	1.1	Baja	Alto	10	Revisión Jurídica de todos los actos administrativos.
5	1.2	Muy baja	Muy alto	10	Controlar y gestionar el pago de los impuesto a tiempo.
5	1.3	Baja	Alto	10	Conocer que piensan los trabajadores mediante reuniones, para que se expresen libremente y se lleguen a tomar acuerdos.
5	1.4	Muy baja	Muy alto	10	Traspasar a la oficina gubernamental correspondiente el trámite necesario.
5	1.5	Baja	Alto	10	Mantener en regla los trámites necesarios.
5	2.5	Baja	Alto	10	Tener un colchón de seguridad, un dinero de reserva para enfretar esta variabilidad de precios
5	4.1	Baja	Alto	10	Utilización de la tecnología adecuada y necesaria en cada ocasión.
5	4.2	Baja	Alto	10	Se tendrá el presonal calificado para realizar cada actividad, supervizado por un superior.
6	2.1	Moderado	Moderado	9	Recurrir a las técnicas adecuadas para enfrentar la inflación y poder obtener información no sesgada. Emplear la Contabilidad Ajustada al nivel general de precios y contabilidad de costo de reposición.
6	3.1	Moderada	Moderado	9	En el momento de la firma del contrato acalarar todas las dudas pertinentes.
6	5.6	Moderada	Moderado	9	El responsable tendrá que dar el ejemplo a seguir cumpliendo con todo lo acordado en gran medida e imponer lo que ya estaba planificado.
6	6.2	Moderada	Moderado	9	Contratar seguro.
7	6.4	Baja	Moderado	6	Presentar toda la documentacion de su derecho de obra.
7	2.2	Baja	Moderado	6	Elaborar el programa de flujos real y estar pendiente del cobro al cliente

Una vez aplicadas las acciones correctoras a los riesgos de mayor severidad, en este caso los que obtienen 40 y 30 puntos, se disminuye el impacto de los mismos sobre el proyecto, esto se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 4-10. Disminución de los riesgos de mayor severidad y sus responsables

Orden	Riesgo	Probabilidad	Impacto	Ptos	Responsable
3	3.2 Falta de pagos	Baja	Muy alto	20	contabilidad
3	2.4 Falta de financiación	Baja	Muy alto	20	administración
3	5.1 Recortes presupuestarios	Alta	Alto	20	contabilidad
3	5.4 Mala planificación	Alta	Alto	20	gerencia del proyecto
4	3.5 Cierre del proyecto	Baja	Alto	10	gerente del proyecto
4	4.7 Mano de obra no capacitada	Baja	Alto	10	jefe de recursos humanos

Como se puede observar los riesgos de mayor severidad han disminuido con la toma de las acciones correctoras, además para controlar y asegurar el cumplimiento de las acciones correctivas y así que no se incremente la severidad del riesgo nuevamente se asigna un responsable a cada una de las riesgos críticos.

Se tomaron repuestas realistas en el momento adecuado correspondientes con la importancia del riesgo, además las acciones fueron acordadas y aprobadas por todas las partes implicadas. Las medidas adoptadas se ejecutan de manera que su coste fuera acorde y efectivo con relación al riesgo.

El resultado de la gestión de riesgos es aumentar las posibilidades de los elementos que lleven al éxito, y minimizar aquellos que pongan en peligro el objetivo marcado.

4.11.2 Gestión de la incertidumbre

Será conveniente realizar un control y evaluación continua de los riesgos que afecten al proyecto. Durante todo el ciclo de vida es necesario estar al corriente del estado actual del proyecto así como de su predicción futura con el fin de tomar decisiones eficaces y a tiempo.

En este caso se aplica la distribución Beta PERT que es el método para analizar las tareas del proyecto, esencialmente el tiempo de duración de cada tarea e identificar el tiempo mínimo para completar el proyecto total.

La estimación se lleva a cabo con 3 valores para mejorar el resultado de la estimación final:

- ✓ Tiempo optimista (**O**): suponiendo que todo marcha bien.
- ✓ Tiempo pesimista (**P**): aparecen todos los problemas posibles.
- ✓ Tiempo más probable (**M**): la tarea se realiza en circunstancias normales.

Con los valores de la estimación obtenida de Beta PERT y de la Desviación típica se puede informar una estimación y el rango de valores más probable donde se mueve la misma.

Cuando se obtienen las duraciones medias y las desviaciones existirán además rangos de duración del proyecto respecto a diferentes probabilidades: 67% y 95%.

Posteriormente se verificará esta hipótesis en el software de simulación: Crystal Ball.

Tabla 4-11. Obtención de la desviación típica del proyecto

	M	O	P	Beta	D.Típica	D.Típica²	Criticidad
1	8	5	10	8	0,83	0,6889	1
2	4	3	7	4	0,67	0,4489	1
3	5	3	6	5	0,5	0,25	1
4	3	2	7	4	0,83	0,6889	0
5	1	0,5	3	1	0,42	0,1764	1
6	3	2	4	3	0,33	0,1089	0
7	16	14	18	16	0,67	0,4489	1
8	5	3	9	5	1	1	0
9	1	0,5	2	1	0,25	0,0625	0
10	8	6	10	8	0,67	0,4489	1
11	4	3	5	4	0,33	0,1089	1
12	2	1	4	2	0,5	0,25	1
13	3	2	5	3	0,5	0,25	0
14	7	5	10	7	0,83	0,6889	0
15	19	17	23	19	1	1	1
16	7	6	10	7	0,67	0,4489	1
17	10	8	13	10	0,83	0,6889	0
18	27	25	32	28	1,17	1,3689	1
19	9	6	12	9	1	1	1
20	104	100	110	104	1,67	2,7889	1
21	24	23	27	24	0,67	0,4489	0
22	2	1	4	2	0,5	0,25	0
23	1	0,5	4	1	0,58	0,3364	1
24	7	6	10	7	0,67	0,4489	1
25	3	2	5	3	0,5	0,25	1
					Total	10,4629	3,23464063

Se llega a la conclusión de que el valor redondeado de la desviación típica del proyecto es de 4 días y la duración media del mismo será de 226 días.

Luego, con los datos anteriormente mencionados, se tiene que los intervalos respecto a la duración del proyecto que incluye un porcentaje de que se cumpla ese intervalo para la duración del mismo se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 4-12. Rangos de probabilidad

PROBABILIDAD	RANGOS:	
	MIN	MAX
67%	222	230
95%	218	234

4.12 Crystal Ball

Oracle Crystal Ball es la aplicación líder basada en hojas de cálculo para elaborar modelos predictivos, previsión, simulación y optimización. Le brinda una perspectiva inigualable de los factores críticos que afectan el riesgo. Con Crystal Ball. Puede tomar las decisiones tácticas correctas para alcanzar sus objetivos y ganar una ventaja competitiva incluso bajo las condiciones de mercado más inciertas.

El procedimiento básico de utilización de esta herramienta es: diseñar un modelo que refleje un escenario incierto, ejecutar una simulación sobre ese modelo y analizar los resultados. El Crystal Ball es utilizado mediante el Excel donde estarán registrados los datos ya calculados con anterioridad y a partir de aquí se puede realizar las diferentes simulaciones.

Se deben definir dos criterios para la mejor comprensión de este tema:

- Supuestos: se representan con distribuciones de probabilidad.
- Pronósticos: corresponden a variables dependientes de los supuestos.

Cuando se utiliza el Crystal Ball se toman los valores necesarios ya calculados en las tablas de Excel y a través de estos se realizan las simulaciones.

A continuación se describirán brevemente las distribuciones que se utilizan en los análisis posteriores.

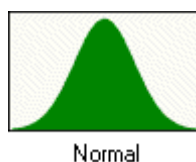


Figura 4-4. Distribución Normal

Es considerada la más importante en la teoría de la probabilidad, porque describe muchos fenómenos naturales, como el cociente de inteligencia de las personas y los picos y las

tasas reproductivas de los animales. Las personas que son encargadas de tomar decisiones en la empresa pueden utilizar la distribución normal para describir variables inciertas.

Parámetros: Media, Desviación estándar

De los valores de la distribución normal, aproximadamente el 68% se encuentran dentro de una desviación estándar de 1 a ambos lados de la media. La desviación estándar es la raíz cuadrada de la distancia cuadrada promedio de los valores desde la media.

La distribución normal se utiliza cuando se dan las siguientes condiciones:

- El valor de la media es el más probable.
- Es simétrica respecto a la media.
- Hay más probabilidad de que se aproxime a la media de que se aleje.



BetaPERT

Figura 4-5. Distribución Beta PERT

La distribución Beta PERT es continua. Describe una situación en la que se conocen los valores mínimos, máximos y más probables. Resulta útil con datos limitados. La distribución beta PERT se utiliza a menudo en los modelos de administración de proyectos para calcular la duración de las tareas y los proyectos.

Parámetros: Mínimo, Más probable y Máximo

La distribución beta PERT se utiliza cuando se dan las siguientes condiciones:

- Cuando el mínimo y el máximo son fijos.
- Tiene un valor más probable en este rango, el cual forma un triángulo con el mínimo y el máximo; beta PERT forma una curva suavizada en el triángulo subyacente.

4.12.1 Distribución normal

Se realiza primeramente la distribución normal donde se analiza el gráfico de previsión, que es un diagrama interactivo que permite obtener la probabilidad de que la variable pronosticada esté dentro de ciertos límites.

Se lleva a cabo la aproximación de todas las actividades a partir de una distribución normal con diferentes desviaciones típicas, entre 5% y 25%, en dependencia del tiempo más probable de cada tarea, influyendo en la duración del proyecto y en el coste del mismo.

El objetivo de estas simulaciones es conocer las desviaciones que pueden existir en el proyecto, es decir, conocer las actividades que influyen en la variabilidad del proyecto y tomar medidas para que no se afecte el coste ni la duración del mismo.

Cuando se realiza la simulación se pretende obtener los resultados lo más reales posible y una menor variabilidad, por lo que se ha determinado 5000 ensayos.

Se realiza primeramente el análisis de la vista de frecuencia del gráfico de previsión, que es un diagrama interactivo que permite obtener la probabilidad de que la variable pronosticada esté dentro de ciertos límites.

Cuando ya se introducen todos los datos necesarios para la simulación se obtiene:

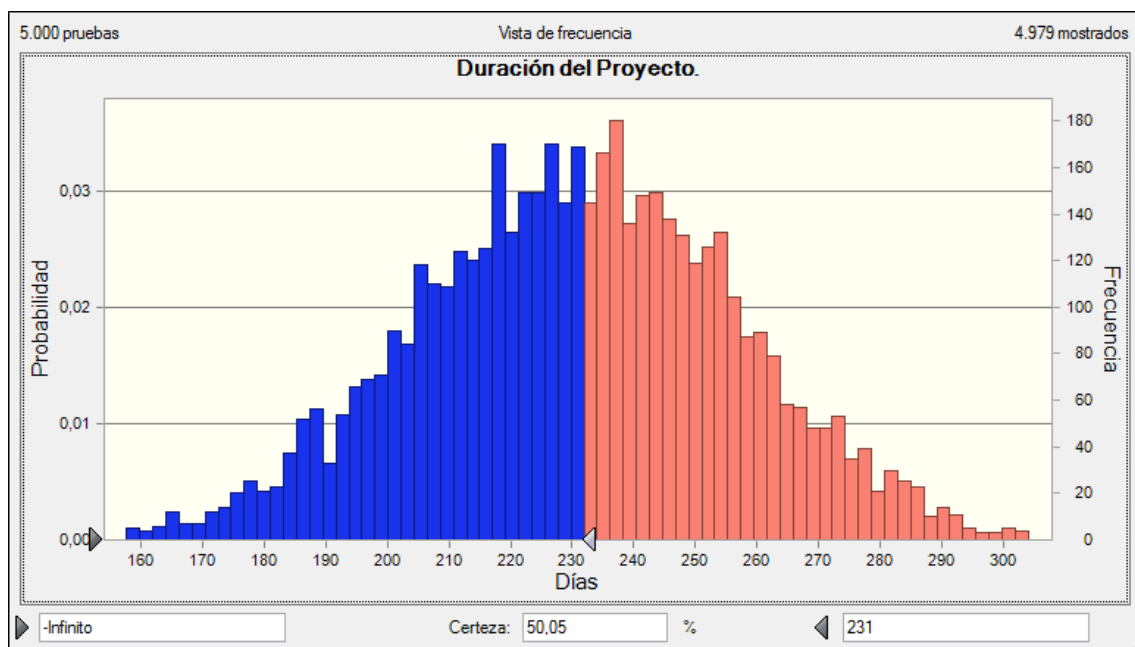


Figura 4-6. Distribución normal, duración media del proyecto

Se observa que la duración media de este proyecto a partir de una distribución normal es de 231 días.

Ahora se quiere aumentar la seguridad de que el proyecto se termine en tiempo, por lo que le asignaremos un coeficiente de seguridad de un 15% a la duración media del proyecto.

Coeficiente seguridad * Duración media del proyecto = $1,15 * 231 = 265,65 \approx \underline{266 \text{ días}}$

Con esta nueva duración del proyecto se busca cual es la probabilidad de que se cumpla.

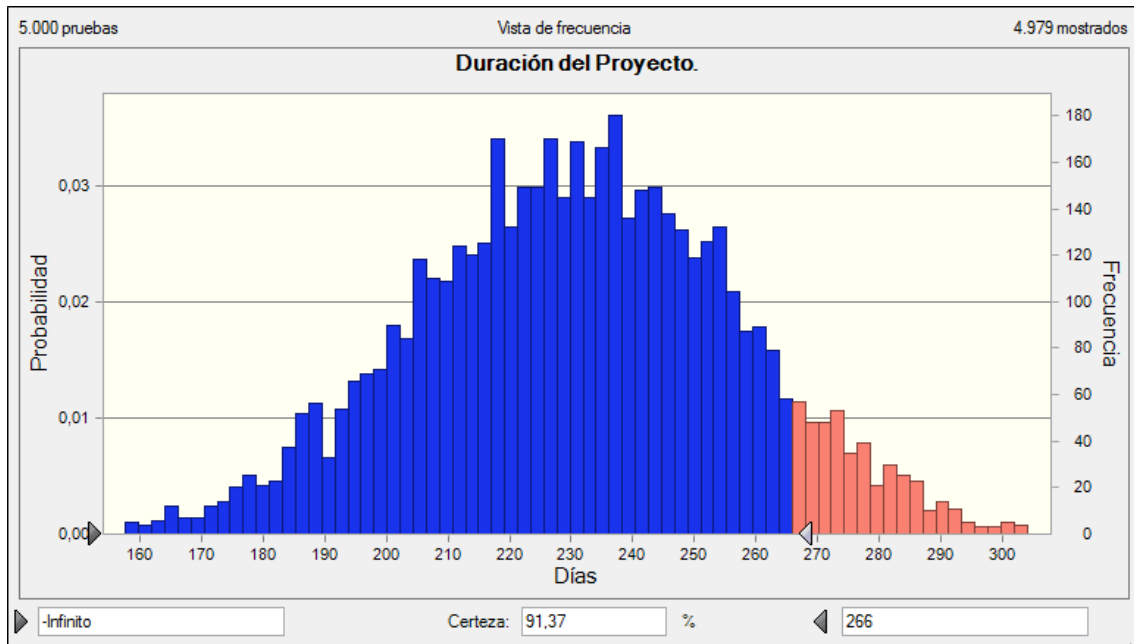


Figura 4-7. Distribución normal, aplicando el 15% de coeficiente de seguridad

Se muestra en la gráfica que si se coloca un coeficiente de seguridad de un 15% respecto a la duración del proyecto, se aumenta la probabilidad de hasta un 91,37% de no cometer error, es decir que se aumenta la probabilidad de cumplir con la duración del proyecto.

Análisis de sensibilidad

Como segundo paso se tiene la gráfica de sensibilidad, que muestra la contribución de los supuestos a la variabilidad de un pronóstico. Mediante esta gráfica se realiza el análisis de sensibilidad donde indica la relación que existe entre las tareas para cuando ocurre la probabilidad de que se retrase una, se retrasen todas las demás, donde esto indica que habrá actividades más importantes que otras, por lo que permite poder concentrarse en las tareas más influyentes.

Este análisis de sensibilidad muestra tanto las variables que más inciden y las que menos al resultado del proyecto, siendo esta información muy útil para la toma de decisiones.

Además los gráficos de sensibilidad utilizan correlaciones de rango para mostrar la influencia de cada celda de suposición en una determinada celda de previsión, para indicar qué suposiciones son las más o menos importantes en el modelo.

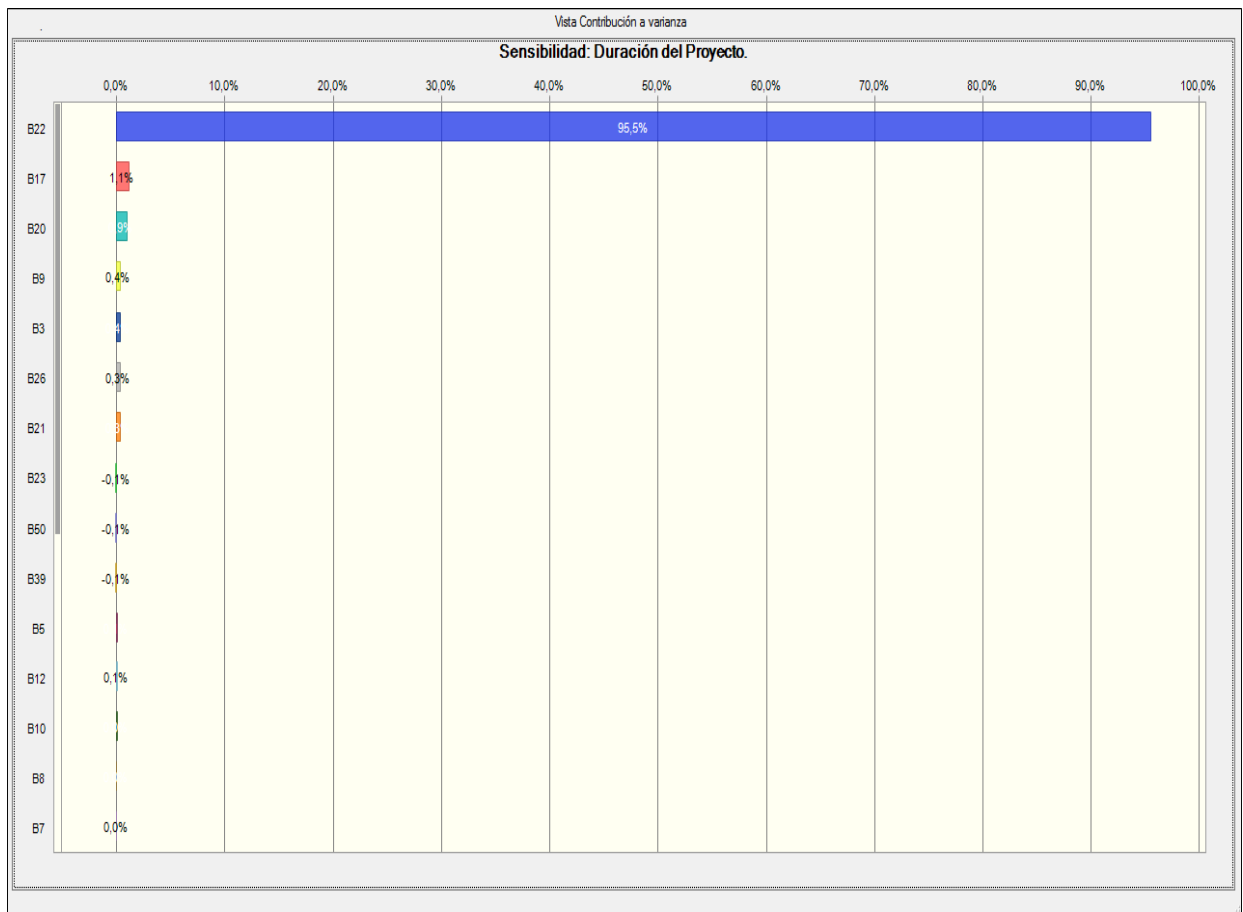


Figura 4-8. Distribución normal, gráfico de sensibilidad de duración del proyecto

Se muestra que la tarea más importante, la que más influye en la duración del proyecto es la de Interiores apartamentos (x148) con un 95,5%, porque es la de mayor duración y es crítica.

A continuación se mostrarán las actividades del proyecto de mayor a menor influencia:

- Interiores apartamentos (x148): 95,4%
- Cocina y comedor (N7 y E7): 1,1%
- Canalizaciones: TL, TV, CI y Robot: 0,9%
- Líneas a subcuadros: 0,4%
- Oferta: 0,4%
- Acreditación de documentación reglamentaria: 0,3%
- Líneas de alimentación (desde N2 y N3): 0,3%
- Pasillos, Escaleras y Terrazas (desde E2 y E3): 0,1%

Estas actividades tienen una influencia del 0%:

- Parking (desde E6)
- Cuartos depuración piscinas (desde N4 y N5)

- Oficios
- Centro de maniobra, medida y transformación
- Líneas generales
- Cuadro general y batería reactiva
- Grupo electrógeno
- Puestas a tierra
- Subcuadros
- Ascensores (de E4)
- Distribución salas de máquinas
- Recepción (de E8)
- Servicios sótano (E10)
- Bar-salón : estar, lectura y juegos (desde E9)
- Alumbrado ext, pasillo servicio, cuartos ge y ccgg(E11)
- Prueba de funcionamiento
- Revisión de la constructora

Análisis de criticidad

Se realiza el análisis de criticidad de todas las actividades del proyecto con el objetivo de saber las probabilidades de cada tarea de ser críticas o no. Se muestra a continuación las probabilidades de criticidad:

Tabla 4-13. Distribución normal, porcentaje de criticidad de las actividades

Oferta	100,00%
Centro de maniobra, medida y transformación	97,64%
Líneas generales	100,00%
Cuadro general y batería reactiva	2,36%
Grupo electrógeno	100,00%
Puestas a tierra	0,00%
Líneas a subcuadros	100,00%
Subcuadros	0,00%
Ascensores (de E4)	0,00%
Distribución salas de máquinas	100,00%
Parking (desde E6)	100,00%
Recepción (de E8)	100,00%
Servicios sótano (E10)	0,00%
Bar-salón : estar, lectura y juegos (desde E9)	0,00%
Cocina y comedor (N7 y E7)	100,00%
Cuartos depuración piscinas (desde N4 y N5)	100,00%
Alumbrado ext, pasillo servicio, cuartos ge y ccgg(E11)	0,00%
Canalizaciones: TL, TV, CI y Robot	100,00%
Líneas de alimentación (desde N2 y N3)	100,00%
Interiores apartamentos (x148)	100,00%
Pasillos, Escaleras y Terrazas (desde E2 y E3)	0,00%

Oficios	0,00%
Prueba de funcionamiento	100,00%
Acreditación de documentación reglamentaria	100,00%
Revisión de la constructora	100,00%

En la siguiente imagen se muestra un ejemplo de criticidad del 100%, en este caso es la actividad de Líneas Generales, ya que es una actividad que debe finalizarse para que pueda continuar el resto de actividades.

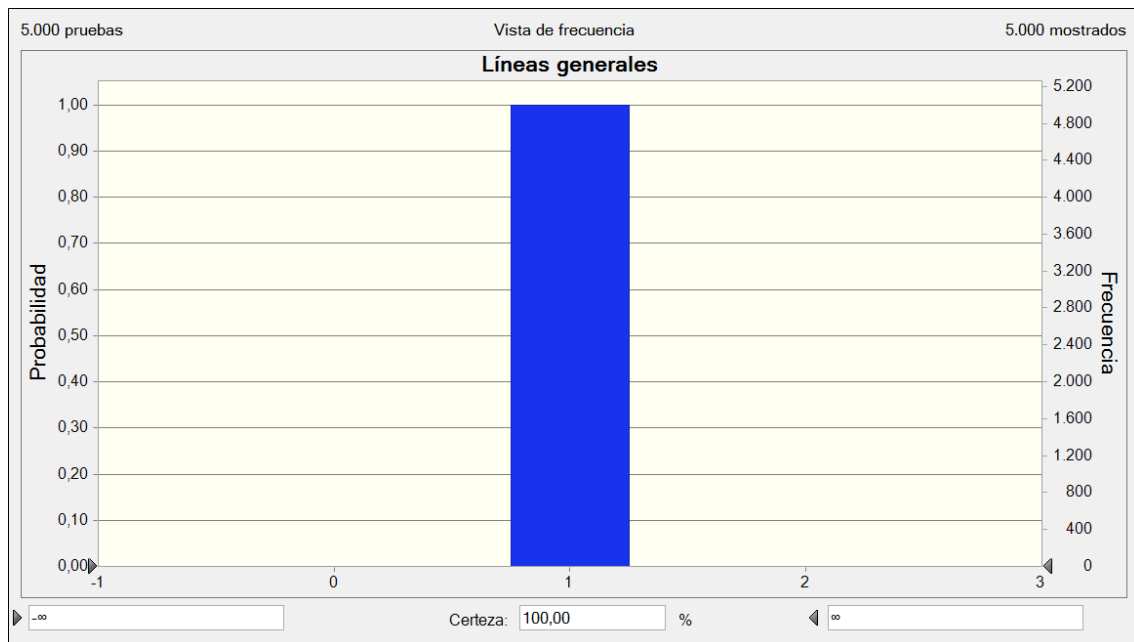


Figura 4-9. Distribución normal, Criticidad de Líneas Generales

Luego se observa en la actividad Centro de maniobra, medida y transformación que es una actividad con un alto nivel de criticidad (97,64%) y al estar en paralelo con otra tarea y ser la de mayor duración finaliza siendo crítica.

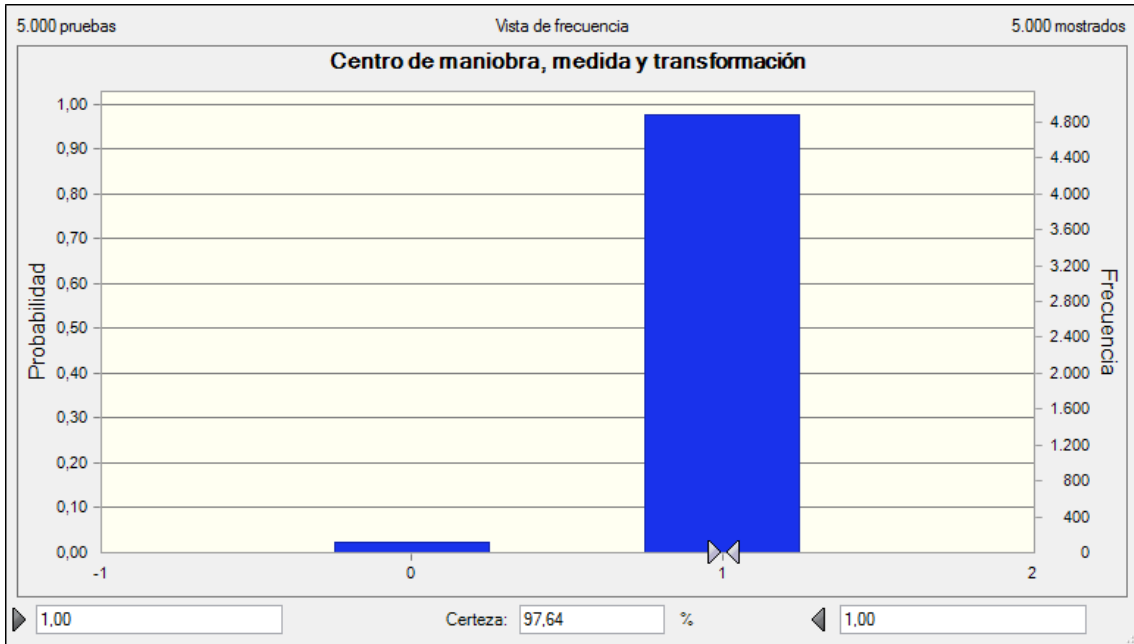


Figura 4-10. Distribución normal, Criticidad de Centro de maniobra, medida y transformación

En el siguiente ejemplo se tiene que la actividad Cuadro general y batería reactiva tiene un nivel de criticidad muy bajo (2,36%), ya que se encuentra en paralelo con otra actividad que tiene mayor duración y por tanto termina siendo no crítica.

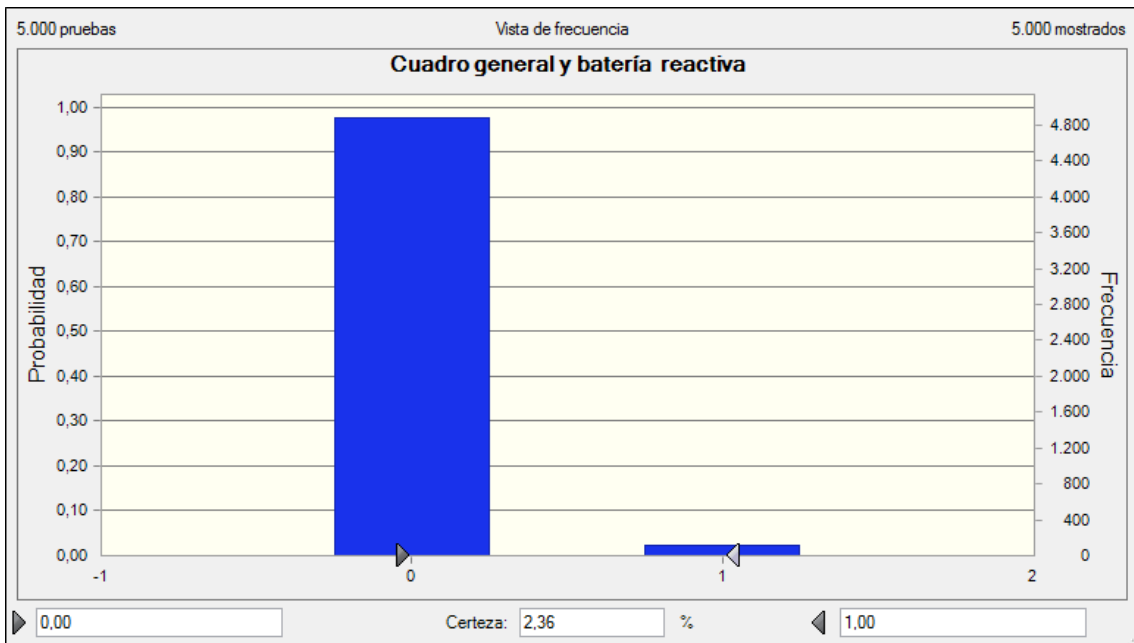


Figura 4-11. Distribución normal, Criticidad de Cuadro general y batería reactiva

Como último ejemplo se muestra una actividad que no tiene ningún nivel de criticidad porque se encuentra en paralelo con otra actividad que tiene muchísima más duración que esta, por eso termina siendo una actividad no crítica.

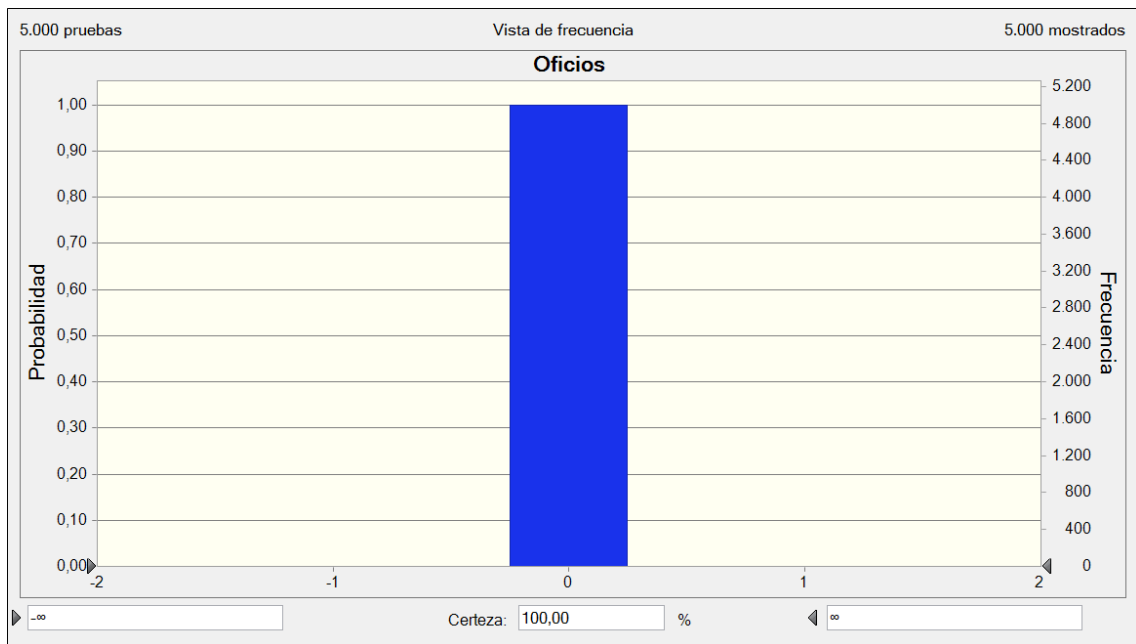


Figura 4-12. Distribución normal, Criticidad Oficios

Análisis de costes

A continuación se analizará los costes como mismo se analizó la duración del proyecto anteriormente.

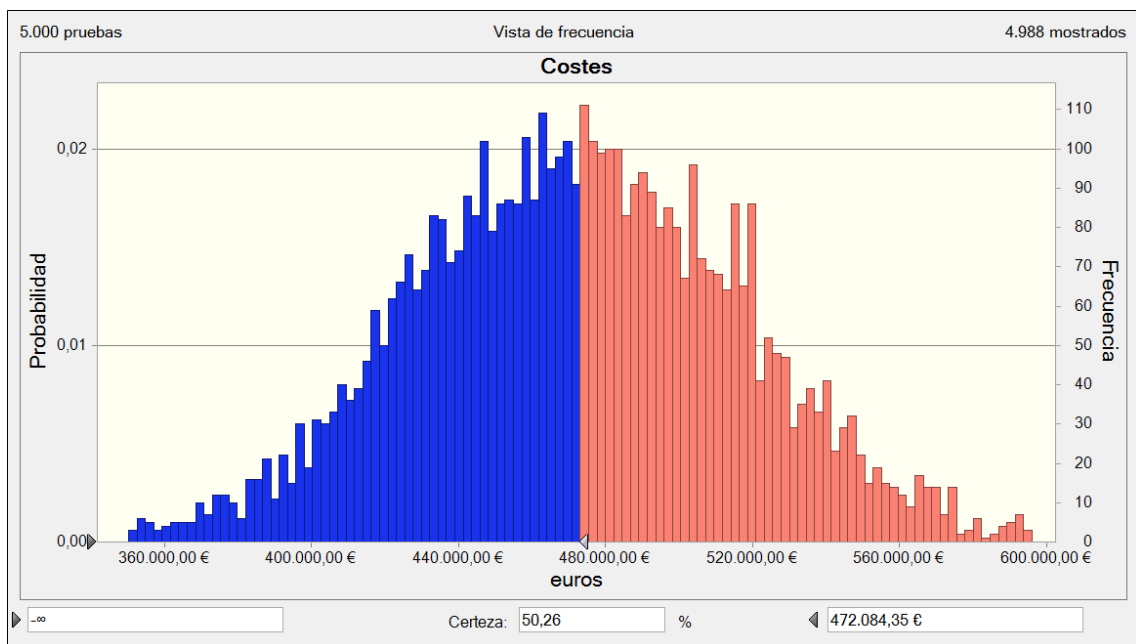


Figura 4-13. Distribución normal, Coste del proyecto

En la gráfica anterior se puede decir que la probabilidad de que el proyecto cueste menos de los esperado es del 50,26%, es decir que hay una probabilidad del 49,74% de retraso del mismo.

Se debe tener especial atención a las tareas críticas que son las que influyen en gran medida en los sobrecostos. Los índices de criticidad y los análisis de sensibilidad se deben controlar ya que indican los puntos débiles y por tanto se podrá tomar medidas para hacer cualquier cambio pertinente en las actividades, ya sea en su duración o en los recursos destinados a la misma.

Análisis de sensibilidad

A continuación se realiza el análisis de sensibilidad para determinar las tareas que están influyendo de manera importante en los sobrecostos.

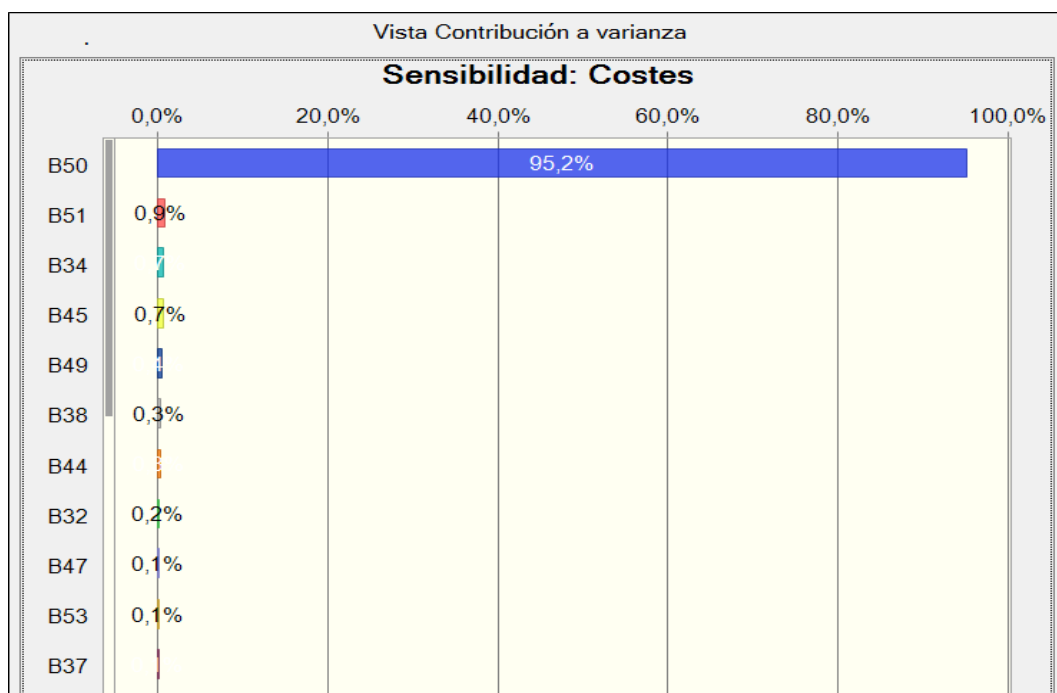


Figura 4-14. Distribución normal, gráfico de sensibilidad de Costes

Se muestra que la tarea más importante, la que más influye en el coste del proyecto es la de Interiores apartamentos (x148) con un 95,2%, porque es la de mayor duración y tendrá más recursos destinados.

A continuación se mostrarán las actividades del proyecto de mayor a menor influencia:

- Interiores apartamentos (x148): 95,2%
- Pasillos, Escaleras y Terrazas (desde E2 y E3): 0,9%
- Cuadro general y batería reactiva: 0,7%

- Cocina y comedor (N7 y E7): 0,7%
- Líneas de alimentación (desde N2 y N3): 0,4%
- Subcuadros: 0,3%
- Bar-salón : estar, lectura y juegos (desde E9): 0,3%
- Centro de maniobra, medida y transformación: 0,2%
- Alumbrado ext, pasillo servicio, cuartos ge y ccgg(E11): 0,1%
- Prueba de funcionamiento: 0,1%
- Líneas a subcuadros: 0,1%

Estas actividades tienen una influencia del 0%:

- Líneas generales
- Grupo electrógeno
- Puestas a tierra
- Ascensores (de E4)
- Distribución salas de máquinas
- Recepción (de E8)
- Servicios sótano (E10)
- Revisión de la constructora
- Canalizaciones: TL, TV, CI y Robot
- Acreditación de documentación reglamentaria
- Oferta
- Parking (desde E6)
- Cuartos depuración piscinas (desde N4 y N5)
- Oficinas

4.12.2 Beta PERT

Como segunda hipótesis se analiza la simulación en Beta PERT que ya había sido realizada mediante el Excel a través de las fórmulas correspondientes. A través de este paso, se quiere contrastar y tener mayor detalle los resultados alcanzados.

En la Gestión de la incertidumbre mostrada anteriormente se utilizó la distribución Beta PERT y se definió un tiempo optimista, más probable y pesimista para cada una de las tareas, donde mediante fórmulas se obtuvo una duración media con una desviación típica.

Se pretende mediante la simulación con esta misma distribución, el análisis para comparar los resultados, ya que la utilización de esta vía es más exacta porque se analizarán un total de 5000 pruebas. Se consigue con este paso lograr que se acerque más a la realidad ya que oscilarán los valores más probables entre los valores optimistas y pesimistas en dependencia de las circunstancias que enfrente cada tarea.

Cuando se tiene tres tiempos posibles por actividad se puede calcular el promedio y la

desviación típica de las tareas. Conociendo que la desviación típica del proyecto es de 4 y la duración media de 226 días. Se dice que para:

- ✓ El 67% de los casos se encuentran entre la duración media más / menos una desviación típica.
- ✓ El 95% de los casos se encuentran entre la duración media más / menos dos desviaciones típica.

A continuación se realiza la simulación de comprobación donde se muestra como resultado que el 67% de las veces el proyecto dura entre 222 días y 230 días, al comparar este resultado con el anterior obtenido se confirma su certeza.

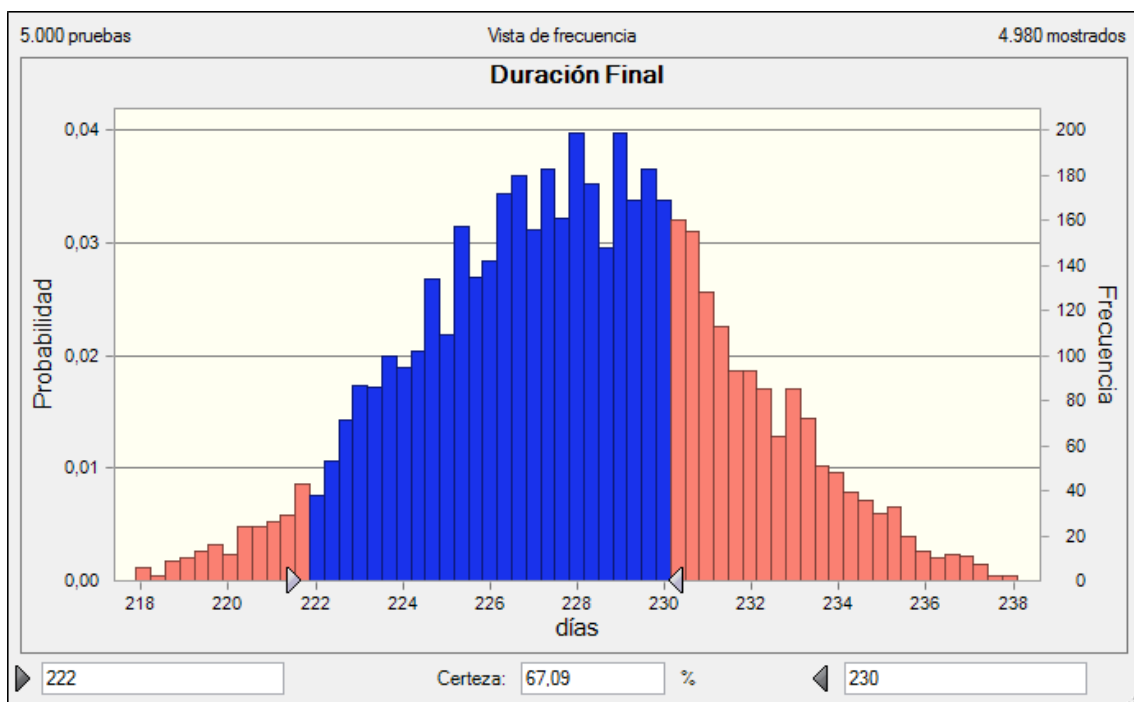


Figura 4-15. Distribución Beta PERT, rangos de la Duración del Proyecto en 67%

Luego se analiza y se comprueba que el rango de 218 días a 234 días será la duración del proyecto para el 95% de los casos coincidiendo esto con los resultados obtenidos anteriormente en la Gestión de la incertidumbre.

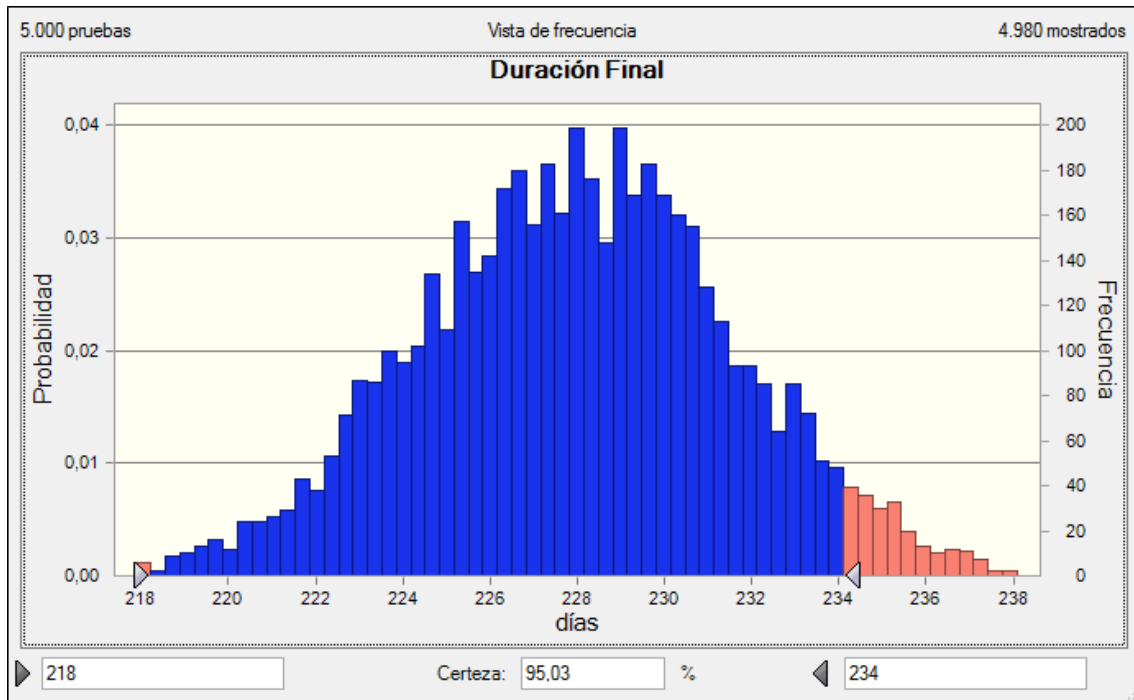


Figura 4-16. Distribución Beta PERT, rangos de la Duración del Proyecto en 95%

Análisis de sensibilidad

Una vez obtenido el gráfico de sensibilidad de la distribución Beta PERT, se pueden observar las actividades que más influyen en la duración del proyecto. Este resultado es de gran importancia ya que mediante él se pueden tomar las medidas necesarias sobre las actividades más influyentes.

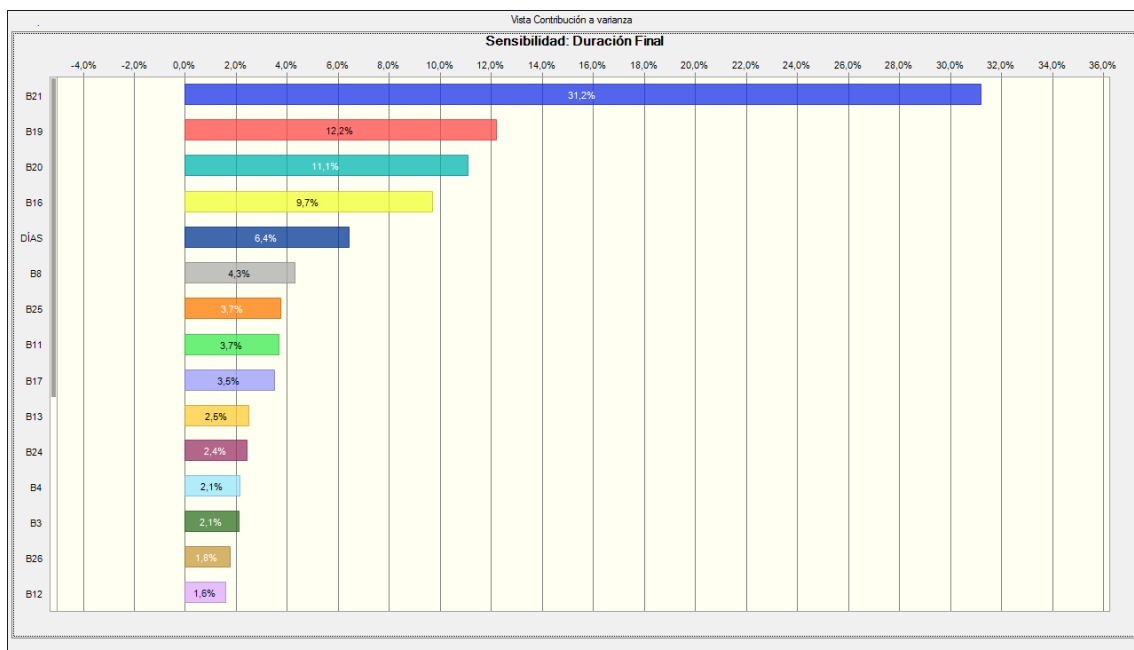


Figura 4-17. Distribución Beta PERT, gráfico de sensibilidad de la duración del proyecto

Una vez obtenido el gráfico de sensibilidad de la distribución Beta PERT, se pueden observar las actividades que más influyen en la duración del proyecto. Este resultado es de gran importancia ya que mediante él se pueden tomar las medidas necesarias sobre las actividades más influyentes.

Como se puede observar la tarea más importante en la duración del proyecto es la de Interiores apartamentos (x148) con un 31,2%, porque es la de mayor duración y es crítica.

Se muestran a continuación las actividades del proyecto de mayor a menor influencia:

- Interiores apartamentos (x148): 31,2%
- Canalizaciones: TL, TV, CI y Robot: 12,2%
- Líneas de alimentación (desde N2 y N3): 11,1%
- Cocina y comedor (N7 y E7): 9,7%
- Oferta: 6,4%
- Líneas a subcuadros: 4,3%
- Acreditación de documentación reglamentaria: 3,7%
- Distribución salas de máquinas: 3,7%
- Cuartos depuración piscinas (desde N4 y N5): 3,5%
- Recepción (de E8): 2,5%
- Prueba de funcionamiento: 2,4%
- Líneas generales: 2,1%
- Centro de maniobra, medida y transformación: 2,1%
- Revisión de la constructora: 1,8%
- Parking (desde E6): 1,6%
- Cuadro general y batería reactiva: 1,2%

Las siguientes actividades son de menos influencia ya que oscilan entre 0,7% y 0%, se exponen de mayor a menor influencia:

- Grupo electrógeno
- Oficinos
- Puestas a tierra
- Subcuadros
- Ascensores (de E4)
- Servicios sótano (E10)
- Bar-salón : estar, lectura y juegos (desde E9)
- Alumbrado ext, pasillo servicio, cuartos ge y ccgg(E11)
- Pasillos, Escaleras y Terrazas (desde E2 y E3)

Análisis de criticidad

En el análisis de criticidad se muestra el porcentaje de criticidad de todas las actividades del proyecto. Se tienen a continuación todas las probabilidades de criticidad:

Tabla 4-14. Distribución Beta PERT, porcentaje de criticidad de las actividades

Oferta	100,00%
Centro de maniobra, medida y transformación	77,12%
Líneas generales	100,00%
Cuadro general y batería reactiva	22,82%
Grupo electrógeno	100,00%
Puestas a tierra	0,00%
Líneas a subcuadros	100,00%
Subcuadros	0,00%
Ascensores (de E4)	0,00%
Distribución salas de máquinas	100,00%
Parking (desde E6)	100,00%
Recepción (de E8)	100,00%
Servicios sótano (E10)	0,00%
Bar-salón : estar, lectura y juegos (desde E9)	0,00%
Cocina y comedor (N7 y E7)	100,00%
Cuartos depuración piscinas (desde N4 y N5)	100,00%
Alumbrado ext, pasillo servicio, cuartos ge y ccgg(E11)	0,00%
Canalizaciones: TL, TV, CI y Robot	100,00%
Líneas de alimentación (desde N2 y N3)	100,00%
Interiores apartamentos (x148)	100,00%
Pasillos, Escaleras y Terrazas (desde E2 y E3)	0,00%
Oficios	0,00%
Prueba de funcionamiento	100,00%
Acreditación de documentación reglamentaria	100,00%
Revisión de la constructora	100,00%

A continuación se observa la actividad de Oficios que no presenta nivel de criticidad ya que la actividad que se encuentra en paralelo con ella es mucho mayor en duración y por tanto finaliza siendo una actividad no crítica.

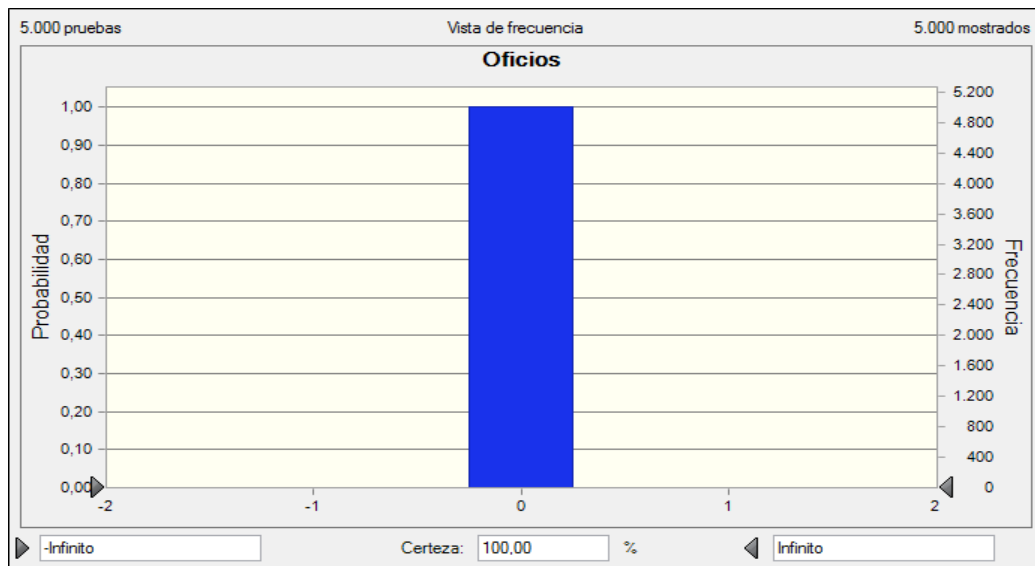


Figura 4-18. Distribución Beta PERT, Criticidad de Oficios

El ejemplo siguiente muestra la actividad Cuadro general y batería reactiva que presenta un nivel de criticidad muy bajo (22,82%) porque la actividad que está en paralelo con ella tiene mayor duración y entonces termina siendo no crítica (77,10%).

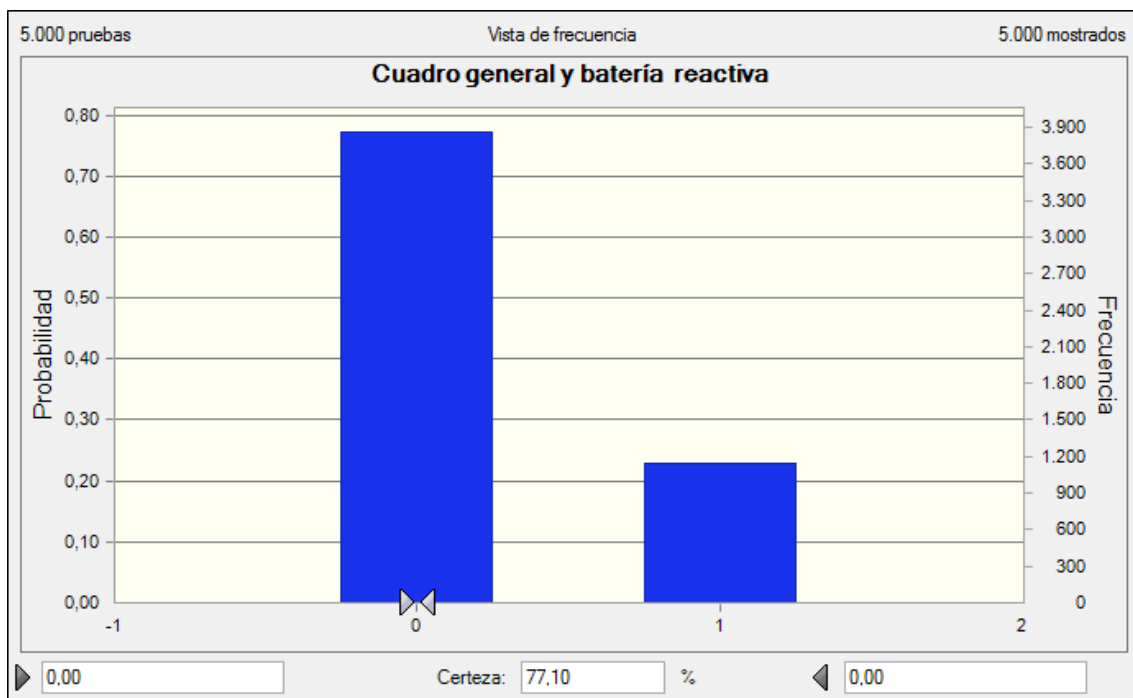


Figura 4-19. Distribución Beta PERT, Criticidad de Cuadro general y batería reactiva

La siguiente imagen muestra nuevamente la actividad de Líneas generales que presenta, al igual que en la distribución normal, una criticidad del 100%, porque es una actividad que debe finalizarse para que puedan realizarse las demás actividades.

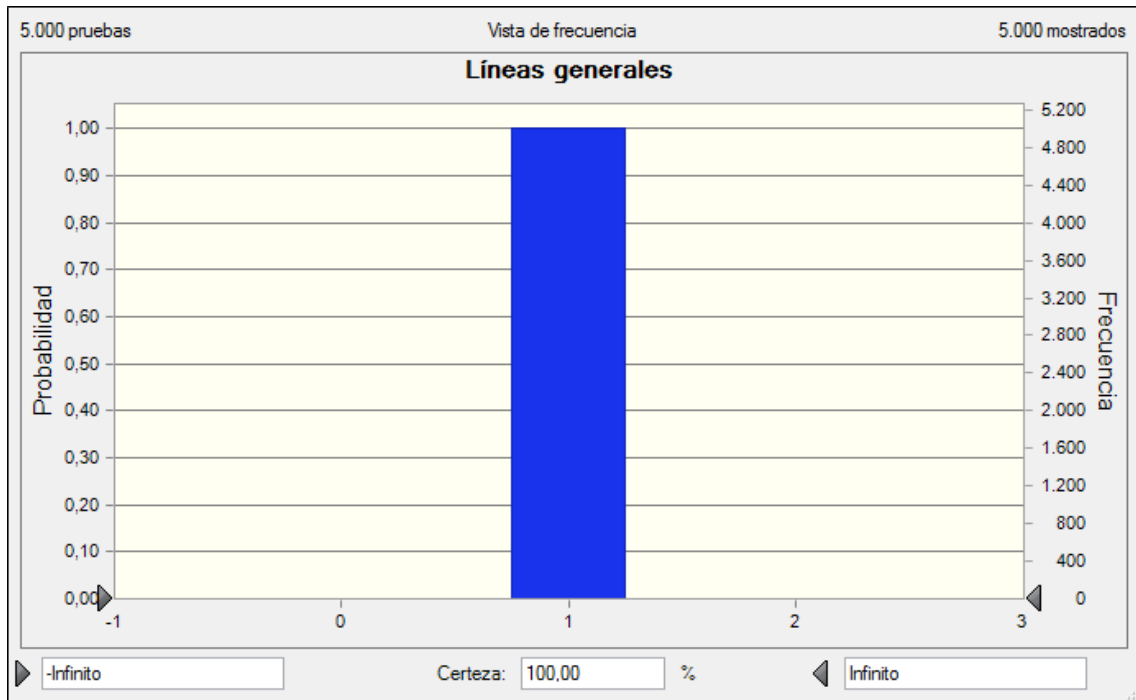


Figura 4-20. Distribución Beta PERT, Criticidad de Líneas Generales

A continuación se observa la actividad Centro de maniobra, medida y transformación con un alto nivel de criticidad (77,12%) ya que es de mayor duración con respecto a la otra actividad que está en paralelo con ella, por tanto llega a ser crítica.

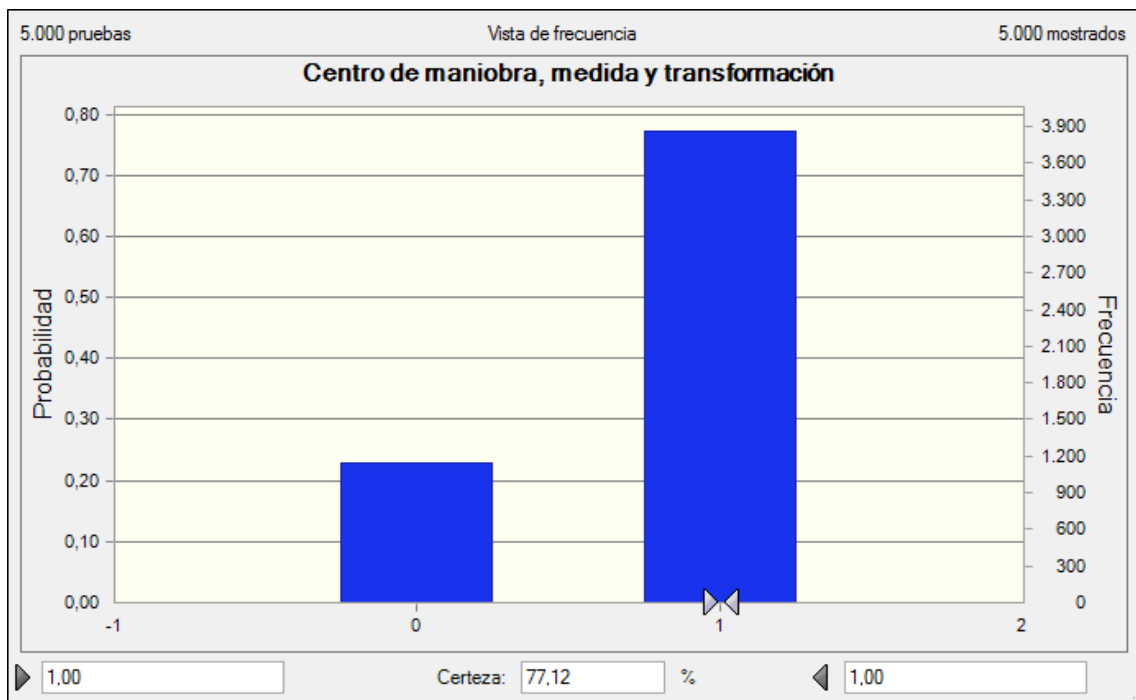


Figura 4-21. Distribución Beta PERT, Criticidad de Centro de maniobra, medida y transformación

Como se pudo observar en el análisis de criticidad no se presentan grandes cambios con respecto a lo anteriormente visto en la distribución normal.

4.13 Gestión del valor ganado

La Gestión del Valor Ganado se utiliza para medir el desempeño del avance, el cronograma y el coste del proyecto. Esta herramienta permite realizar proyecciones basadas en hipótesis, según la situación que tenga el proyecto.

Analiza la situación del proyecto de acuerdo a coste y tiempo, considerando si los datos que se han obtenido son favorables o no para el desarrollo del proyecto:

- Si ha cumplido o no el presupuesto del proyecto.
- Si han ocurridos adelantos o atrasos en el cronograma.

Gracias a esta gestión se tomará cualquier decisión importante para el progreso del proyecto, valorando si se continúa o no con el mismo, y si es necesario se solicitará más recursos para poder seguir adelante.

La metodología de gestión del valor ganado se basa en la curva S, para conocer atrasos o adelantos en el cronograma y en el presupuesto, además de poder determinar tendencias y pronósticos de terminación en tiempo y coste.

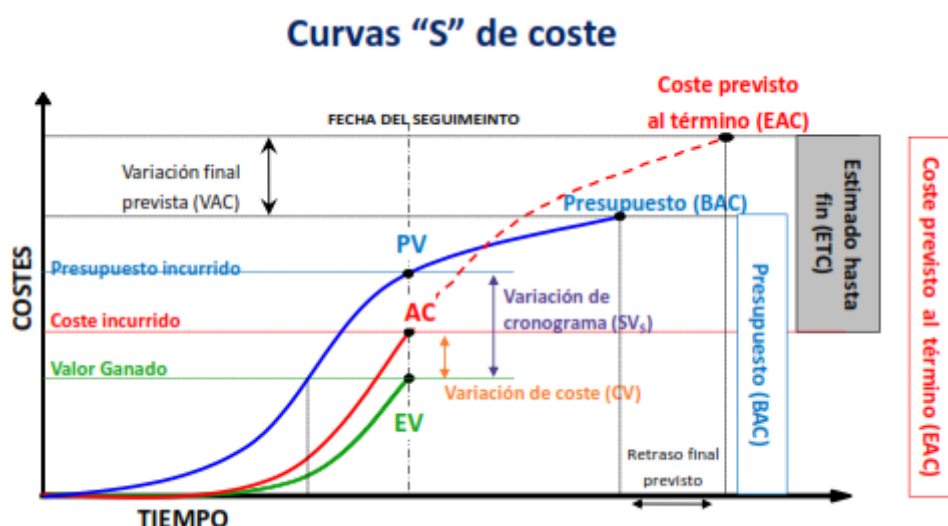


Figura 4-22. Ejemplo de curva S

Para llevar a cabo la gestión del valor ganado hay que conocer estos valores:

- ✓ **Valor Planificado, PV** (Planned Value): es el presupuesto autorizado del trabajo que es necesario realizar; es decir, representa el coste para todas las tareas que fueron planeadas para empezar y terminar en el momento del análisis. Además el PV coincide con la línea base de coste o presupuesto acumulado. El total de este valor se conoce como la línea base para la medición del desempeño (PMB). El valor planificado total para el proyecto también se define como Presupuesto hasta la conclusión (BAC).

- ✓ **Coste Real, AC** (Actual Cost): Es el coste total del trabajo realizado realmente hasta la fecha, representa la realidad de las cosas. Este valor se calcula cuando el proyecto se encuentre en ejecución ya que es el coste real gastado en el proyecto. Este indicador se debe corresponder con lo que se definió para la PV.
- ✓ **Valor Ganado, EV** (Earned Value): Representa la suma de todo el coste del presupuesto del trabajo realizado en el momento del análisis. Es el valor del trabajo completado en términos del presupuesto aprobado asignado a dicho trabajo para la actividad de la EDT. Este término se debe corresponder con la línea base del PV y no se puede pasar del presupuesto aprobado del PV para un componente. Puede ser utilizado para representar el porcentaje de completado del proyecto.

Variaciones

Tabla 4-15. Indicadores de variaciones en AVG

CV	<p>Variación del Coste (Cost Variance): Una medida de desempeño en función de los costes de un proyecto. Indica la relación entre el desempeño real y los costes gastados. Es la diferencia entre el Valor ganado y el Coste real:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ $CV = EV - AC$
SV	<p>Variación del Cronograma (Scheduled Variance). Una medida de desempeño del cronograma en un proyecto. Puede indicar si el proyecto tiene retraso con la línea base del cronograma. Es la diferencia entre el Valor ganado y el Valor planificado:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ $SV = EV - PV$
CPI	<p>Índice del desempeño del coste: Una medida del valor del trabajo completado en comparación con el coste o el avance real del proyecto. Mide la eficacia de la gestión del coste para el trabajo completado. Es la razón entre el Valor Ganado y el Coste Real:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ $CPI = EV / AC$
SPI	<p>Índice del desempeño del cronograma: Una medida del avance alcanzado del proyecto en comparación con el avance planificado. Es la razón entre el Valor Ganado y el Valor Planificado:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ $SPI = EV / VP$
TCPI	<p>Índice de desempeño del trabajo por completar: Una medida del desempeño del coste que se debe alcanzar con los recursos restantes a fin de cumplir con un determinado objetivo de gestión. Es la relación entre el coste para terminar el trabajo pendiente y el presupuesto restante.</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ $TCPI = (BAC - EV) / (BAC - AC)$

Interpretación de los resultados de los indicadores descritos:

Tabla 4-16. Interpretación de resultados de los indicadores

Variación de costo (CV)	CV = EV-AC	CV < 0	¡MAL! Estamos por encima del presupuesto
		CV > 0	¡BIEN! Estamos por debajo del presupuesto
Índice de desempeño del Presupuesto (CPI)	CPI = EV/AC	CPI < 1	¡MAL! Ineficiencia en el uso de recursos
		CPI > 1	¡BIEN! Eficiencia en el uso de recursos
Valor relativo CV	CV% = CV/EV	Porcentaje que nos indica cuan excedidos o por debajo de la línea de base del presupuesto estamos.	
Variación del cronograma (SV)	SV = EV-PV	SV < 0	¡MAL! Vamos con retraso respecto a la planificación
		SV > 0	¡BIEN! Vamos por delante con respecto a la planificación
Índice de desempeño del Cronograma (SPI)	SPI = EV/PV	SPI < 1	¡MAL! Ineficiencia en el uso del tiempo
		SPI > 1	¡BIEN! Eficiencia en el uso del tiempo
Valor relativo SV	SV% = SV/PV	Porcentaje que nos indica cuanto atraso o adelanto llevamos con respecto al cronograma planeado.	

Proyecciones

A medida que avanza el proyecto y en dependencia del desempeño del mismo, se puede desarrollar una proyección de la estimación a la conclusión (EAC), que puede diferir del presupuesto hasta la conclusión (BAC). Para realizar las proyecciones se deben tener en cuenta los siguientes términos:

- Presupuesto hasta la conclusión **BAC** = PV total
- Estimación a la conclusión **EAC** = BAC / CPI = AC + (BAC – EV) / CPI. Responde a la pregunta ¿Cuánto nos costará al final el proyecto?
- Estimación hasta la conclusión **ETC** = EAC – AC. Responde a la pregunta ¿Cuánto dinero se necesita a partir de hoy para concluir el proyecto?
- Variación a la conclusión **VAC** = BAC-EAC. Indica si se construirá o no con los costes presupuestados.

En este proyecto los responsables de cada tarea, al finalizar cada mes, suministran la información de cómo avanza el mismo. Aquí se muestra la relación de todos los datos:

Tabla 4-17. Valor Planificado del proyecto

PV	mes 1	mes 2	mes 3	mes 4	mes 5	mes 6	mes 7	mes 8	mes 9	mes 10	mes 11
1	1.051,77 €										
2	31.415,33 €										
3	7.229,57 €										
4	25.588,11 €										
5		26.790,22 €									
6		1.472,14 €									
7	7.620,70 €	11.398,44 €									
8	29.427,37 €	2.900,00 €									
9	89,08 €										
10		5.987,71 €									
11					4.749,18 €						
12		2.133,98 €	1.746,00 €								
13					10.197,79 €						
14			16.998,23 €								
15				12.220,50 €	3.038,88 €						
16					9.306,03 €						
17			17.023,82 €								
18			12.760,40 €	4.248,23 €							
19					12.140,90 €	1.341,24 €					
20						34.930,00 €	43.658,37 €	52.390,04 €	25.592,02 €	18.063,00 €	
21						27.690,40 €	6.930,11 €				
22						1.734,73 €					
23											
24											
25											
total	102.421,94 €	50.682,50 €	48.528,45 €	16.468,73 €	39.432,78 €	65.696,37 €	50.588,48 €	52.390,04 €	25.592,02 €	18.063,00 €	0,00 €
total acum.	102.421,94 €	153.104,44 €	201.632,88 €	218.101,61 €	257.534,40 €	323.230,77 €	373.819,24 €	426.209,28 €	451.801,30 €	469.864,30 €	469.864,30 €

Tabla 4-18. Coste Real del proyecto

AC	mes 1	mes 2	mes 3	mes 4	mes 5	mes 6	mes 7	mes 8	mes 9	mes 10	mes 11
1	1.150,00 €										
2	31.700,00 €										
3	7.500,00 €										
4	25.897,00 €										
5		26.790,00 €									
6		1.670,00 €									
7	7.690,00 €	11.398,00 €									
8	31.170,00 €	1.230,00 €									
9	89,00 €										
10		5.996,00 €									
11					4.960,00 €						
12		1.920,00 €	1.910,00 €								
13					10.820,00 €						
14			16.500,00 €								
15				12.300,00 €	3.100,00 €						
16					9.510,00 €						
17			17.450,00 €								
18			12.700,00 €	4.470,00 €							
19					12.840,00 €	1.145,00 €					
20						34.700,00 €	43.058,00 €	52.140,00 €	25.385,00 €	18.060,00 €	
21						27.000,00 €	6.710,00 €				
22						1.790,00 €					
23											
24											
25											
total	105.196,00 €	49.004,00 €	48.560,00 €	16.770,00 €	41.230,00 €	64.635,00 €	49.768,00 €	52.140,00 €	25.385,00 €	18.060,00 €	0,00 €
total acum.	105.196,00 €	154.200,00 €	202.760,00 €	219.530,00 €	260.760,00 €	325.395,00 €	375.163,00 €	427.303,00 €	452.688,00 €	470.748,00 €	470.748,00 €

Tabla 4-19. Avance del proyecto

Avance	mes 1	mes 2	mes 3	mes 4	mes 5	mes 6	mes 7	mes 8	mes 9	mes 10	mes 11
1	100%										
2	100%										
3	100%										
4	100%										
5		100%									
6		100%									
7	25%	100%									
8	90%	100%									
9	100%										
10		100%									
11					100%						
12		55%	100%								
13					100%						
14			100%								
15				80%	100%						
16					100%						
17			100%								
18			75%	100%							
19					90%	100%					
20						20%	45%	75%	90%	100%	
21						80%	100%				
22						100%					
23											
24											
25											

Tabla 4-20. Valor Ganado del proyecto

EV	mes 1	mes 2	mes 3	mes 4	mes 5	mes 6	mes 7	mes 8	mes 9	mes 10	mes 11
1	1.051,77 €										
2	31.415,33 €										
3	7.229,57 €										
4	25.588,11 €										
5		26.790,22 €									
6		1.472,14 €									
7	4.754,79 €	14.264,36 €									
8	29.094,63 €	3.232,74 €									
9	89,08 €										
10		5.987,71 €									
11					4.749,18 €						
12		2.133,99 €	1.745,99 €								
13					10.197,79 €						
14			16.998,23 €								
15				12.207,51	3.051,88 €						
16					9.306,03 €						
17			17.023,82 €								
18			12.756,47 €	4.252,16 €							
19					12.133,93 €	1.348,21 €					
20						34.926,69 €	43.658,36 €	52.390,03 €	26.195,01 €	17.463,34 €	
21						27.696,41 €	6.924,10 €				
22						1.734,73 €					
23											
24											
25											
total	99.223,29 €	53.881,16 €	48.524,51 €	16.459,66 €	39.438,81 €	65.706,03 €	50.582,46 €	52.390,03 €	26.195,01 €	17.463,34 €	0,00 €
total acum.	99.223,29 €	153.104,44 €	201.628,96 €	218.088,62 €	257.527,43 €	323.233,46 €	373.815,92 €	426.205,95 €	452.400,96 €	469.864,31 €	469.864,31 €

El comité global se reúne al finalizar cada tarea importante que se consideran los hitos del proyecto, en este caso se contemplan los dos hitos más destacados:

- Primer Hito: se encuentra en el **mes 5** donde queda concluido la Instalación Eléctrica General del hotel.
- Segundo Hito: se localiza en el **mes 10** donde se finaliza la Instalación Eléctrica de los Apartamentos del hotel.

Este comité se encarga de observar lo que ha ocurrido en el período transcurrido y se analiza la información a través de las tablas de los indicadores aplicados. La reunión se efectúa con el objetivo de tomar las decisiones, medidas y recomendaciones necesarias para que las desviaciones que muestran los indicadores no se vuelvan a producir.

En el Hito 1 los indicadores se comportan de esta manera:

Tabla 4-21. Resultados del AVG del proyecto Hito 1

Hito1 hasta (mes 5)			
Indicador	Cálculo	Resultado	Interpretación
PV	$\sum PV$	257.534,40 €	Deberíamos trabajar por 257.534,40€
EV	$\sum EV$	257.527,43 €	Del trabajo total hemos completado 257.527,43€
AC	$\sum AC$	260.760,00 €	Llevamos gastado 260.760,00€
BAC	PV total	472.084,35 €	El presupuesto total es de 472.084,35€
CV	EV-AC	-3.232,57 €	Se ha gastado 3.232,57€ más de lo trabajado
CPI	EV/AC	0,99	Sólo se obtiene 0,99€ por cada € invertido
SV	EV-PV	-6,97 €	El proyecto va retrasado
SPI	EV/PV	0,99	Se ha avanzado un 99% de lo planificado
TCPI	$(BAC-EV)/(BAC-AC)$	1,02	Debo mejorar la eficiencia de costes en un 2% para gastar 472.084,35€
EAC	BAC/CPI	478.010,11 €	El nuevo coste estimado es de 478.010,11€
ETC	EAC-AC	217.250,11 €	Faltan gastar 217.250,11€ para terminar el proyecto
VAC	BAC-EAC	-5.925,76 €	Se estima gastar 5.925,76€ más de lo presupuestado

Se observa que en cuanto al tiempo, el proyecto va retrasado porque el valor de $SV < 0$, donde se recomienda para la solución de este problema, colocar un turno adicional para que avance en mayor medida el proyecto o además se puede contratar más personal si el presupuesto lo permite.

Por otro lado, en el análisis de costes, muestra que se ha gastado 3.232,57€ más de lo previsto, es decir que se ha gastado más de lo trabajado, por tanto existe un sobrecoste en el proyecto.

Luego suponiendo el mismo grado de ineficiencia en coste, la estimación hasta la conclusión será de 478.010,11€, lo que indica que se estima gastar 5.925,76€ más de lo presupuestado.

Para la mejora de esta situación se recomienda, de ser posible, tratar de utilizar materiales, suministros o servicios menos costosos de lo que originalmente se habían

presupuestado. Para evitar los problemas de sobrecostes es necesario realizar una supervisión del presupuesto frecuentemente.

En el Hito 2 se muestran los siguientes indicadores:

Tabla 4-22. Resultados del AVG del proyecto Hito 2

Hito2 hasta (mes10)			
Indicador	Cálculo	Resultado	Interpretación
PV	$\sum PV$	469.864,30 €	Deberíamos trabajar por 469.864,30€
EV	$\sum EV$	469.864,31 €	Del trabajo total hemos completado 469.864,31€
AC	$\sum AC$	470.748,00 €	Llevamos gastado 470.748,00€
BAC	PV total	472.084,35 €	El presupuesto total es de 472.084,35€
CV	EV-AC	-883,69 €	Se ha gastado 883,69€ más de lo trabajado
CPI	EV/AC	0,99	Sólo se obtiene 0,99€ por cada € invertido
SV	EV-PV	0,00 €	El proyecto va a tiempo
SPI	EV/PV	1,00	Se ha avanzado el 100% de lo planificado
TCPI	$(BAC-EV)/(BAC-AC)$	1,66	Debo mejorar la eficiencia de costes en un 66% para gastar 472.084,35€
EAC	BAC/CPI	476.852,88 €	El nuevo coste estimado es de 476.852,88€
ETC	EAC-AC	6.104,88 €	Faltan gastar 6.104,88€ para terminar el proyecto
VAC	BAC-EAC	-4.768,53 €	Se estima gastar 4.768,53€ más de lo presupuestado

Luego de ser aplicadas las medidas pertinentes mencionadas en el primer hito, se pasa al análisis del segundo y como se puede mostrar a continuación los indicadores han mejorado considerablemente.

Se muestra que el proyecto está en tiempo ya que el valor de SV es igual a 0 por lo que se demuestra que ha mejorado con respecto al hito anterior.

Cuando se realiza el análisis de costes se observa que sólo se ha gastado 883,69€ más de lo previsto, al compararlo con los 3.232,57€ del anterior hito, se demuestra la mejoría de este indicador.

Además se reduce, suponiendo el mismo grado de ineficiencia en coste, la estimación hasta la conclusión, siendo ahora 4.768,53€ lo que se estima gastar más de lo presupuestado, significando esto 1.157,23€ menos que el hito anterior.

5 Conclusiones

En este Trabajo Fin de Grado se ha querido dar a conocer el beneficio que supone la gestión y análisis de los riesgos de un proyecto. La importancia de este análisis se evidencia cuando con la gestión de riesgos, lograda con una buena identificación, valoración y cuantificación de los mismos, supone el ahorro de miles de euros, ya que si se cuenta con planes de gestión de riesgos se puede hacer frente a los mismos en caso de que se produzcan, tratando de mitigarlos antes de que puedan dañar al proyecto.

En todo momento se ha pretendido demostrar que mediante la gestión de riesgos se favorece la identificación de amenazas, obstáculos y oportunidades, lo cual ayuda a facilitar la toma de decisiones y a potenciar la confianza de los grupos de interés. Además se demuestra que los proyectos que tengan más seguimiento y control tienden a ser más exitosos ya que aumentan las posibilidades de alcanzar los objetivos del mismo.

Para llevar a cabo este Trabajo Fin de Grado se comienza con la descripción del proyecto a realizar y sus principales objetivos, donde luego, en los capítulos teóricos, se definen los conceptos que posteriormente serán aplicados.

Después de los capítulos de teoría se dan a conocer todas las actividades que componen el proyecto con la EDT y su diccionario, donde mediante la duración y secuenciación de las mismas se realiza el método PERT para elaborar el cronograma del proyecto obteniendo el camino crítico. Todo esto se muestra a través del diagrama de Gantt.

Luego se procede con la gestión de costes para saber el presupuesto final del proyecto y además se muestran y analizan los posibles riesgos que puedan afectar al proyecto donde se valora su impacto y probabilidad de ocurrencia y se exponen las acciones correctoras para minimizarlos. Cuando se efectúan los cálculos de la gestión de la incertidumbre se evalúan además en los diferentes escenarios del Crystal Ball, primeramente utilizando la distribución Beta PERT para comparar los resultados ya obtenidos, que se confirman, y en segundo lugar la normal para desarrollar un escenario más parecido a la realidad donde se observa que existe altas probabilidades de que el proyecto se retrase y se produzcan sobrecostes. Para contrarrestar estos retrasos se demuestra que aplicando un coeficiente de seguridad del 15% mejoraría este parámetro en gran medida.

En este análisis es de gran utilidad para la toma de decisiones, que se muestre las actividades más influyentes del proyecto, tanto para el retraso como para el sobrecoste, que en este caso resulta ser la misma actividad. Esto ayuda a centrarse más en esta actividad que otras que no son de gran influencia para el desarrollo del proyecto y así se podrá aplicar medidas que sí resolverán o minimizarán el problema existente.

Por último, se efectúa el análisis del valor ganado que brinda información muy importante acerca del estado del proyecto en cuanto al desempeño del avance, el cronograma y el coste del proyecto. Esta herramienta se ejecuta y muestra que al principio, en el primer hito, se contaba con un ligero retraso y un gran sobrecoste, donde luego si se llevan a cabo las medidas pertinentes planteadas por el consejo se observa en el segundo hito que se reduciría en gran medida estos indicadores de sobrecoste y se lograría finalizar el proyecto a tiempo.

En todo momento se ha pretendido demostrar que con el uso de estas herramientas y técnicas se logra un seguimiento y control a lo largo de todo el proyecto de manera sencilla y eficaz, ya que proporcionan información de gran importancia para desarrollar el proyecto de forma consiente de todas las consecuencias que se pueden presentar. Esto facilita en gran medida que las acciones correctoras sean efectivas.

A modo de sugerencia para futuros proyectos en el análisis de riesgos, se propone disponer de un mayor nivel de información detallada para reducir el nivel de incertidumbre de los resultados obtenidos. Si se realiza una adecuada gestión documental de los proyectos, con el debido almacenamiento y disposición de la información por área de conocimiento, proceso y proyecto, para su posterior uso, consulta o procesamiento, permitirá contar con información centralizada, objetiva y en tiempo real. Esto representa tener una amplia base de datos de proyectos anteriores para hacer comparaciones y consultas de posibles riesgos que siempre estarán implicados cuando se lleva a cabo un proyecto.

Además cuando se tiene en cuenta información de proyectos anteriores se podrá comparar una vez simulado los modelos, por ejemplo, las actividades críticas si fueron o no definidas correctamente, donde se ajustarían para mejorar la precisión del modelo. Esto conlleva a la realización de cambios en lo cronograma conforme se vaya actualizando el trabajo ejecutado. Todo lo expuesto implica el uso de una herramienta que es económica, ya que no se tendría que contar con expertos de la materia, que esto sería más costoso.

Igualmente se recomienda que se compare la cantidad remanente de Reserva de Contingencia con la cantidad de Riesgo Remanente, en cualquier momento, para determinar si la reserva restante es suficiente, esto ayuda a controlar que se cuente con los recursos necesarios para hacer frente a cualquier riesgo que se pueda manifestar. La auditoría de riesgos también será necesaria para examinar y documentar la efectividad de la respuesta a los riesgos donde se tratarán los riesgos identificados y sus causas.

Bibliografía

Project Management Institute, Inc. 2013. *Guía de los fundamentos para la dirección de proyectos (guía del PMBOK®) -- Quinta edición*

[<https://www.pmi.org>] *PMI Project Management Institute*

[<https://www.eoi.es>] *Escuela de Organización Industrial*

[<http://proyectics.blogspot.com.es>] *Gerencia de Proyectos. Consultoría y Entrenamiento en procesos, herramientas y técnicas relacionadas con la gerencia de proyectos (Project Management)*

[<http://www.obs-edu.com/es>] *OBS Business School*

[<http://www.crystalballservices.com>] *Crystal Ball Analytics Services*

Documentos proporcionados por el departamento de Organización Industrial y Gestión de Empresas II.

Manual Crystal Ball

ÍNDICE

Manual Crystal Ball	100
1. Crystal Ball.....	101
2. Comenzar Crystal Ball.	102
3. Definir variables de entrada.....	104
4. Definir Pronósticos.	105
5. Ejecutar la simulación.	106
6. Ejecutar un paso simple.....	107
7. Opciones avanzadas.....	108
8. Cerrar Crystal Ball.....	112

1. Crystal Ball

Este anexo presenta los conceptos básicos necesarios para comprender la simulación Monte Carlo, iniciar Crystal Ball, analizar los menús y las barras de herramientas, ejecutar simulaciones y cerrar Crystal Ball.

Las hojas de cálculo tienen dos grandes limitaciones:

- Solamente pueden modificar una hoja de cálculo cada vez. Como consecuencia, explorar el rango entero de posibles resultados es casi imposible.
- El análisis “¿Qué sucedería si?” siempre termina en estimativos independientes los cuáles no indican la probabilidad que se tiene de alcanzar un resultado en particular. A pesar de que los estimativos independientes podrán indicarle qué es posible, no podrán informarle qué es probable.

Crystal Ball supera ambas limitaciones:

- Con Crystal Ball se puede describir un rango de posibles valores para cada celda incierta dentro de la hoja de cálculo. Todo lo que se conoce sobre cada supuesto se encuentra expresado a la misma vez. Luego Crystal Ball usa el rango definido dentro de una simulación.
- Utilizando un proceso denominado simulación Monte Carlo, Crystal Ball mostrará los resultados en un gráfico de pronósticos en el cuál se puede observar el rango entero de resultados posibles y la probabilidad de alcanzar cada uno de ellos.

Además, Crystal Ball mantiene un registro de los resultados de cada escenario.

Para resumir, Crystal Ball es una herramienta analítica que ayuda a ejecutivos, analistas y otros a tomar decisiones al permitirles utilizar simulaciones en modelos de hoja de cálculo. Los pronósticos resultantes de estas simulaciones ayudan a cuantificar las áreas de riesgo para proveer a aquellos que toman decisiones la mayor cantidad de información posible y poder así respaldar decisiones inteligentes.

El procedimiento básico para utilizar Crystal Ball es:

1. Diseñar un modelo que refleje un escenario incierto.
2. Ejecutar una simulación sobre ese modelo.
3. Analizar los resultados.

2. Comenzar Crystal Ball.

Cuando Excel se encuentre abierto o cerrado:

1. Elija Inicio --> Programas --> Crystal Ball 7 --> Crystal Ball. Crystal Ball se abrirá y, al mismo tiempo, ejecutará Excel. Si Excel ya estuviese abierto, Crystal Ball abrirá una nueva ventana de Excel.

La primera vez que utilice Crystal Ball, la pantalla de Bienvenida aparecerá en su ordenador.



Figura 1.1. La Pantalla de Bienvenida de Crystal Ball

Podrá usar la pantalla de Bienvenida para:

- Establecer ciertas preferencias en relación con la forma se utilizará Crystal Ball.
- Consultar tutoriales o consejos en línea.
- Consultar una lista online de nuevas funciones.
- Cerrar la pantalla y comenzar a usar Crystal Ball.
- Mostrar el Archivo Excel --> diálogo Abrir.
- Mostrar la Guía de Ejemplos de Crystal Ball.

Cuando cargue Crystal Ball junto con Microsoft Excel algunos menús nuevos aparecerán en la barra de menú de Excel.

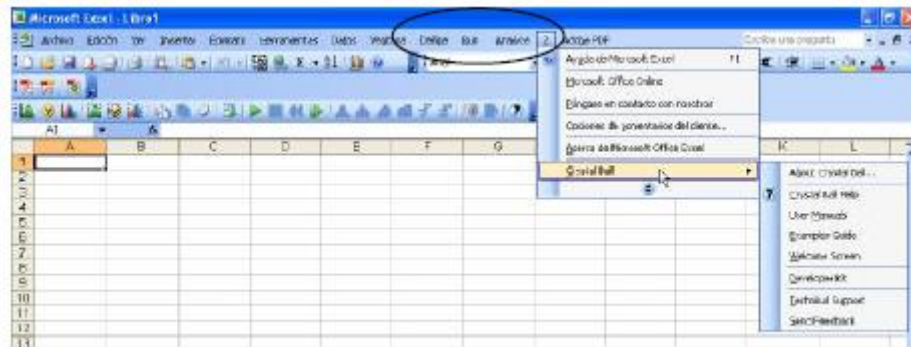


Figura 1.2 Menús de Crystal Ball en Excel

Estos menús le permitirán definir, ejecutar y analizar simulaciones en Crystal Ball. También podrá usar comandos en el menú de Ayuda (?) de Excel para acceder a la ayuda online, así como también a la documentación y a los modelos de ejemplos de Crystal Ball.

La barra de herramienta de Crystal Ball le proporciona acceso instantáneo a los comandos de menú más utilizados. Cada sección de la barra de herramientas corresponde a un menú en particular. Cuando posicione el cursor sobre un botón de la barra de herramientas, el nombre del comando correspondiente aparecerá en la pantalla.



Figura 1.3 La Barra de Herramientas de Crystal Ball

Para desactivar la barra de herramientas de Crystal Ball en la sesión actual, seleccione Ver --> Barra de Herramientas --> Crystal Ball 7.

3. Definir variables de entrada.

En Crystal Ball, se define un supuesto para una celda eligiendo una distribución de probabilidad que describe la incertidumbre de los datos. Para lograr esto, seleccione entre los tipos de distribución en la Galería de Distribuciones.

Para definir la celda de supuestos se siguen los siguientes pasos:

1. Haga clic en la celda donde se situará la variable de entrada.
2. Seleccione Definir --> Definir supuesto.

De forma predeterminada, aparecen las distribuciones básicas. Éstas son las distribuciones continuas y discretas más frecuentemente utilizadas. Cuando hacemos clic en una distribución, para seleccionarla, aparecerá información sobre la misma.

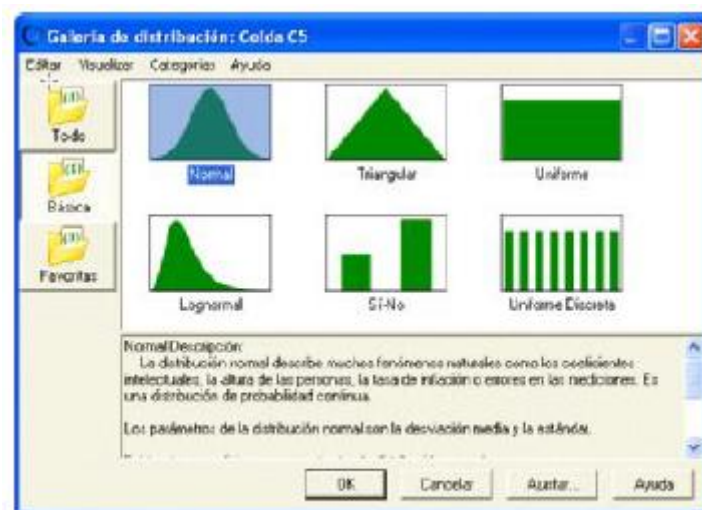


Figura 1.4 Galería de distribución

3. Haga clic en la Distribución deseada.
4. Haga clic en OK.

Aparecerá el diálogo de la distribución elegida.



Figura 1.5 Distribución uniforme

5. Introduzca los parámetros de la distribución.
6. Haga clic en Ingrese.

La distribución cambia para reflejar los valores que se introdujeron, como se muestra en la Figura 6.

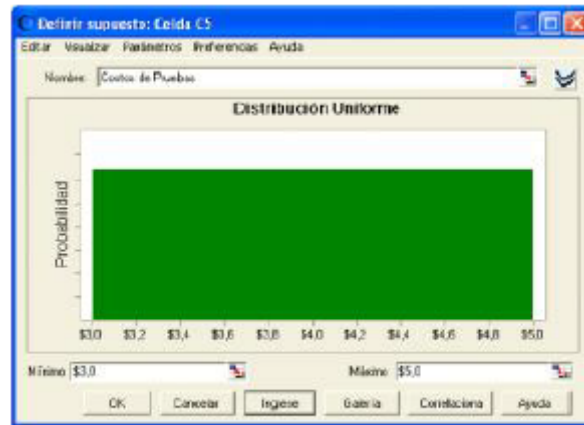


Figura 1.6 Distribución uniforme final

7. Haga clic en OK para regresar a la hoja de trabajo.

4. Definir Pronósticos.

Tras haber definido las celdas de supuestos en el modelo, podremos definir las celdas de pronósticos. Las celdas de pronósticos contienen fórmulas que hacen referencia a una o más celdas de supuestos.

Para definir las celdas pronóstico siga los siguientes pasos:

1. Haga clic en la celda donde desea introducir el pronóstico.
2. Seleccione Definir > Definir pronóstico.

Aparecerá el diálogo Defina el pronóstico, tal como se ve en Figura 7. Podremos ingresar un nombre para el pronóstico. Si la celda de pronóstico ya contiene texto a su izquierda en la hoja de trabajo, ese texto aparecerá, de forma predeterminada, como un nombre dentro del diálogo.

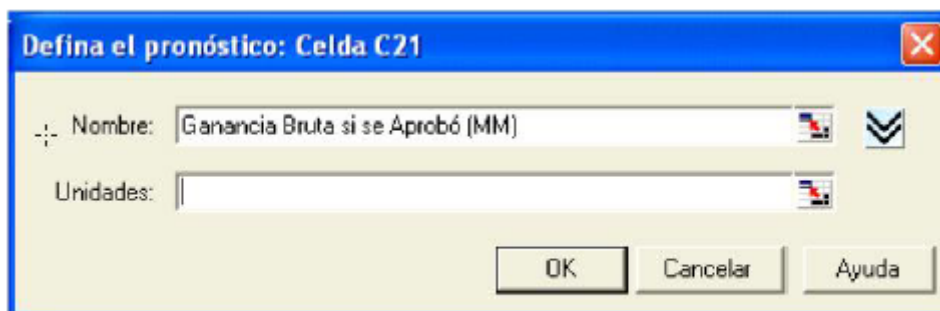


Figura 1.7 Dialogo de definición de pronóstico

3. Escriba la unidad de medida en los campos de Unidades.
4. Haga clic en OK para regresar a la hoja de trabajo.

5. Ejecutar la simulación.

Para ejecutar la simulación:

1. Seleccione Ejecutar → Comenzar la simulación.

Crystal Ball ejecuta una simulación para la situación contenida en el libro de trabajo y muestra un gráfico de pronósticos mientras calcula los resultados. En forma predeterminada, la simulación se detiene automáticamente tras haber ejecutado 1.000 iteraciones. Para modelos más grandes usted puede utilizar el botón Detener o Ejecutar → Detener la simulación si fuese necesario detener la simulación antes de que se hubiesen ejecutado todos los iteraciones.

Cuando la simulación se detiene, en la pantalla aparece la ventana de pronóstico tal como se la muestra en Figura 8.

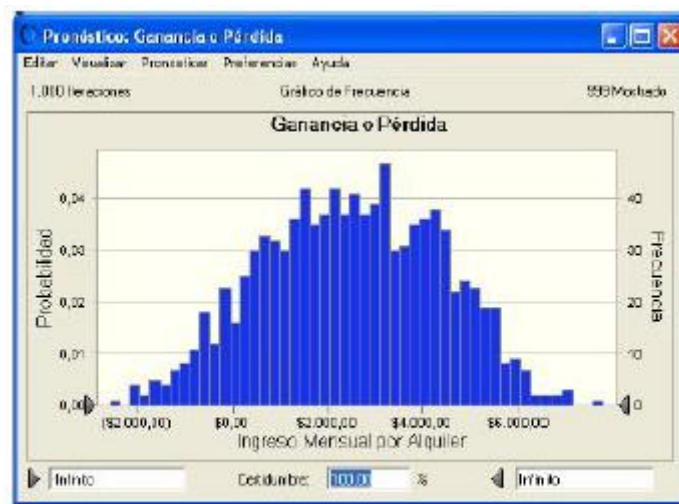


Figura 1.8 Pronóstico de Pérdidas y Ganancias.

El gráfico de pronósticos revela el rango total de los resultados de las variables de salida. Observe que la probabilidad o la certeza de que un valor se ubique dentro del rango de infinito negativo o infinito positivo es de un cien por cien. Observe también que la esquina superior izquierda del gráfico muestra 1.000 iteraciones pero la esquina superior derecha muestra sólo 998. Los valores excluidos, si los hubiere, son denominados objetos alejados. Se los incluye en el cálculo pero no en el gráfico de pronósticos.

Ahora, podemos utilizar Crystal Ball para determinar el grado de probabilidad estadística en relación con la obtención de objetivos:

1. Seleccione los campos de certidumbre ubicados en la parte inferior de la ventana de pronóstico.
2. Escriba el intervalo deseado.
3. Presione Intro.

El valor dentro del campo de Certidumbre cambiará para reflejar la probabilidad que usted tiene de conseguir el objetivo. Esta información lo coloca en una mejor posición a la hora de decidir.

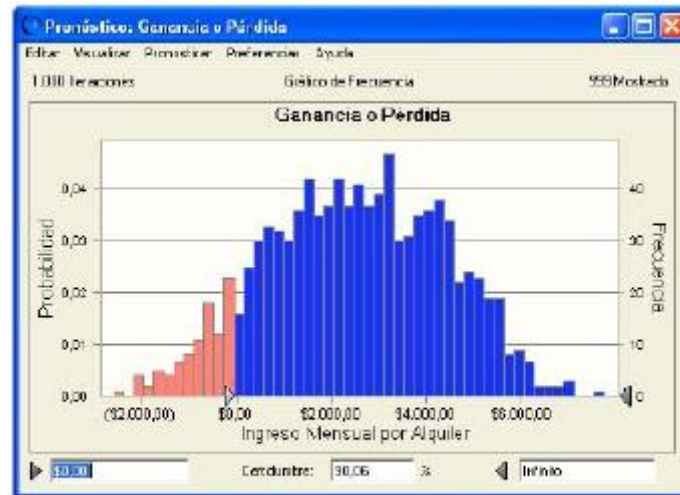


Figura 1.9 Posibilidad de Generar Ganancias

La clave para usar Crystal Ball es definir ciertas celdas de entrada en la hoja de cálculo como supuestos y ciertas celdas de salida como pronósticos. Una vez que ya se han definido las celdas, Crystal Ball utilizará la simulación Monte Carlo para modelar la complejidad de un escenario real. Para cada ensayo de una simulación, Crystal Ball repite los siguientes 3 pasos:

1. Para cada celda de supuestos Crystal Ball genera un número aleatorio de acuerdo al rango definido por usted y luego lo coloca en la hoja de cálculo.
2. Se procede a recalcular la hoja de cálculo.
3. Cada una de las celdas de pronóstico genera un valor. A dicho valor se lo agrega al gráfico en las ventanas de pronóstico.
4. Este es un proceso reiterativo que continúa hasta que:
 - La simulación alcanza un criterio de detención
 - O hasta que usted detiene la simulación manualmente

El gráfico de pronósticos refleja la incertidumbre combinada de las celdas de supuestos en los resultados de salida del modelo. Tenga en cuenta que la simulación Monte Carlo sólo se aproxima a una situación real. Cuando usted diseñe y simule sus propios modelos de hoja de cálculo, asegúrese de examinar cuidadosamente la naturaleza del problema y continúe refinando los modelos hasta que estos se asemejen lo más posible a su situación.

6. Ejecutar un paso simple.

La primera vez que ejecute una simulación de la forma en la que aparece en “Ejecutar la Simulación” en la página 7, el Panel de Control de Crystal Ball aparecerá en la

pantalla. Una vez que aparezca podrá observar qué útil es a la hora de gestionar simulaciones y analizar resultados.



Figura 1.10 El Panel de Control de Crystal Ball

◀ Para resetear la simulación y eliminar todos los cálculos anteriores, haga clic en el botón Resetear.

▶▶ Para avanzar por la simulación de a un ensayo por vez, haga clic en el botón Paso simple.

Observe que los valores contenidos en las celdas de supuestos y de pronóstico varían cada vez que hacemos clic en el botón Paso simple.

7. Opciones avanzadas

Gráficos de Sobrepuesto

Después de completar una simulación con pronósticos múltiples relacionados, podemos crear un gráfico de sobrepuesto para visualizar los datos de frecuencia de pronósticos seleccionados en una ubicación. Luego, podemos comparar las diferencias y similitudes que no hubieran sido aparentes de otra forma. Se puede personalizar el gráfico de sobrepuesto para acentuar estas características. Asimismo, puede utilizar el gráfico de sobrepuesto para ajustar las distribuciones estándares a los pronósticos.

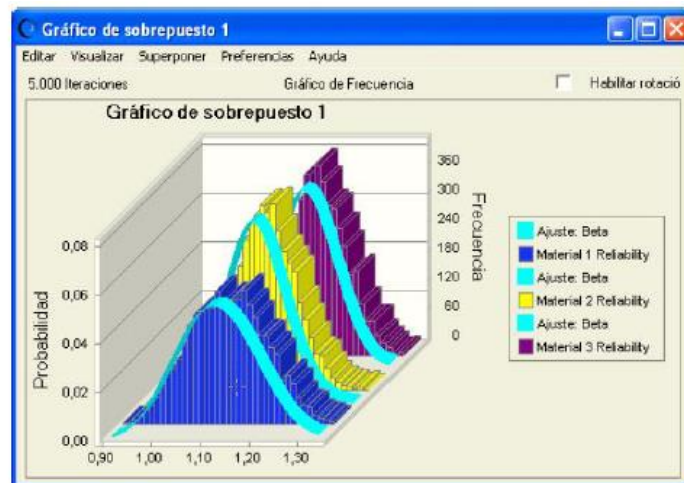


Figura 1.11 Gráfico de Sobrepuesto con pronósticos y líneas de mejor ajuste

Gráficos de Tendencias

Después de completar una simulación con pronósticos múltiples relacionados, podemos crear un gráfico de tendencias para visualizar los rangos de certidumbre de todos los pronósticos en un solo gráfico. Los rangos aparecen como series de bandas diseñadas de acuerdo a un patrón. Cada banda representa los rangos de certidumbre a los que pertenecen los valores reales de los pronósticos. Por ejemplo, la banda que representa el 90% del rango de certidumbre muestra el rango de valores a los que el pronóstico tiene 90% de probabilidades de pertenecer.



Figura 1.12 Cifras de ventas en tendencia hacia arriba, por trimestre

Gráficos de Sensibilidad

El gráfico de sensibilidad muestra la influencia que cada celda de supuesto tiene en una celda de pronóstico particular. Durante una simulación, Crystal Ball clasifica los supuestos según su correlación (o sensibilidad) con cada celda de pronóstico. El gráfico de sensibilidad muestra estas clasificaciones en gráfico de barras, indicando cuáles supuestos son los más o los menos importantes en el modelo.

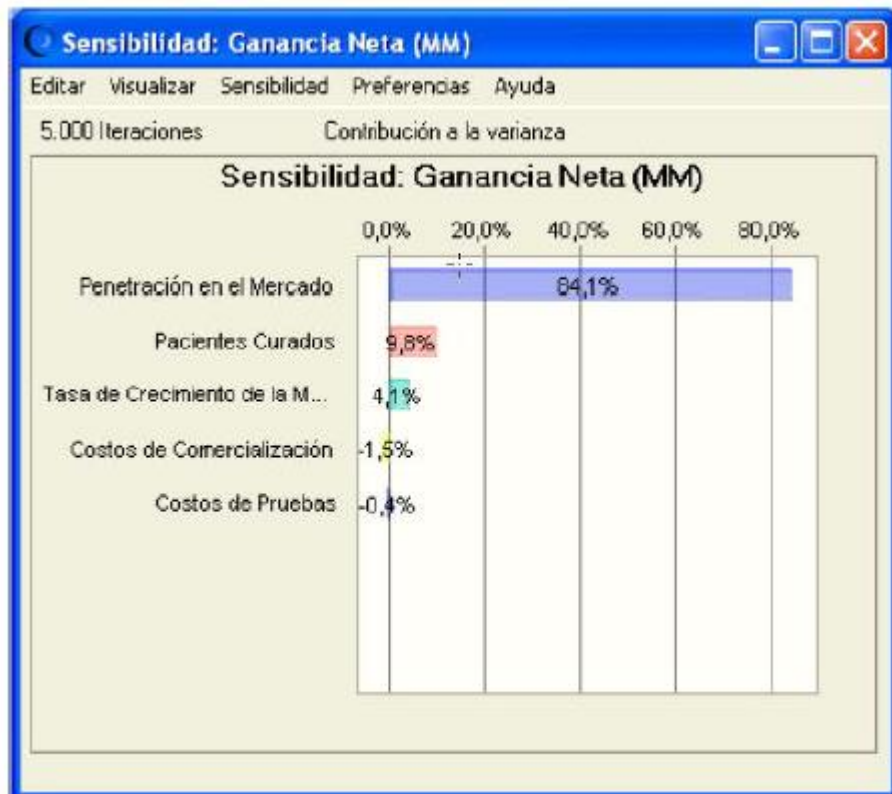


Figura 1.13 Efectos de los supuestos sobre la Ganancia Neta

Informes

Crystal Ball cuenta con una fuerte habilidad para crear informes. Se pueden personalizar informes para incluir los siguientes gráficos y datos:

- Gráficos de supuestos, pronósticos, sobrepuesto, tendencias y sensibilidad
- Resúmenes de pronósticos, estadísticas, percentiles y conteos de frecuencia
- Parámetros de supuestos
- Variables de decisión

Los informes son creados en libros de trabajo de Excel. Se pueden modificar, imprimir o guardar el informe de la misma manera que cualquier otro Libro de Trabajo.

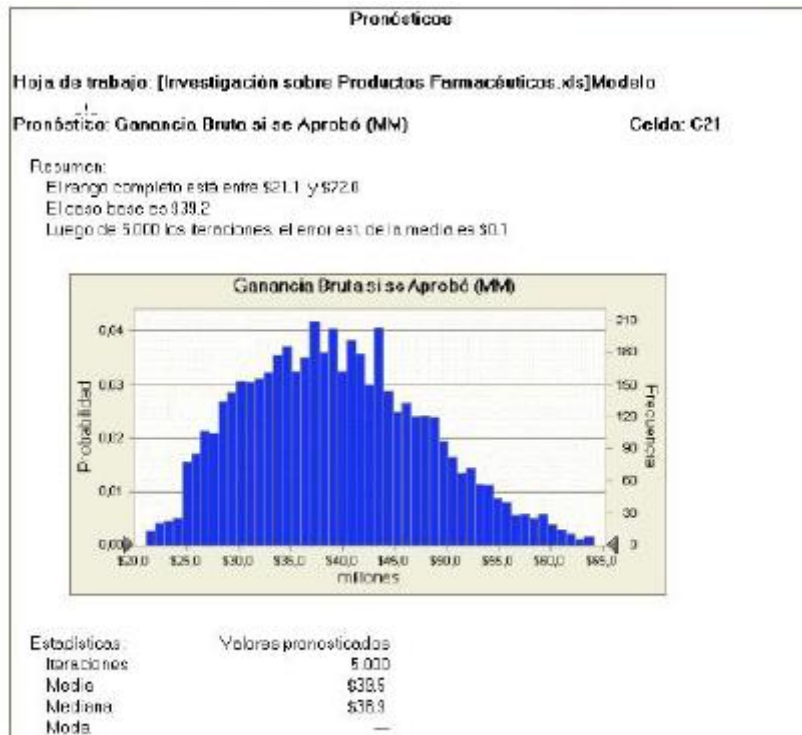


Figura 1.14 Ejemplo de informe de pronóstico

Extracción y Pegado de Datos

Puede seleccionar Analizar > Extraer datos para extraer información de pronósticos generada por una simulación y colocarla en un libro de trabajo de Excel nuevo. Se pueden extraer los siguientes tipos de datos: estadísticas, percentiles, intervalos de gráficos, datos de sensibilidad y valores de iteraciones.

	A	B	C
1	Estadísticas	Ending Sales Year 1 - Q1	Ending Sales Year 1 - Q2
2	Iteraciones	5000	5000
3	Media	\$12.563.798	\$12.875.880
4	Mediana	\$12.565.669	\$12.878.522
5	Moda	---	---
6	Desviación Estándar	\$246.532	\$355.886
7	Varianza	\$60.778.262.208	\$126.654.530.997
8	Coefficiente de Asimetria	-0,0403	-0,0127
9	Curtosis	2,92	2,97
10	Coefficiente de Variacion	0,0196	0,0276
11	Mínimo	\$11.579.906	\$11.671.743
12	Máximo	\$13.444.902	\$14.136.006
13	Ancho del rango	\$1.864.996	\$2.464.263
14	Error Estándar de la Media	\$3.486	\$5.033

Figura 1.15 Datos estadísticos extraídos.

8. Cerrar Crystal Ball.

Se guardan y cierran los modelos de Crystal Ball de la misma manera en que se hace con los demás libros de trabajo de Excel.

Si se desea, podremos hacer clic en el botón Resetear o en Ejecutar > Resetear la simulación para resetear su modelo antes de cerrar Crystal Ball.

Para cerrar Crystal Ball:

- Haga clic derecho en el icono de Crystal Ball en la barra de tareas de Windows y luego elija Cerrar o
- Cierre Excel.

