

Trabajo Fin de Grado
Grado en Ingeniería de Organización
Industrial

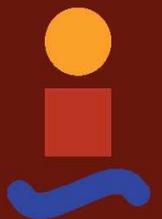
Análisis de Riesgos en la Construcción de un Hotel Enoturístico

Autor: Manuel Jesús Espejo Cantero
Tutor: José Guadix Martín

Departamento de Organización Industrial y Gestión de Empresas II

Escuela Técnica Superior de Ingeniería
Universidad de Sevilla

Sevilla, Junio de 2015



Trabajo Fin de Grado
Grado en Ingeniería de Organización Industrial

Análisis de Riesgos en la Construcción de un Hotel Enoturístico

Autor:

Manuel Jesús Espejo Cantero

Tutor:

José Guadix Martín

Departamento de Organización Industrial y Gestión de Empresas II

Escuela Técnica Superior de Ingeniería

Universidad de Sevilla

Sevilla, Junio de 2015



Índice

Índice.....	1
1. Introducción.....	4
1.1. Presentación del trabajo.....	4
1.2. Objeto del trabajo.....	5
2. Gestión de Proyectos y Análisis de Riesgos.....	6
2.1. Introducción.....	6
2.1.1. Definición de proyecto.....	6
2.1.2. Ciclo de vida de un proyecto.....	7
2.1.3. Project Management Institute (PMI) y Guía del PMBOK.....	8
2.1.4. Propósito del PMBOK.....	8
2.1.5. Áreas de conocimiento.....	9
2.2. Gestión de la Integración del Proyecto.....	10
2.2.1. Acta de Constitución del Proyecto.....	11
2.3. Gestión del Alcance del Proyecto.....	11
2.3.1. Definir el Alcance.....	12
2.3.2. Crear la EDT/WBS.....	12
2.4. Gestión del Tiempo.....	13
2.4.1. Definir las actividades.....	13
2.4.2. Secuenciar las actividades.....	13
2.4.3. Estimar los recursos de las actividades.....	14
2.4.4. Estimar la duración de las actividades.....	14
2.4.5. Desarrollar el cronograma.....	14
2.4.6. Controlar el cronograma.....	16
2.5. Gestión de Costes.....	18



2.5.1. Estimar los Costes.....	18
2.5.2. Determinar el Presupuesto	19
2.5.3. Controlar los Costes	20
2.6. Gestión de los recursos humanos del proyecto.....	22
2.7. Gestión de los Riesgos del Proyecto.	23
2.7.1. Planificar la Gestión de Riesgos.....	24
2.7.2. Identificar los Riesgos.....	25
2.7.3. Realizar el Análisis Cualitativo de Riesgos.....	25
2.7.4. Realizar el Análisis Cuantitativo de Riesgos	26
2.7.5. Controlar los Riesgos.....	27
3. Proyecto de Aplicación.....	28
3.1. Emplazamiento.....	28
3.1.1. El municipio	28
3.1.2. Sector y tradición vinícola en Montilla.....	28
3.1.3. Localización y situación actual de la zona de intervención.....	30
3.2. Objetivo del proyecto.....	31
3.2.1. Planos y descripción de la edificación	32
3.3. Gestión de la integración del proyecto	37
3.3.1. Acta de Constitución del proyecto	38
3.4. Gestión del Alcance del Proyecto.....	46
3.4.1. Alcance del Proyecto	46
3.4.2. EDT del Proyecto	46
3.5. Gestión del Tiempo	47
3.6. Gestión de Costes.....	54
3.6.1. Estimación de Costes.....	55
3.6.2. Presupuesto.....	60



3.6.3. Curva “S”: Línea base de costes	62
3.7. Gestión de los Riesgos del Proyecto	64
3.7.1. Identificación de Riesgos.....	64
3.7.2. Análisis Cualitativo	67
3.7.3. Gestión de la Incertidumbre	70
4. Simulación con Crystal Ball	75
4.1. Simulación Montecarlo	75
4.1.1. Breve reseña histórica.....	75
4.1.2. Definiciones.....	76
4.1.3. Distribuciones estadísticas en Crystall Ball	76
4.1.4. Primera Simulación: Distribución Beta Pert.....	78
4.1.5. Segunda Simulación: Elección de distribuciones según la tarea.....	88
5. Gestión del valor ganado	100
5.1. Gestión del valor ganado según el PMBOK.....	100
5.2. Puntos de control o hitos	100
5.3. Simulación del desarrollo del proyecto con Crystal Ball	101
5.3.1. Hito 1	101
5.3.2. Hito 2.....	104
5.3.3. Hito 3.....	105
5.3.4. Hito 4: Finalización del proyecto.....	107
6. Conclusiones y líneas futuras.....	110
6.1. Conclusiones.....	110
6.2. Líneas futuras	111
7. Bibliografía	113
Anexo I. Manual Crystal Ball.....	114



1. Introducción

1.1. Presentación del trabajo

El trabajo fin de grado “Análisis de Riesgos en la Construcción de un Hotel Enoturístico” trata de mostrar el potencial y la versatilidad del análisis de riesgos en la gestión de proyectos, y para ello se aplica dicho análisis a un caso real, en este caso en el ámbito de la construcción.

En la primera parte del trabajo, se trata la temática de la gestión de proyectos y se describen las principales herramientas usadas hoy día para ello (utilizando para ello las pautas marcadas en la norma PMBOK (Guía de los Fundamentos para la Dirección de Proyectos). La descripción se centra en la utilidad del análisis de riesgos en la gestión de proyectos y las técnicas más usadas para llevar a cabo dicho análisis.

La segunda parte, es una presentación del proyecto sobre el que se realizará el análisis de riesgo donde se explicarán sus principales características. Se presentará el emplazamiento en el que se llevará a cabo el proyecto, se describirá la ciudad en la que se encuentra dicho emplazamiento, el sector vinícola y las razones por las cuáles se decide ejecutar este proyecto en el emplazamiento elegido.

En la tercera parte, siguiendo la guía PMBOK, se desarrolla el análisis de riesgo. Se definirá un Acta de Constitución con un alcance a través del cual se elaborará una EDT y una serie de entregables y tareas a ejecutar y a las cuales se les estimará un coste para conformar posteriormente el presupuesto añadiéndole las reservas de contingencia y gestión correspondientes.

Mediante la herramienta de simulación Crystal Ball y mediante el método Monte Carlo se realizarán simulaciones del desarrollo del proyecto con diferentes escenarios según las distribuciones que se utilicen para representar las duraciones de las tareas. Como último paso se realiza un estudio del proyecto usando la técnica del Gestión del Valor Ganado (EVM).

Por último, la cuarta parte del trabajo presenta las conclusiones, las posibles líneas futuras, bibliografía y anexos. En esta última parte se incide en la idea de plantear el presente trabajo como el punto de partida para el desarrollo de nuevas y mejoradas herramientas para la gestión de proyectos teniendo presente la Guía del PMBOK y dar un punto de vista diferente a la edificación, en este caso, con la construcción de un hotel en el interior de la bodega más antigua de Andalucía.



1.2. Objeto del trabajo

El objetivo principal del presente trabajo es desarrollar la metodología necesaria para llevar a cabo la dirección de un proyecto correspondiente a la construcción y puesta en marcha de un Hotel Enoturístico en Conjunto de Bodegas Alvear (Montilla), la bodega más antigua de Andalucía, utilizando para ello las pautas marcadas en la norma PMBOK (Guía de los Fundamentos para la Dirección de Proyectos). Como se podrá observar a lo largo del presente trabajo se incide de manera importante en la correcta planificación y organización de todos los recursos y partes interesadas que será lo que conduzca a una buena gestión de proyectos.

Las principales herramientas tratadas son la técnica PERT-CPM con el método de la ruta crítica empleando el software Microsoft Project y la herramienta de simulación Crystal Ball, esta última con más detalle al considerarse una técnica destacada en el análisis de riesgos. Posteriormente se aplicará el Análisis del Valor Ganado simulando la ejecución del proyecto y obteniendo una serie de conclusiones. Estas simulaciones permitirán controlar el proyecto, observar si las tareas se están haciendo con adelanto o retraso y a la vez ver si se está ejecutando con sobrecostes o abaratamientos sobre el valor planificado anteriormente. Por último se hará una identificación y evaluación de los riesgos que amenazan los objetivos del proyecto.

Uno de los aspectos más importantes será anteponerse a todas las problemáticas e impedimentos que vayan ocurriendo de forma continua e inesperada, sabiéndonos adelantar a dichos problemas y minimizando el retraso y coste del proyecto en. Se usará una herramienta de simulación para poder identificar las tareas con más probabilidad de causar retrasos o sobrecostes. Una vez identificadas se tomarán medidas concretas para cada una de las tareas identificadas como especialmente problemáticas.

Por último, también se trata de dar una visión de la importancia del enoturismo para una ciudad como Montilla y el importante ingreso económico que supondría la construcción de un Hotel dedicado a dicho turismo.



2. Gestión de Proyectos y Análisis de Riesgos

2.1. Introducción

La gestión de proyectos es una disciplina de gestión que se está implantando de forma generalizada en el entorno empresarial y consiste en la aplicación de conocimientos, metodologías, técnicas y herramientas para la definición, planificación y realización de actividades con el objeto de transformar objetivos o ideas en realidades. De forma general, se puede considerar a la gestión de proyectos como una aproximación sistemática y estructurada a como las organizaciones gestionan sus actividades no recurrentes.

Los proyectos se han llevado a cabo desde la más remota historia pero será a partir del año 1950 cuando se empiecen a tomar decisiones de forma sistemática y a utilizar herramientas para la dirección de proyectos que requieren de un aporte ingenieril. A partir de aquí se visualizó la necesidad de que el director de proyectos no solo conociera a la perfección todas las herramientas relacionadas con el ámbito sino también que utilizará sus habilidades para anteponerse a futuros problemas que pudieran acechar la estabilidad del proyecto.

La gestión de proyectos ha quedado demostrado que no solo se basa en secuenciar actividades y establecer una relación de ejecución. Además de lo descrito anteriormente, la gestión de proyectos se encarga de planificar, establecer relaciones y controlar las actividades necesarias para llevar a cabo el proyecto con el objetivo final de lograr una gestión eficaz y eficiente de los recursos y a la vez tomar medidas correctoras que conduzcan al proyecto por su cauce.

En la gestión de proyectos se suele hablar de la triple restricción (alcance, coste y tiempo). Esto significa que los proyectos se deben llevar a cabo respetando el presupuesto y tiempos asignados cumpliendo las expectativas del cliente y sponsor del proyecto (respetando alcance, calidad, etc.).

2.1.1. Definición de proyecto

Un proyecto [1] es un esfuerzo temporal que se lleva a cabo para crear un producto, servicio o resultado único. La naturaleza temporal de los proyectos implica que un proyecto tiene un principio y un final definidos. El final se alcanza cuando se logran los objetivos del proyecto, cuando se termina el proyecto porque sus objetivos no se cumplirán o no pueden ser cumplidos, o cuando ya no existe la necesidad que dio origen al proyecto. Asimismo, se puede poner fin a un proyecto si el cliente (cliente, patrocinador o líder) desea terminar el proyecto.



Cada proyecto genera un producto, servicio o resultado único. El resultado del proyecto puede ser tangible o intangible. Aunque puede haber elementos repetitivos en algunos entregables y actividades del proyecto, esta repetición no altera las características fundamentales y únicas del trabajo del proyecto. Un proyecto puede generar:

- Un producto
- Un servicio o la capacidad de realizar un servicio
- Una mejora de las líneas de productos o servicios existentes
- Un resultado, tal como una conclusión o un documento

2.1.2. Ciclo de vida de un proyecto

El ciclo de vida de un proyecto [1] es la serie de fases por las que atraviesa un proyecto desde su inicio hasta su cierre. Las fases son generalmente secuenciales y sus nombres y números se determinan en función de las necesidades de gestión y control de la organización u organizaciones que participan en el proyecto, la naturaleza propia del proyecto y su área de aplicación.

Las fases de las que se componen un proyecto, teniendo en cuenta tamaño y complejidad del mismo son:

- *Inicio del proyecto*: Es la etapa en la que comienza a gestarse la idea de la existencia de una necesidad que ha de ser satisfecha. Se suele caracterizar por el estudio de viabilidad que se lleva a cabo para ver las posibilidades que tiene el proyecto de salir satisfactorio.
- *Organización y preparación*: En esta fase se determina con claridad qué es lo que hay que hacer. Hay que definir de manera completa y correcta lo que se va a hacer y el problema que se va a resolver. Aquí se definen objetivos, estrategias y plazos, los recursos humanos que intervendrán, el sistema de control que se llevará a cabo y los procedimientos para asegurar que el proyecto cumple con las normas de calidad. También se expresará el programa de trabajo en cuanto a tiempo y costes.
- *Ejecución del trabajo*: En esta etapa se define el método a seguir. Se comprueban que se hayan cumplido los objetivos. Esta fase es la que necesita la más elevada cantidad de recursos y en la que se emplearán el mayor número de horas de trabajo.
- *Cierre del proyecto*: En esta etapa se pone en marcha el proyecto. En esta fase se observará de cerca todos los detalles del proyecto y ver los posibles fallos para



adelantarse y que no sigan ocurriendo en la continuación del proyecto. Hay que buscar un proceso de mejora continua.

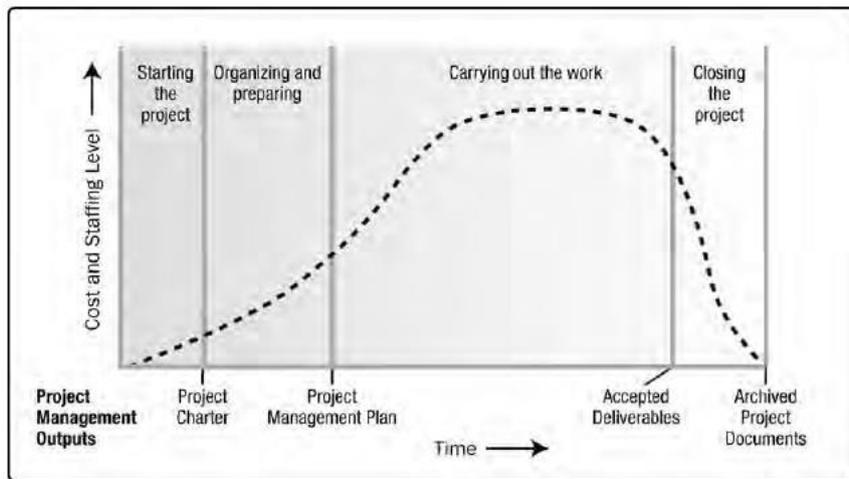


Figura 1. Niveles Típicos de Costo y Dotación de Personal en una Estructura Genérica del Ciclo de Vida del Proyecto [1]

2.1.3. Project Management Institute (PMI) y Guía del PMBOK

El Project Management Institute es una asociación internacional de profesionales que trabajan en la gestión de proyectos y encargados de la elaboración de La Guía de los Fundamentos para la Dirección de Proyectos (Guía del PMBOK), la cual, es una norma reconocida en la profesión de la dirección de proyectos. El Project Management Institute (PMI) considera la norma como una referencia fundamental en el ámbito de la dirección de proyectos para sus certificaciones y programas de desarrollo profesional.

Los primeros dos capítulos de la Guía del PMBOK presentan una introducción a conceptos clave en el ámbito de la dirección de proyectos. El Capítulo 3 presenta la norma para la dirección de proyectos. Resume los procesos, entradas y salidas que generalmente se consideran buenas prácticas en la mayoría de los proyectos. Los Capítulos 4 a 12 trata la Guía de los Fundamentos para la Dirección de Proyectos. Se amplía información respecto a la descripción de entradas y salidas y también de herramientas y técnicas utilizadas para dirigir proyectos.

2.1.4. Propósito del PMBOK

La aceptación que ha tenido la dirección de proyectos como profesión de gran importancia nos lleva a indicarnos que la aplicación de conocimientos, procesos, habilidades, herramientas y técnicas puede tener un impacto considerable en el éxito de un proyecto. La Guía del PMBOK



identifica ese subconjunto de fundamentos para la dirección de proyectos generalmente reconocido como buenas prácticas.

Dicha Guía se encarga también de proporcionar y promover un vocabulario de uso común que sea entendido y aceptado por toda la comunidad que utilice dicha Guía y la aplicación de los conceptos de la dirección de proyectos dentro de la profesión de la dirección de proyectos. Un vocabulario común es un elemento esencial en toda disciplina profesional.

Para que un proyecto tenga éxito, el equipo del proyecto debe:

- Seleccionar los procesos adecuados requeridos para alcanzar los objetivos del proyecto
- Utilizar un enfoque definido que pueda adoptarse para cumplir con los requisitos
- Cumplir con los requisitos a fin de satisfacer las necesidades y expectativas de los interesados
- Equilibrar las demandas contrapuestas relativas al alcance, tiempo, costo, calidad, recursos y riesgo para producir el producto, servicio o resultado especificado

En definitiva, la Guía del PMBOK proporciona pautas para la dirección de proyectos tomados de forma individual. Define la dirección de proyectos y otros conceptos relacionados, y describe el ciclo de vida de la dirección de proyectos y los procesos conexos.

2.1.5. Áreas de conocimiento

Según la guía del PMBOK (Project Management Book Of Knowledge) [1], publicada por esta asociación, se identifican once áreas de conocimientos en la gestión de proyectos:

- *Gestión de la Integración del Proyecto*: La Gestión de la Integración del Proyecto incluye los procesos y actividades necesarios para identificar, definir, combinar, unificar y coordinar los diversos procesos y actividades de dirección del proyecto dentro de los Grupos de Procesos de la Dirección de Proyectos.
- *Gestión del Alcance del Proyecto*: La Gestión del Alcance del Proyecto incluye los procesos necesarios para garantizar que el proyecto incluya todo el trabajo requerido y únicamente el trabajo para completar el proyecto con éxito.
- *Gestión del Tiempo del Proyecto*: Incluye los procesos requeridos para gestionar la terminación en plazo del proyecto, así como el control de posibles retrasos.
- *Gestión de Costes del Proyecto*: La Gestión de Costes del Proyecto incluye los procesos relacionados con planificar, estimar, presupuestar, financiar, obtener financiamiento,



gestionar y controlar los costes de modo que se complete el proyecto dentro del presupuesto aprobado.

- *Gestión de la Calidad del Proyecto:* La Gestión de la Calidad del Proyecto engloba los procesos y actividades de la organización ejecutora que establecen las políticas de calidad, los objetivos y las responsabilidades de calidad para que el proyecto satisfaga las necesidades para las que fue acometido. La Gestión de la Calidad del Proyecto trabaja para asegurar que se alcancen y se validen los requisitos del proyecto, incluidos los del producto.
- *Gestión de los Recursos Humanos del Proyecto:* La Gestión de los Recursos Humanos del Proyecto incluye los procesos que organizan, gestionan y conducen al equipo del proyecto. El equipo del proyecto está compuesto por las personas a las que se han asignado roles y responsabilidades para completar el proyecto.
- *Gestión de las Comunicaciones del Proyecto:* La Gestión de las Comunicaciones del Proyecto incluye los procesos requeridos para asegurar que la planificación, recopilación, creación, distribución, almacenamiento, recuperación, gestión, control, monitoreo y disposición final de la información del proyecto sean oportunos y adecuados.
- *Gestión de los Riesgos del Proyecto:* Son los procesos necesarios para llevar a cabo la planificación de la gestión de riesgos, así como la identificación, análisis, planificación de respuesta y control de los riesgos de un proyecto.
- *Gestión de las Adquisiciones del Proyecto:* Son los procesos necesarios para comprar o adquirir productos, servicios o resultados que es preciso obtener fuera del equipo del proyecto.
- *Gestión de los Interesados del Proyecto:* Son los procesos necesarios para identificar a las personas, grupos u organizaciones que pueden afectar o ser afectados por el proyecto, para analizar las expectativas de los interesados y su impacto en el proyecto, y para desarrollar estrategias de gestión adecuadas a fin de lograr la participación eficaz de los interesados en las decisiones y en la ejecución del proyecto.

2.2. Gestión de la Integración del Proyecto

Como bien hemos referenciado anteriormente la Gestión de la Integración del Proyecto según el PMBOK [1] engloba los procesos y actividades necesarios para identificar, definir, combinar, unificar y coordinar los diversos procesos y actividades de dirección del proyecto dentro de los Grupos de Procesos de la Dirección de Proyectos.



Los procesos que componen la Gestión de la Integración del proyecto son [1]:

- *Desarrollar el Acta de Constitución del Proyecto*
- *Desarrollar el Plan para la Dirección del Proyecto*
- *Dirigir y Gestionar el Trabajo del Proyecto*
- *Monitorear y Controlar el Trabajo del Proyecto*
- *Realizar el Control Integrado del Cambio*
- *Cerrar el Proyecto o Fase:* Este proceso consiste en finalizar todas las actividades en todos los Grupos de Procesos de la Dirección de Proyectos.

2.2.1. Acta de Constitución del Proyecto

El Acta de Constitución de un proyecto es el proceso en el que se desarrollara el documento que autoriza formalmente la existencia de un proyecto y a la vez se le da al director de proyectos la autoridad para asignar los recursos de la organización a las actividades del proyecto. El objetivo de este documento es establecer unos límites de inicio y fin, que todo ello quede registrado formalmente, que la dirección general acepte formalmente y haya un compromiso con el proyecto.

Uno de los aspectos más destacables es que el Acta de Constitución es que establece una relación de colaboración entre la organización ejecutante y la organización solicitante. El proyecto se iniciará con la aprobación del acta de constitución del proyecto y el acuerdo entre ambas partes y se asignará un director del proyecto tan pronto como sea posible.

Los proyectos son iniciados por una entidad externa al proyecto como pueda ser un patrocinador, un programa, una persona perteneciente a la oficina de la dirección de proyectos o el presidente de un órgano de gobierno del portafolio. Esta figura debe encontrar la financiación adecuada para llevar a cabo el proyecto y poder contar con todos los recursos necesarios.

2.3. Gestión del Alcance del Proyecto

La Gestión del Alcance del Proyecto según el PMBOK incluye los procesos necesarios que nos garantizarán que el proyecto incluye todo lo requerido y únicamente el trabajo para completar el proyecto con éxito.

Los procesos que se llevan a cabo en la gestión del alcance del proyecto son los siguientes [1]:



- *Planificar la Gestión del Alcance*
- *Recopilar Requisitos*
- *Definir el Alcance*
- *Crear la EDT – Estructura de Desglose del Trabajo WBS*
- *Validar el Alcance*
- *Controlar el Alcance*

Los procesos que se utilizan para gestionar el alcance del proyecto, así como las herramientas y técnicas de apoyo, pueden variar según el proyecto. La línea base del alcance del proyecto es la versión aprobada del enunciado del alcance del proyecto, la estructura de desglose del trabajo (EDT/WBS) y su diccionario de la EDT/WBS asociado.

2.3.1. Definir el Alcance

En este proceso la gestión de proyectos tiene como objetivo desarrollar una descripción detallada del proyecto y producto. Uno de los aspectos claves en este proceso será incluir los límites del proyecto mediante la especificación de cuáles de los requisitos recopilados serán incluidos y cuáles excluidos del alcance del proyecto. Es posible que todos los requisitos identificados no sean incluidos en el proyecto, luego este proceso se encargará de seleccionar los requisitos definitivos.

La preparación correcta y detallada del alcance del proyecto se considera fundamental para el éxito del proyecto y su punto de partida son los entregables principales, los supuestos y las restricciones documentada durante el inicio del proyecto.

2.3.2. Crear la EDT/WBS

Crear la EDT/WBS es el proceso de subdividir todos los entregables del proyecto y el trabajo del proyecto en componentes que sean más pequeños y fáciles de manejar. El beneficio clave de este proceso es la visión estructurada que proporciona a todos los interesados de lo que se debe entregar.

La EDT/WBS se encarga de organizar y definir el alcance total del proyecto y representa el trabajo especificado en el enunciado del alcance del proyecto aprobado y vigente. Así de esta manera, el trabajo planificado está contenido en el nivel más bajo de los componentes de la EDT/WBS que se denominan paquetes de trabajo el cual puede incluir actividades que se pueden



programar y estimar, realizar seguimiento y controlarlas. En el contexto en el que nos encontramos la palabra trabajo hará referencia a los productos o entregables.

La EDT/WBS finalizará cuando se le asigne a cada uno de los paquetes de trabajos, definidos anteriormente, a una cuenta de control y se establecerá un identificador único de código de cuenta para ese paquete de trabajo.

2.4. Gestión del Tiempo

La Gestión del Tiempo según el PMBOK [1] engloba todos los procesos necesarios para gestionar la terminación en el plazo correcto del proyecto.

Los procesos que componen esta área de conocimiento son los siguientes:

- *Planificar la Gestión del Cronograma*
- *Definir las actividades*
- *Secuenciar las Actividades*
- *Estimar los recursos de las Actividades*
- *Estimar la Duración de las Actividades*
- *Desarrollar el cronograma*
- *Controlar el cronograma*

2.4.1. Definir las actividades

Como se ha explicado anteriormente, el proceso de definir las actividades consiste en identificar y documentar las acciones específicas que se deben realizar para generar los entregables del proyecto.

Lo que se pretende con este proceso es desglosar los paquetes de trabajo en actividades más pequeñas que se proporcionan una base mejor para la estimación, planificación, ejecución, monitoreo y control del trabajo del proyecto.

2.4.2. Secuenciar las actividades

Secuenciar las actividades consiste en identificar y documentar las relaciones entre las actividades que componen el proyecto. El objetivo es la definición de la secuencia lógica de



trabajo de trabajo para obtener la máxima eficiencia teniendo en cuenta todas las restricciones del proyecto.

La idea es que cada hito y actividad, a excepción del primero y del último, se conectan con al menos un predecesor, teniendo una relación lógica entre ellos y también todos con al menos un sucesor con otra relación lógica. Así de esta manera se genera un cronograma del proyecto realista. Una vez montado dicho cronograma, puede ser necesario incluir adelantos o retrasos entre actividades para que el cronograma sea realista y viable. La secuenciación hay dos maneras de llevarla a cabo, bien de manera manual o bien mediante software de gestión de proyectos.

2.4.3. Estimar los recursos de las actividades

Estimar los recursos de las actividades consiste en estimar el tipo y cantidad de material, personas, equipos, suministros son requeridos para llevar a cabo las actividades, El objetivo de este proceso es identificar el tipo de cantidad y características de los recursos necesarios para completar la actividad, lo que nos llevará a estimar el costo y la de los recursos necesarios para completar la actividad, estimando costo y duración de manera precisa.

El proceso de estimar los recursos de las actividades está estrechamente coordinado con el proceso de estimar los costes.

2.4.4. Estimar la duración de las actividades

Estimar la duración de las actividades es el proceso de realizar una estimación de la cantidad de periodos de trabajo necesarios para finalizar las actividades individuales con los recursos estimados.

El objetivo principal en este proceso es el establecimiento de la cantidad de tiempo necesario para finalizar cada una de las actividades, lo que tendrá una repercusión positiva para desarrollar el cronograma.

2.4.5. Desarrollar el cronograma

Desarrollar el cronograma es el proceso de analizar las secuencias de actividades, las duraciones, los requisitos de recursos y restricciones del cronograma para crear el modelo de programación del proyecto. El objetivo y lo que nos proporcionará por lo tanto un beneficio para nuestro



proyecto es que al incorporar actividades del cronograma, duraciones, recursos, disponibilidad de los recursos y relaciones lógicas en la herramienta de planificación, ésta genera un modelo de programación con fechas planificadas para completar las actividades del proyecto.

A continuación se detallan las técnicas y herramientas para el desarrollo del cronograma según el PMBOK [1] que nos servirán para llevar a cabo todo el proceso desarrollar el cronograma:

- *Análisis de la Red del Cronograma*: Emplea diversas técnicas analíticas, tales como el método de la ruta crítica, el método de la cadena crítica, el análisis “¿Qué pasa si...?” y la optimización de recursos para fechas de inicio y finalización tempranas.
- *Método de la Ruta Crítica*: Se utiliza para determinar la duración mínima del proyecto y el nivel de flexibilidad en la planificación de los caminos de red lógicos dentro del cronograma. Se calculan las fechas de inicio y finalización más tempranas y tardías para todas las actividades, realizando un análisis que recorre el cronograma hacia delante y hacia atrás. Las fechas de inicio y finalización, tempranas y tardías resultantes no constituyen necesariamente el cronograma del proyecto, sino que más bien indican los periodos dentro de los cuales se podrían llevar a cabo las actividades. Para cualquier camino del cronograma, la flexibilidad se mide por la cantidad de tiempo que una actividad del cronograma puede retrasarse o extenderse respecto de su fecha de inicio temprana sin retrasar la fecha de finalización del proyecto ni sobrepasar ninguna restricción, lo que se denomina “holgura total”. Una ruta crítica (CPM) se caracteriza generalmente por el hecho de que su holgura total es igual a cero.

La ruta crítica se calcula identificando los siguientes parámetros [3]: EST (tiempo más temprano en el que la actividad puede comenzar), EFT (Tiempo temprano de finalización) que es la suma del EST más el tiempo estimado que tarda la actividad en realizarse, LST (Tiempo tardío de comienzo) que es el tiempo más tardío en el que puede empezar una actividad sin incrementar el tiempo de finalización del proyecto y por último el LFT (Tiempo tardío de finalización) que es el tiempo más tardío de conclusión de una actividad sin hacer que aumente el tiempo de finalización. Cualquier actividad que se encuentre en la ruta crítica se denomina actividad de la ruta crítica. Numerosos softwares permiten al usuario definir los parámetros que va a utilizar para calcular la o las rutas críticas.

- *Método de la cadena crítica (CCM)*: El método de la cadena crítica es un método que se aplica al modelo de programación y que permite al equipo de proyecto tener cierta



holgura en cualquier ruta del cronograma del proyecto para tener en cuenta los recursos limitados y la incertidumbre del proyecto.

- *Técnicas de optimización de recursos*
- *Técnicas de Modelado*: Algunas de las técnicas de modelado son:
 - *Análisis de escenarios*
 - *Simulación*
- *Adelantos y retrasos*: Los adelantos y retrasos son refinamientos que se aplican durante el análisis de la red con objeto de desarrollar un cronograma viable a través del ajuste del momento de comienzo de las actividades sucesoras.
- *Comprensión del cronograma*: Las técnicas de compresión del cronograma se utilizan para acortar el calendario del proyecto sin modificar el alcance del mismo.
- *Herramientas de planificación*: Las herramientas automatizadas de planificación aceleran el proceso de planificación, mediante la generación de fechas de inicio y finalización basadas en las entradas de actividades, los diagramas de red, los recursos y las duraciones de las actividades a través del análisis de la red del cronograma.

Las salidas del desarrollo del cronograma según el PMBOK son las siguientes:

- *Línea base del cronograma*
- *Cronograma del proyecto*
- *Datos del cronograma*
- *Calendarios del proyecto*
- *Actualizaciones del Plan para la Dirección del Proyecto*
- *Actualizaciones de los Documentos del Proyecto.*

2.4.6. Controlar el cronograma

Controlar el cronograma es el proceso de monitorear y el estado en el que se encuentran todas las actividades que se han ido llevando a cabo y se trata de actualizar el avance del mismo y gestionar los cambios de la línea base del cronograma a fin de cumplir el plan.

La principal ventaja de este proceso es que podemos detectar cualquier desviación con respecto al plan inicial y establecer acciones correctivas para minimizar el riesgo. Controlar el Cronograma, como componente del proceso de Realizar el Control Integrado de Cambios, se ocupa de:

- 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

Ahora bien, en caso de que se utilice algún enfoque ágil, el proceso de Controlar el Cronograma se ocupa de:

- determinar el estado actual del cronograma del proyecto mediante la comparación de los trabajos entregados y aceptados con respecto a las estimaciones realizadas en el tiempo transcurridos,
- llevar a cabo revisiones retrospectivas de cara corregir y mejorar procesos si fuera necesario,
- volver a priorizar el trabajo pendiente,
- determinar el ritmo a que se generan, validan y se aceptan los entregables en tiempo por iteración,
- determinar que el cronograma del proyecto ha cambiado, y
- gestionar los cambios reales conforme se producen.

Las herramientas y técnicas que se utilizan en la gestión de proyectos a la hora de controlar el cronograma son las siguientes según el PMBOK:

- *Revisiones del Desempeño:* Permiten medir, comparar y analizar el desempeño del cronograma en cuanto a fechas reales de inicio y finalización, el porcentaje que se ha completado de proyecto y la duración restante para completar el trabajo. Las diferentes técnicas son:
 - *Análisis de la tendencia*
 - *Método de la ruta crítica*
 - *Método de la cadena crítica*
 - *Gestión del valor ganado*
- *Software de Gestión de Proyectos:* El objetivo es informar sobre las desviaciones en el avance con respecto a la línea base y pronosticar los efectos de los cambios en el propio cronograma todo ello a través de la comparación de las fechas planificadas con las reales.



2.5. Gestión de Costes

La Gestión de Costes [1] del proyecto engloba los procesos relacionados con la planificación, estimación, presupuestación, financiación, obtención de financiación, gestión y control de los costes con el objetivo que el proyecto se vaya desarrollando dentro de los márgenes de los presupuestos.

El PMBOK hace una descripción general de los procesos de Gestión de Costes del proyecto:

- *Planificar la Gestión de Costes*
- *Estimar los costes*
- *Determinar el Presupuesto*
- Controlar los Costes

La Gestión de Costes del Proyecto debería tener en cuenta los requisitos de los interesados al gestionar los costes. Los diversos interesados medirán los costes del proyecto de diferentes maneras y en momentos diferentes.

2.5.1. Estimar los Costes

La estimación de costes es el proceso en el cual se determina el total de los costes requeridos para completar el proyecto y para ello habrá que realizar una estimación aproximada de los recursos monetarios necesarios para completar las actividades del proyecto.

Para lograr un caso real y óptimo, se debe tener en cuenta el balance entre costes y riesgos, tal como hacer en lugar de comprar, comprar en lugar de alquilar y la compartición de recursos. Se deben revisar y refinar las estimaciones de costes a lo largo del proyecto para ir reflejando los detalles adicionales a medida que éstos se van conociendo y que se van probando los supuestos de partida.

A la hora de estimar los costes existen una serie de técnicas y herramientas descritas en el PMBOK y de las cuales algunas de ellas servirán para desarrollar el presente trabajo. Estas técnicas y herramientas son:

- *Estimación Análoga:* Este método consiste en fijarse en parámetros de proyectos anteriores y similares como el alcance, el costo, el presupuesto y duración o peso y tamaño del propio proyecto y a partir de estos datos que nos servirán de base, construir



el costo real de nuestro proyecto. Este método se suele utilizar a menudo cuando existe una cantidad limitada de información detallada sobre el proyecto.

- *Estimación ascendente*: Consiste en calcular el costo individual de cada paquete de trabajo o actividad con el mayor nivel de detalle posible. Este coste individual, se acumula en niveles superiores con el objetivo de reporte y seguimiento.
- *Estimación por tres valores*: Escogeremos tres valores de los costes de una única actividad, teniendo en cuenta incertidumbre y riesgo, se podrá mejorar la exactitud de las estimaciones de una actividad. Estos tres valores son:
 - Más probable (cM): El costo de la actividad se estima sobre una evaluación realista del esfuerzo necesario para el trabajo requerido y cualquier gasto previsto.
 - Optimista (cO): El costo de la actividad se estima sobre la base del mejor escenario para esa actividad.
 - Pesimista (cP): El costo se estima de manera en la que nos pongamos en el peor escenario para esa actividad.

Se puede calcular el costo esperado (cE) a través del uso de una fórmula que dependerá de la distribución estadística escogida. Dos de las más utilizadas son las siguientes:

- Distribución Triangular. $cE = (cO + cM + cP) / 3$; (1)
- Distribución Beta (del análisis PERT tradicional). $cE = (cO + 4cM + cP) / 6$; (2)

2.5.2. Determinar el Presupuesto

Determinar el presupuesto es el proceso por el cual se suman los costes estimados de las actividades individuales o paquetes de trabajo para establecer una línea base de costes autorizada. Así podremos obtener la línea base de costes con respecto a la cual se puede monitorear y controlar el desempeño del proyecto.

El PMBOK registra una serie de técnicas y análisis que se utilizan para determinar el presupuesto. La principal y que se utiliza en el presente trabajo es:

- *Costes agregados*: Las estimaciones de costes se suman por paquetes de trabajo, de acuerdo con la EDT/WBS. Las estimaciones de costes de los paquetes de trabajo se agregan posteriormente para los niveles superiores de componentes de la EDT/WBS y finalmente para todo el proyecto.



2.5.3. Controlar los Costes

Controlar los costes es el proceso en el que se realiza el seguimiento del estado actual del proyecto para actualizar los costes y gestionar cambios de la línea base de costo. Se trata de detectar desviaciones que se hayan ido produciendo en el proyecto hasta el momento del control respecto a lo que se estableció al inicio, y de esta forma tomar las acciones correctivas necesarias y minimizar los riesgos.

Para realizar una actualización del presupuesto es necesario conocer los costes reales que se han llevado a cabo hasta la fecha del control, así pues, cualquier incremento respecto al presupuesto autorizado solo se puede aprobar a través del proceso de Realizar el Control Integrado. Dentro del control de costes, una de las herramientas o técnicas de mayor utilización y de gran utilidad para ver el desempeño del proyecto es la Gestión del Valor Ganado (EVM).

2.5.3.1 Gestión del Valor Ganado

La gestión del valor ganado (EVM, Earned Value Management) es una de las técnicas de control de costes destinada a medir el desempeño del proyecto hasta una fecha determinada. Se encarga de integrar la línea base del alcance con la línea base de costes y junto a la línea base del cronograma para generar una línea base de desempeño que nos ayudará a evaluar y medir el desempeño del proyecto. El EVM establece y monitorea tres valores claves para cada paquete de trabajo y cada cuenta de control:

- *Valor planificado:* El valor planificado (PV) es el presupuesto autorizado que se ha asignado al trabajo planificado. Este presupuesto es el que debe ejecutarse para completar una actividad o componente de la EDT, pero no incluyendo la reserva de gestión. Este presupuesto se adjudica por fase a lo largo del proyecto, pero para un momento determinado, el valor planificado establece el trabajo físico que se debería haber llevado a cabo hasta ese momento.
- *Valor ganado:* Con este valor (EV) se puede medir el trabajo realizado en términos de presupuesto autorizado para dicho trabajo. Es el presupuesto asociado con el trabajo autorizado que se ha completado. El EV se utiliza a menudo para calcular el porcentaje completado de un proyecto. Deben establecerse criterios de medición del avance para cada componente de la EDT/WBS, con objeto de medir el trabajo en curso.



- *Costo real:* EL costo real (AC) es el coste en el que se ha incurrido al llevar a cabo una actividad durante un periodo de tiempo específico. En teoría, el AC debe corresponderse con lo que haya sido presupuestado para el PV y medido por el EV

También se lleva a cabo una monitorización de las variaciones o desviaciones con respecto a la línea base aprobada y esto se realizará con el siguiente valor:

- *Variación del cronograma:* La variación del cronograma (SV) mide el desempeño del proyecto a través de una simple expresión matemática, en la cual, se realiza la diferencia entre el valor ganado y el valor planificado tal y como se puede comprobar en la ecuación 3. Este valor nos indicará si el proyecto está adelantado o retrasado en relación a la fecha de entrega, en un momento determinado.

$$SV = EV - PV; (3)$$

Establecemos un análisis:

- Si SV es negativo, entonces EV es menor que PV, por lo tanto, el proyecto va retrasado respecto a lo previsto.
 - Si SV es positivo, entonces EV es mayor que PV, por lo tanto, el proyecto va adelantado respecto a lo previsto.
- *Variación del costo:* La variación del costo (CV) es el monto del déficit o superávit presupuestario en un momento dado y calculado como la diferencia entre el valor ganado y el costo real tal y como se expresa en la ecuación 4. Es una medida del desempeño del costo de un proyecto.

$$CV = EV - AC; (4)$$

Establecemos un análisis:

- Si CV es una cantidad positivo, entonces se ha producido un abaratamiento del proyecto hasta el momento medido.
 - Si CV es una cantidad negativa, entonces se ha producido un sobrecoste en el proyecto hasta el momento medido.
- *Índice del desempeño del cronograma:* El índice del desempeño del cronograma (SPI) es un valor que indica la eficiencia del cronograma y se calcula mediante la división entre



el valor ganado y el valor planificado tal y como se expresa en la ecuación 5. Un valor de SPI inferior a 1,0 indica que la cantidad de trabajo llevada a cabo es menor que la prevista. Un valor de SPI superior a 1,0 indica que la cantidad de trabajo efectuada es mayor a la prevista.

$$SPI = \frac{EV}{PV}; (5)$$

- *Índice de desempeño del costo:* El índice del desempeño del costo (CPI) es una medida de eficiencia del costo de los recursos presupuestados y se calcula mediante la división del valor ganado entre el costo real como podemos ver en la ecuación 6. Un valor de CPI inferior a 1,0 indica un costo superior al planificado con respecto al trabajo completado. Un valor de CPI superior a 1,0 indica un costo inferior con respecto al desempeño hasta la fecha.

$$CPI = \frac{EV}{AC}; (6)$$

A continuación se ofrece un ejemplo gráfico de un proyecto en el que se pueden apreciar las tres curvas explicadas anteriormente como son la de valor ganado, valor planificado y coste real aplicado a un proyecto de la construcción de una nave industrial en el hito 2. Como se puede apreciar y es común en muchos proyectos el coste real está por encima del valor planificado.

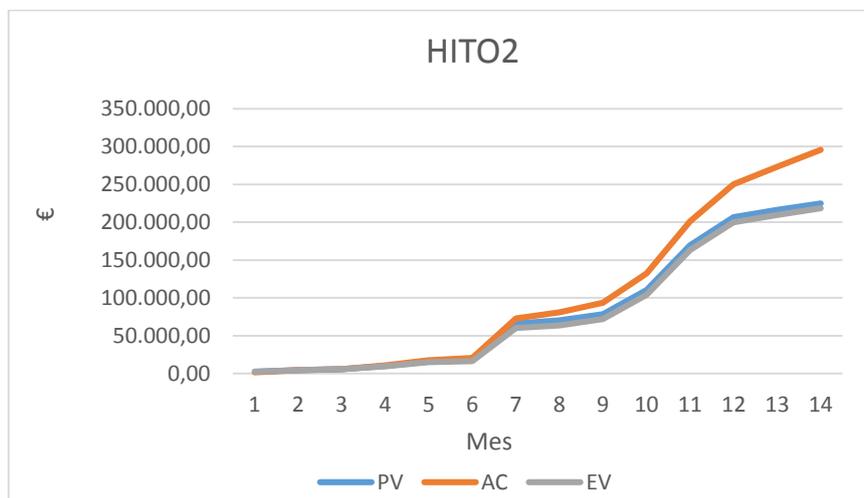


Figura 2. Valor ganado, Valor planificado y Coste real [3]

2.6. Gestión de los recursos humanos del proyecto.

La Gestión de los Recursos Humanos del Proyecto [1] se encarga de gestionar, organizar y conducir al equipo de proyecto. El equipo de proyecto está compuesto por las personas a las



que se les ha asignado un rol determinado y una responsabilidad para llevar a cabo todas las actividades del proyecto. Los miembros del equipo pueden tener diferentes habilidades, pueden estar contratados a tiempo parcial o a tiempo completo y también pueden incorporarse antes o después a dicho proyecto.

Los procesos de Gestión de los Recursos Humanos del Proyecto, según el PMBOK son:

- Planificar la Gestión de Recursos Humanos:
- Adquirir el Equipo del Proyecto
- Desarrollar el Equipo del Proyecto
- Dirigir el Equipo del Proyecto

2.7. Gestión de los Riesgos del Proyecto.

La Gestión de los Riesgos del Proyecto [1] incluye los procesos para llevar a cabo la planificación de la gestión de riesgos, así como la identificación, análisis, planificación de respuesta y control de los riesgos de un proyecto. Los objetivos principales de esta área del conocimiento es aumentar la probabilidad y el impacto de los eventos positivos y disminuir la probabilidad y el impacto de los eventos negativos en el proyecto.

Los procesos incluidos en la Gestión de Riesgos del Proyecto según el PMBOK:

- *Planificar la Gestión de Riesgos*
- *Identificar los Riesgos*
- *Realizar el Análisis Cualitativo de Riesgos*
- *Realizar el Análisis Cuantitativo de Riesgos*
- *Planificar la Respuesta a los Riesgos*
- *Controlar los riesgos*

En la gestión de proyectos, el riesgo es un evento o condición incierta que de producirse, tiene un efecto positivo o negativo en los objetivos del proyecto como puede ser el alcance, el cronograma, el costo o la calidad. Los riesgos con los que se trabajan evidentemente pueden tener una o más causas y uno o más impactos.

Las organizaciones perciben el riesgo como el efecto de la incertidumbre sobre los objetivos del proyecto y de la organización. Así pues, las organizaciones e interesados están dispuestos a



aceptar diferentes niveles de riesgos, en función de su actitud frente al riesgo. Las actitudes frente a los riesgos son las siguientes:

- *Apetito de riesgo*: Es el grado de incertidumbre que una entidad está dispuesta a aceptar, con miras a una recompensa.
- *Tolerancia al riesgo*: Es el grado que podrá resistir una organización o individuo.
- *Umbral de riesgo*: Medida del nivel de incertidumbre o el nivel de impacto en el que un interesado pueda tener particular interés.

Para tener éxito, la organización debe comprometerse a abordar el tema de la gestión de riesgos de manera proactiva, de manera implicada y consistente a lo largo de todo el proyecto. Si no se lleva a cabo esta acción es muy probable que se den numerosos problemas y se caigan en riesgos desde el momento inicial que comienza el proyecto.

2.7.1. Planificar la Gestión de Riesgos

Planificar la Gestión de Riesgos se encarga de guiar la gestión de riesgos de un proyecto. El beneficio de este proceso será principalmente asegurar el nivel, el tipo y la visibilidad de la gestión de riesgos. Es muy importante el plan de riesgos para comunicarse y obtener el acuerdo y el apoyo de todos los interesados a fin de asegurar que el proceso de gestión de riesgos sea respaldado y se lleve a cabo de manera eficaz a lo largo del ciclo de vida del proyecto.

Será de una gran importancia la correcta planificación para la aumentar la probabilidad de éxito y proporcionar recursos y tiempo necesario para realizar cada una de las actividades.

A la hora de Planificar la Gestión de Riesgos las herramientas y técnicas que se utilizan son las siguientes:

- *Técnicas analíticas*: Se utilizan para entender y definir el contexto general de la gestión de riesgos del proyecto
- *Juicio de expertos*: Se recoge el juicio y experiencia de grupos o individuos con conocimientos especializados en el tema en cuestión.
- *Reuniones*: Consiste en reuniones de planificación para desarrollar el plan de gestión de riesgos. Pueden intervenir miembros del equipo de proyecto e interesados.



2.7.2. Identificar los Riesgos

Identificar los riesgos es el proceso en el que se identifican todos los riesgos que podrían afectar al proyecto y a la vez documentar las características. Aquí lo que se pretende es tener un registro de todos los riesgos que afectarían al proyecto y la capacidad que confiere al equipo del proyecto para anticipar eventos.

Para identificar los riesgos pueden intervenir el director de proyecto, los miembros del equipo del proyecto, el equipo de gestión de riesgos, clientes expertos o usuarios finales del propio proyecto.

El PMBOK recoge algunas técnicas utilizadas para la recopilación de información:

- *Tormenta de ideas*: El objetivo de esta técnica es obtener de forma espontánea por un grupo multidisciplinario de expertos una lista completa de los riesgos que pueden afectar al proyecto.
- *Técnica Delphi*: Es una técnica en la que se logra un consenso de expertos y estos expertos participan de manera anónima. Se realiza a través de un cuestionario.
- *Entrevistas*: Entrevistas a los participantes experimentados en el proyecto, interesados y expertos en la materia.
- *Análisis de la causa raíz*: Es una técnica específica para identificar un problema, determinar las causas que lo ocasionan y desarrollar acciones preventivas.

2.7.3. Realizar el Análisis Cualitativo de Riesgos

El Análisis Cualitativo de Riesgos se encarga de priorizar riesgos para el análisis, evaluando y combinando la probabilidad de ocurrencia con el impacto de dichos riesgos. Este proceso permite a los directores de proyecto reducir el nivel de incertidumbre y concretarse en los riesgos de alta prioridad.

El Análisis Cualitativo de Riesgos se encarga de evaluar la prioridad de los riesgos identificados a través de la probabilidad de ocurrencia y el impacto que lleva asociado si el riesgo se materializa, además de otros factores. El PMBOK utiliza las siguientes técnicas para realizar el análisis cualitativo de riesgos:

- *Evaluación de Probabilidad e Impacto de los Riesgos*: Se encarga de estudiar la probabilidad de ocurrencia de cada riesgo. Por su parte, la evaluación de impacto de los



riesgos estudia el efecto potencial de dichos riesgos sobre un objetivo del proyecto. Para cada uno de los riesgos se evalúa la probabilidad y el impacto.

- *Matriz de Probabilidad e Impacto*: La idea es priorizar riesgos con vistas a un análisis cuantitativo posterior y a la planificación de respuestas basadas en su calificación. La evaluación de cada riesgo se realizará a través de una matriz en la que intervienen a probabilidad de ocurrencia y el impacto de cada riesgo. Esta matriz califica los riesgos con una prioridad baja, moderada o alta.

Impacto \ Probabilidad	Muy bajo 1	Bajo 2	Medio 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

Tabla 1. Matriz de probabilidad e impacto [3]

En general, la calificación de riesgos ayudará para definir las respuestas a los mismos. Los riesgos que presenten un riesgo alto requerirán acciones y estrategias de respuestas agresivas e inmediatas mientras que las amenazas que se encuentran en la zona de riesgo bajo pueden no requerir una acción de gestión proactiva.

2.7.4. Realizar el Análisis Cuantitativo de Riesgos

El Análisis Cuantitativo de Riesgos se encarga de analizar numéricamente los riesgos que se han identificado para los objetivos del proyecto. Se generarán numerosos datos cuantitativos que ayudarán a la toma de decisiones para cada riesgo con el fin de reducir la incertidumbre del proyecto. El PMBOK define las siguientes técnicas y herramientas para llevar a cabo el análisis cuantitativo:

- *Técnicas de Recopilación y Representación de Datos*:
 - *Entrevistas*
 - *Distribuciones de probabilidad*
- *Técnicas de Análisis Cuantitativo de Riesgos y de Modelado*:



- *Análisis de Sensibilidad*
- *Análisis de valor monetario esperado (EVM)*
- *Modelado y simulación*
- *Juicio de expertos:*

En cuanto a las salidas del análisis cuantitativo podemos destacar las siguientes:

- *Análisis probabilístico del proyecto*
- *Probabilidad de lograr los objetivos de coste y tiempo*
- *Lista priorizada de riesgos cuantificados*
- *Tendencias en los resultados del análisis cuantitativo de riesgos*
- *Planificar la Respuesta a los Riesgos*

Planificar la Respuesta a los Riesgos es el proceso en el que se desarrolla opciones y acciones para mejorar las oportunidades y reducir amenazas de los objetivos del proyecto. Además se encarga en 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.

2.7.5. Controlar los Riesgos

Controlar los Riesgos es el proceso mediante el cual se ponen en marcha todos los planes de respuestas que anteriormente han sido identificados, se monitorean, se identifican nuevos riesgos y se evalúa la efectividad del proceso de gestión de riesgos a través del proyecto. A través de este proceso se mejora la eficiencia del enfoque de la gestión de riesgos a lo largo del ciclo de vida del proyecto para optimizar de manera continuada las respuestas a los riesgos.

El proceso de controlar los riesgos utiliza técnicas como el análisis de variación de tendencias que se realizar partiendo de datos que se ha ido generando a lo largo de la ejecución del proyecto.

Otras finalidades que se definen para el proceso de controlar los riesgos son:

- Los supuestos del proyecto siguen siendo válidos.
- Los análisis muestran que un riesgo evaluado ha cambiado o puede descartarse.
- Se respetan las políticas y los procedimientos de gestión de riesgos.
- Las reservas para contingencias de costo o cronograma deben modificarse para alinearlas con la evaluación actual de los riesgos.



3. Proyecto de Aplicación

En el presente capítulo se va a tratar el proyecto de aplicación de Análisis de Riesgos en la Gestión de Proyectos. Para aplicar el Análisis de Riesgos en la Gestión de proyectos se ha escogido el proyecto de la Construcción de un Hotel Enoturístico en el municipio cordobés de Montilla (Córdoba) de gran tradición vinícola.

En primer lugar se va a centrar en el emplazamiento escogido para la construcción del hotel enoturístico, es decir, características de Montilla como son su localización, el municipio o su actualidad y la tradición vinícola que ha existido durante toda la historia.

En segundo lugar se procede a ir completando las áreas de conocimiento del PMBOK. En primer lugar se realizará el Acta de Constitución, seguido de la EDT del proyecto, posteriormente se lleva a cabo definición y secuenciación de actividades para formalizar el cronograma. Una vez conformado el cronograma, será hora de estimar los costes de las tareas y realizar el presupuesto todo ello con la EDT presente. Para terminar en este capítulo se lleva a cabo la gestión de riesgos, donde aparte de llevar a cabo una identificación y análisis de riesgos se establece una primera hipótesis de incertidumbre relacionada con la distribución Beta PERT y obteniendo una nueva duración media del proyecto teniendo en cuenta los riesgos definidos.

3.1. Emplazamiento

3.1.1. El municipio

El proyecto se sitúa en la ciudad de Montilla, localidad situada en el sur de la provincia de Córdoba a unos 42 km de la capital, en pleno centro geográfico de Andalucía y en el corazón de la campiña sur cordobesa. El término municipal ocupa una superficie de 167,4 km² y cuenta con una población de 23.905 habitantes aproximadamente contando por lo tanto con una densidad de 136,61 hab. /Km². Forma parte de las once localidades pertenecientes a la campiña sur y es la cuarta localidad más poblada de las setenta y cinco que forman la provincia de Córdoba. Actualmente Montilla se encuentra en un proceso de expansión urbana como viene a indicar el nuevo Avance del Plan General [2], estableciéndose en el grupo de ciudades medianas de Andalucía.

3.1.2. Sector y tradición vinícola en Montilla

Es en el S. VIII o IX a.C es de cuando tenemos las primeras noticias de que Montilla [4] tenía un vino especial y lleno de historia y es que las excavaciones realizadas en el antiguo castillo siglos después muestran unas pepitas de uva que data de la fecha indicada anteriormente.



En la época árabe fue cuando el vino brilló con todo su esplendor y cuando verdaderamente empezó a cobrar importancia. La gran mayoría de la población seguía siendo andaluza y sus costumbres y tradición nunca fueron suplantadas. Un ejemplo de la importancia del vino en esta época es como el califa Abubéker fijó un severo y cruel castigo para los que transgredían la ley coránica en materia tan fácil de detectar como es el consumo del vino. Ochenta azotes debían caer sobre las espaldas de los transgresores.

Durante la Reconquista, en la que Fernando III entra en Córdoba en 1236, comenzó la distribución de las propiedades de los reales vasallos. Las viñas llegaban hasta las puertas de la ciudad, extendiéndose hasta la vega del Guadalquivir y subiendo por las laderas hacia Santa María de Trasierra.

En el siglo XVII destacaban los caldos de Lucena tal y como escribió Miguel Herrero-García el cual remarcó que en la demarcación de Córdoba había tres vinos renombrados entre los que levantaba la cabeza los de Lucena.

En el siglo XVIII es cuando se empiezan a consolidar la viticultura en la Andalucía Occidental. Mientras que bodegas situadas en Jaén, Granada, Almería o Málaga seguían produciendo los caldos con el método de elaboración tradicional, fue surgiendo un nuevo sistema implantado en las bodegas occidentales y que aún se utiliza y de los que el visitante puede gozar de su explicación si visita el Conjunto de Bodegas Alvear. Se trata de las criaderas y soleras que introdujeron un nuevo concepto en el envejecimiento del vino.

A partir del siglo XIX numerosos escritores plasmaron en sus obras la calidad y la exquisitez de los vinos que se podían consumir en la zona de la campiña cordobesa. Numerosos viajeros europeos empezaron a atreverse a visitar las localidades las zonas buscando consumir esos caldos de los que tanto habían escuchado hablar. Otro ejemplo lo encontramos con el Barón Bourgeing el cual comenta de Montilla: Produce un excelente vino, muy seco, poco conocido fuera de España, pero muy apreciado por los entendidos.

Así poco a poco fue transcurriendo el tiempo con estos caldos presentes en la mesa de numerosos comensales de toda España y el mundo hasta los días de hoy. Montilla junto a una localidad vecina llamada Moriles le dan nombre a la denominación de origen de los vinos que se elaboran y producen en estos viñedos y que son famosos en todo el mundo. Son únicos la uva Pedro Ximenez criada en la Campiña Sur y que conforma un vino dulce único al igual que también es único el vino oloroso “amontillao”.



En la actualidad, numerosos turistas se acercan hasta la localidad cordobesa para realizar entera o parte de ella la “Ruta del Vino Montilla-Moriles” en la que se pueden visitar numerosas bodegas en las que se explica la elaboración y crianza del vino además de poder catar estos maravillosos caldos.

3.1.3. Localización y situación actual de la zona de intervención

La zona de intervención [7] donde se va a llevar el presente proyecto se encuentra localizada en pleno centro que articula la ciudad histórica con los nuevos crecimientos del siglo XX. Bodegas Alvear y Bodegas Cruz Conde forman dos de las bodegas más importantes de la localidad cordobesa.

El hecho de que intervenga la propiedad de otra bodega como es Bodegas Cruz Conde es por el papel que va a jugar en este proyecto al utilizar parte del vacío urbano del que dispone para realizar una reordenación de la manzana que dará lugar a una nueva calle en el barrio de “Las casas nuevas” y que también formará parte del proyecto de la Construcción del Hotel en el interior del Conjunto de Bodegas ayudando también a que el tráfico por el barrio sea más fluido.

Alvear [5] es una de las bodegas de mayor prestigio y reconocimiento internacional de España, siendo la bodega más antigua de Andalucía con casi tres siglos de antigüedad. La Bodega Alvear como su nombre bien indica pertenece a la familia Alvear que se inicia en la antigua merindad de Trasmiera de las montañas de Burgos. Juan Bautista García de Alvear y Garnica nace en Nájera (La Rioja) el 18 de julio de 1657. Fue destinado a Córdoba donde se casó y donde nació Diego de Alvear y Escalera, el cual se trasladaría a Montilla y ante su afición al campo, a la viña, y al vino construye en 1729 la bodega Alvear.

Por su parte Bodegas Cruz Conde [6] fue fundada en con objeto de la elaboración, crianza y comercialización de los mejores vinos de la zona Montilla-Moriles desarrolló una intensa actividad bodeguera en todas sus facetas, creando una de las bodegas mejor dotadas de la zona.

La zona de intervención se trata de una manzana irregular con una superficie de 45.089 m², en la que se lleva a cabo la elaboración y la producción del vino. Tiene una localización especialmente pensada para la rápida conexión con las diferentes salidas de la localidad la cual se comunica inmediatamente con ciudades como Málaga, Antequera, Lucena, Puente Genil y por supuesto la capital de la provincia, Córdoba.



Si nos introducimos en el interior de la manzana en la cual se encuentra el emplazamiento del presente proyecto distinguiremos, como hemos referenciado antes, dos bodegas, Alvear y Cruz Conde, ambas bodegas históricas con un entramado de calles como si de una pequeña ciudad se tratara, adornada en sus espacios de mayor superficie con maquinaria y herramienta propia de cada época por la que han pasado dichas bodegas convirtiéndose así en un emplazamiento con cierta magia y encanto que nos hace viajar a otros tiempos.

Analizando cada bodega podemos distinguir dos terrenos carentes de una funcionalidad clara y que sea productiva para dicha empresa que es lo que hace llamarnos la atención y querer darle una visión diferente a través de la edificación del hotel enoturístico.

La primera de las tierras baldías que nos encontramos es en Bodegas Alvear las cuales estuvieron dedicadas en tiempos pasados a campo municipal de fútbol como en los años 80 y también posteriormente como viñedo experimental para la propia bodega con la intención de obtener productos de mejor calidad.

Mientras que la segunda es propiedad de Bodegas Cruz Conde y alberga las antiguas instalaciones de la alcoholera de dicha empresa que con los avances tecnológicos han propiciado su decadencia y ha quedado relegada al olvido en cuanto a funcionalidad aunque permanece muy presente en el paisaje.

Ambas, en su interior que ofrecen oportunidades para su aprovechamiento y potenciar el atractivo turístico y el valor de estos patrimonios, además de conectar tejidos urbanos que se conseguiría con la reordenación que da lugar a una nueva trama urbana de la zona.

3.2. Objetivo del proyecto.

El objetivo del presente proyecto es la construcción de un Hotel Enoturístico en la Campiña Sur cordobesa, más exactamente en la localidad de Montilla donde la tradición y la denominación de origen vinícola es famosa en el mundo entero. Para ello se aprovechará los vacíos urbanos que se dan en los lugares ya mencionados que en la antigüedad gozaron de una clara funcionalidad pero que en la actualidad están en desuso y son una clara alternativa para potenciar la densificación de la ciudad y a la vez un impulso reformador de la misma. También se aprovechará esta oportunidad como se ha comentado anteriormente para reordenar una nueva trama urbana, produciéndose así una reordenación de los terrenos obsoletos.



Ante la identificación de una doble necesidad, la primera de ellas es la puesta en valor actual de las bodegas de Montilla y por otro lado, la necesidad de alojamientos hoteleros, que ante el creciente turismo que se acerca a la localidad cordobesa, se ha decidido construir un Hotel Enoturístico que albergue a los diferentes tipos de turistas que se acerquen hasta tierras montillanas pero en especial aquellos que vengan explícitamente a conocer los caldos de la zona y así que puedan disfrutar unos días conociendo más a fondo el mundo del vino y donde mejor que hacerlo que en el interior de la bodega más antigua de Andalucía.

Así del mismo modo se persiguen cubrir varios objetivos con la construcción de este hotel como son la respuesta inmediata a la demanda del turismo enológico y por otro lado la originalidad que supone ser el primer hotel-bodega de la Ruta del Vino Montilla Moriles que supondría un ingreso económico importante para la ciudad aparte de potenciar el la propia denominación de origen.

Una vez explicado estos detalles, podemos argumentar porqué Montilla es el lugar geográfico y cultural idóneo para localizar un hotel enoturístico. Se trata del municipio cabecera de la Denominación de Origen, y centra muchos de sus esfuerzos políticos al turismo, de tal manera que se han instalado infraestructuras que aseguran la presencia de visitantes en la ciudad. Montilla se trata del lugar más representativo, no solo porque es la localidad con mayor número de bodegas, sino que también cuenta con nuevas instalaciones de promoción de sus famosos caldos lo que hará finalmente que los interesados del proyecto se convenzan por el todo de llevar a cabo este proyecto en esta situación geográfica y con estas condiciones.

3.2.1. Planos y descripción de la edificación

A continuación se describirán cada una de las partes que compondrán el proyecto en forma de planos [7]. En primer lugar se plasma un plano general de la manzana en la que se va a producir la intervención antes y después de dicha intervención. En segundo lugar se refleja cada una de las plantas de la que consta el hotel que cuenta con 3 plantas: una planta semisótano, una planta de acceso que incorpora una enotienda y una primera planta donde se encuentra gran parte de las habitaciones y por último una construcción 3D de lo que sería la ejecución del Hotel Enoturístico.

- Terreno antes de la intervención:



Figura 3. Manzana en la que se va a llevar a cabo el proyecto

- Terreno con la edificación y urbanizado realizado:



Figura 4. Manzana con la edificación y el urbanizado realizado

- La planta semisótano cuenta con la siguiente distribución y superficie:

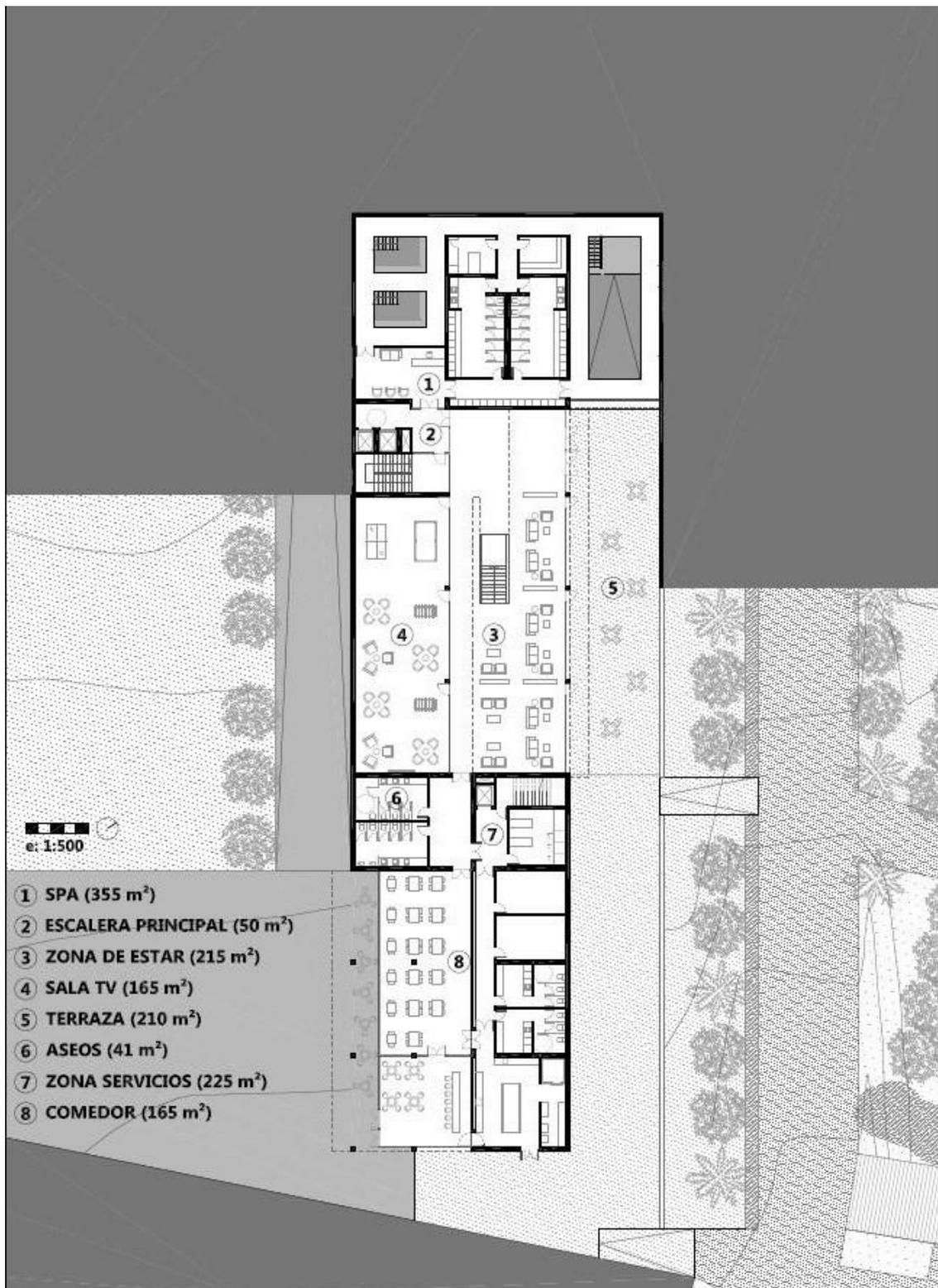


Figura 5. Planos de la planta semisótano

- La planta de acceso cuenta con la siguiente distribución y superficie:

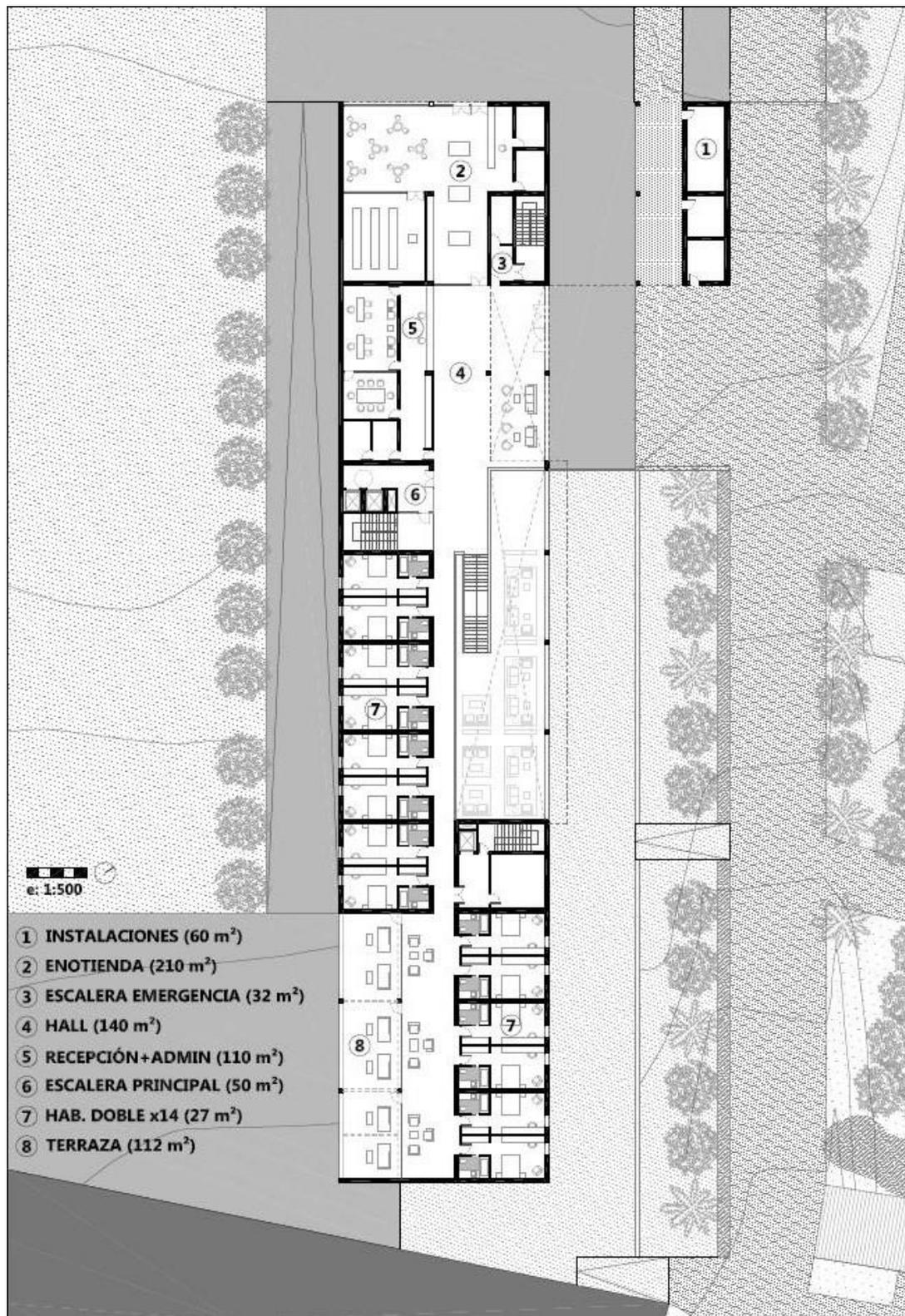


Figura 6. Planos de la planta de acceso

- La primera planta cuenta con la siguiente distribución y superficie:

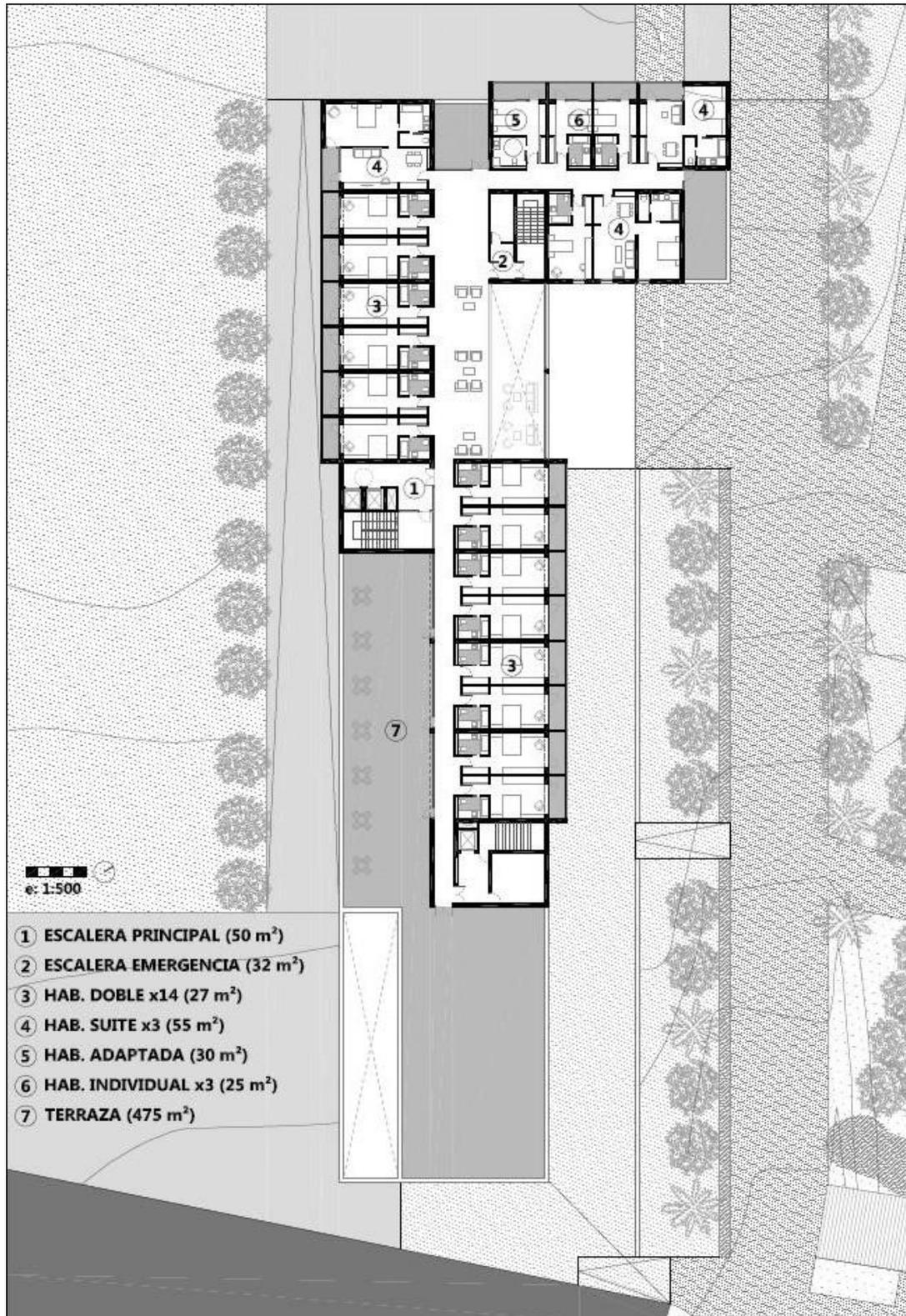


Figura 7. Planos de la primera planta

A continuación se muestra un diseño 3D de lo que sería el hotel una vez construido desde dos perspectivas, una desde la parte norte y otra desde la parte sur [7]:



Figura 8. Diseño 3D de la construcción terminada desde la perspectiva norte

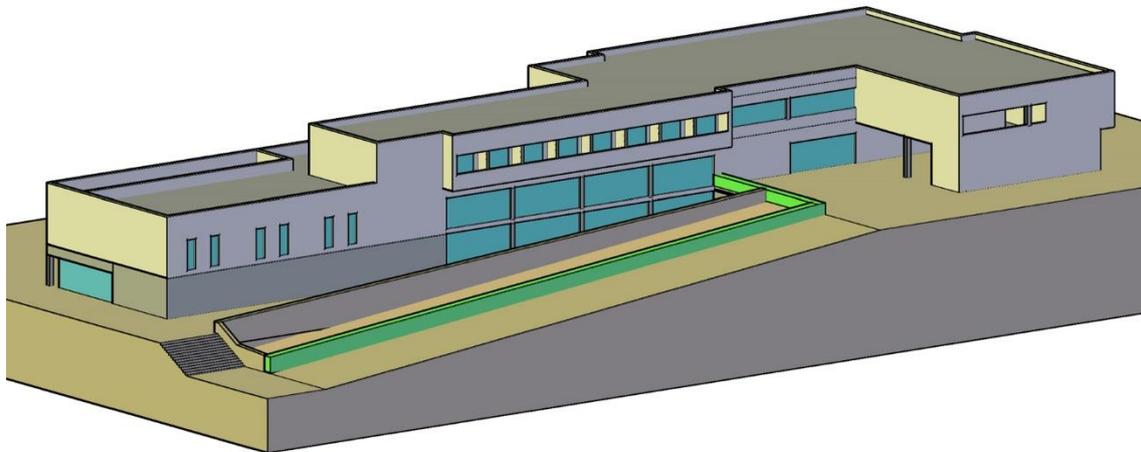


Figura 9. Diseño 3D de la construcción terminada desde la perspectiva sur

3.3. Gestión de la integración del proyecto

Esta área de conocimiento incluye el Acta de Constitución del proyecto que es el documento por el cual se empieza a formalizar dicho proyecto y para el cual será necesario la coordinación entre organización ejecutante y organización solicitante. Así de esta manera los objetivos del Acta son definir bien los roles de cada personal en el proyecto, definir un alcance y objetivos, definir a la misma vez una fecha de inicio y fin y tener toda esta información registrada formalmente.



3.3.1. Acta de Constitución del proyecto

El presente proyecto “Análisis de Riesgos en la Construcción de un Hotel” dispone de la siguiente Acta de Constitución con la cual se dará comienzo al proyecto después de su aceptación formal:

HOJA DE CONTROL DE DOCUMENTO

TÍTULO: Construcción de un Hotel Enoturístico en Conjunto de Bodegas Alvear		
Acta de Constitución del Proyecto		
CÓDIGO	FECHA	REVISIÓN
ID_123456	11/09/2015	18/09/2015

REALIZADO POR	FECHA	FIRMA
Rafael Ángel Espejo Alonso	11/09/2015	
REVISADO POR	FECHA	FIRMA
Equipo de proyecto	18/09/2015	
APROBADO POR	FECHA	FIRMA
Equipo de proyecto	20/09/2015	

1. Información general

Título del proyecto:	Construcción de un Hotel Enoturístico en Conjunto de Bodegas Alvear	ID del proyecto:	HOTELENO2015
Patrocinador:	Banco Santander	Representante del patrocinador:	Daniel Peña

Tabla 2. Información general del Acta de Constitución

2. Interesados del proyecto

Cargo	Nombre/Organización	Teléfono	E-mail
Representante del patrocinador	Daniel Peña	916 249 515	dpeña@gmail.com
Director general	Rodrigo Del Cura Pacheco	689 258 147	director@gmail.com



Director de proyecto	Manuel Jesús Espejo Cantero	680 685 362	manu_espejo@hotmail.com
Cliente	Bodegas Alvear S.A	957 650 100	alvearsaa@alvear.es

Tabla 3. Interesados del proyecto

3. Resumen ejecutivo

El Acta de Constitución del Proyecto para la Gestión de Proyectos, se desarrolla para dar el punto de inicio del proyecto la construcción del hotel enoturístico en Montilla, el cual tiene por objetivo principal la recopilación de los requisitos que satisfacen las necesidades, deseos y expectativas del cliente (Bodegas Alvear), el patrocinador y demás interesados. Además se presenta el alcance que tendrá el proyecto, los supuestos sobre los que se desarrollará, las restricciones al proyecto y los hitos y entregables, el presupuesto que se requiere para el desarrollo del proyecto, quienes participaran del proyecto y por último la aprobación del acta de constitución del proyecto

4. Justificación del proyecto

El presente proyecto presenta varios aspectos que justifican su desarrollo y puesta en marcha. En primer lugar cubrir las deficiencias evidentes de alojamiento que hay en la localidad cordobesa de Montilla donde no existe ningún hotel en la zona urbana y el turista que se acerque a visitar dicha ciudad solo tiene posibilidad de hostales que quizás no cubran todas las necesidades que este tipo de turista va buscando. Por otro lado dar la posibilidad de dar respuesta al turismo enológico que se ve ante la imposibilidad de hospedar en la localidad cuando realizan alguna visita a las diferentes bodegas de la localidad. Y por último, la puesta en valor de la Bodega que se convertiría en la primera con un hotel enoturístico dentro de la denominada “Ruta del Vino Montilla-Moriles”, además de ser un reclamo debido a su condición de bodega más antigua de Andalucía.

a. Necesidades del negocio

La necesidad de la empresa (Bodegas Alvear) que solicita el proyecto es principalmente poner en valor las instalaciones y terrenos que están en desuso dentro de sus bienes en Montilla. Trata de ser un reclamo turístico y a la vez publicitario donde organizar reuniones, conferencias u otras actividades relacionadas o no con el mundo del vino que puedan reportar un ingreso extra del que actualmente carece, además del propio ingreso que se conseguiría mediante el hospedaje.



También se pretende potenciar los productos “Alvear” mediante la incorporación de una tienda incorporada en el hotel y así que estos productos se empiecen a conocer de forma más profunda en el mercado.

b. Objetivos del negocio

- Potenciar el enoturismo a conjunto de Bodegas Alvear
- Obtener rendimiento a las tierras e instalaciones que actualmente están en desuso
- Convertir el Hotel en un centro importante dentro de la Ruta del Vino Montilla-Moriles
- Reordenar la trama urbana que afecta a la manzana de los conjuntos bodegueros y que haga fluir el tráfico de una manera más óptima

5. Descripción del proyecto

a. Descripción del proyecto

El proyecto consiste en la construcción de un hotel enoturístico en Conjunto de Bodegas Alvear con reordenación de la trama urbana en la localidad cordobesa de Montilla teniendo en cuenta el Plan General de Ordenación urbana. Para ello se debe cumplir con las especificaciones requeridas para obtener dicho proyecto eficientemente y bien administrado, además de tener un desarrollo organizado y poder llevar a cabo dicho proyecto cumpliendo con la normativa.

El proyecto debe permitir:

- El registro de requerimientos del proyecto
- El registro de las actividades que se llevarán a cabo del proyecto.
- La asignación de un determinado presupuesto a cada una de las fases que se tienen planificadas llevar a cabo.
- Asignar casos de prueba a las distintas fases de dicho proyecto.

b. Alcance del proyecto

El proyecto se centra en la construcción de un hotel enoturístico en el interior de un conjunto bodeguero (Bodegas Alvear) y la reordenación de la trama urbana que afecta a la manzana donde se encuentra situado dicho conjunto bodeguero y que afecta a otro conjunto de bodegas (Bodegas Cruz Conde). Este proyecto incluye:



- Construcción del hotel en el interior de conjunto de Bodegas Alvear. Se realizará a edificación del edificio y sus exteriores, los acabados de los mismos junto con la instalación de luz, climatización, ventilación, fontanería y protección contra incendios de tal manera que quede preparado para su amueblamiento y puesta en marcha.
- Reordenación de la trama urbana en la manzana descrita en los planos en el barrio de “Las casas nuevas” incluyendo el saneamiento, urbanizado y la iluminación de las vías. En el urbanizado intervienen los terrenos de Bodegas Alvear donde se incluirá la preparación del terreno para la construcción de viviendas, parte de la nueva vía y calzada y una zona verde. Por otro lado, Bodegas Cruz Conde, que como se muestra en los planos, está dividida en dos ya que una parte se traspasó a un propietario ajeno a las bodegas aunque las instalaciones siguen intactas desde que era propiedad de dicha bodega, incluye urbanizado de la frontera con Bodegas Alvear y parte de la nueva vía y calzada (terreno del propietario ajeno a las bodegas)
- Los interesados (stakeholders) del proyecto son el Equipo de Gestión de Proyectos con el Project Manager a la cabeza, la constructora Vela Ruz S.L perteneciente a la localidad de Montilla, Conjunto de Bodegas Alvear y Cruz Conde, el Excelentísimo Ayuntamiento de Montilla y los proveedores que intervendrán en el aprovisionamiento de las materias primas.
- El equipo de gestión de proyectos realizará una planificación, control, seguimiento y verificación de todos los pasos que se vayan haciendo para conseguir el objetivo del proyecto de manera óptima y con el menor número de errores posibles.
- Vía de comunicación entre cliente y equipo de proyecto que permitirán a ambos informar de la situación actual y debatir posibles cambios con el fin de llegar al entendimiento de ambos.
- Asegurarse de que el proyecto solo contiene el trabajo requerido para un acabado exitoso y que el cliente queda satisfecho con el producto que ha recibido.

Por otro lado se tendrá que realizar la correcta verificación y control permanente de dicho proyecto por el órgano correspondiente a dicha tarea. Será esencial una planificación, coordinación y verificación de todos los procesos que se lleven a cabo en el presente proyecto.

El proyecto no incluye:

- Estudios del proyecto
- Análisis de requisitos del proyecto



- Diseño del proyecto
- Reordenación de las instalaciones de Bodegas Cruz Conde
- El amueblamiento del interior del hotel.
- La instalación de equipos de alarmas por robo en las instalaciones del hotel.

c. Asunciones

Las asunciones que se tienen en el presente proyecto se reflejan a continuación:

- El Hotel Enoturístico a desarrollar debe cumplir con las expectativas pactadas con los desarrolladores del proyecto.
- Se debe reflejar con claridad y transparencia las cuestiones monetarias en cuanto al pago por la realización del proyecto y los recursos y organizaciones que intervendrán en el proyecto.
- Establecer los puntos en cuanto al tema de peticiones del cliente, actualizaciones, correcciones, etc.
- Cada uno de los integrantes del proyecto ya sea organización solicitante o ejecutora del proyecto cumpla con su tarea predispuesta y en el tiempo estimado anteriormente en los respectivos documentos propuestos.
- La movilización de maquinaria pesada no generara problemas con las comunidades aledañas.
- Disponibilidad de equipo / maquinarias de construcción operativas.

d. Restricciones

Las restricciones que se presentan a la hora de llevar a cabo el presente proyecto son las siguientes:

- Tiempo: El proyecto no se podrá posponer más de la fecha indicada por parte de la organización ejecutora.
- Dinero: El presupuesto es limitado y el cliente no podrá desembolsar una cantidad mayor a la fijada.



6. Requerimientos del proyecto/entregables

1. Urbanizado
2. Afirmado del terreno
3. Cimentación y saneamiento
4. Estructura y cerramientos
5. Instalaciones y acabados
6. Gestión de proyectos

7. Hitos y entregables de la Gestión de proyectos

Se van a establecer una serie de fechas que indicarán cuantos días han transcurrido desde que empezó el proyecto y en dicha fecha el entregable o la tarea en cuestión tiene que estar acabado sin ninguna inconformidad. Para establecer fechas se ha utilizado el programa Microsoft Project, estableciéndose que el proyecto comenzará el 01/02/2016. El proyecto constará de cuatro hitos y quedarán resumidos en la siguiente tabla cada uno con un color representativo:

HITO	ENTREGABLE Y TAREAS	FECHA DE ENTREGA
Hito 1	A la finalización de la tarea 4.29	Jueves 23/06/16 (Mes 5 de trabajo)
Hito 2	A la finalización de la tarea 5.50	Miércoles 25/01/17 (Mes 12 de trabajo)
Hito 3	A la finalización de la tarea 5.56	Jueves 17/08/17 (Mes 19 de trabajo)
Hito 4	A la finalización de la tarea 5.61	Viernes 17/11/2017 (Mes 22 de trabajo)

Tabla 4. Establecimiento de hitos

8. Presupuesto

El presupuesto con el que cuenta el presente proyecto teniendo en cuenta todas las partidas asociadas a la edificación, gestión de los procesos y seguridad y salud es de 1.750.000,00 € incluidas las reservas de gestión y contingencia necesarias para asegurar la correcta ejecución del proyecto.

Cada partida que sea necesaria para la ejecución del proyecto deberá ser reflejada en el presupuesto y justificarla ante todos los interesados de dicho proyecto.



9. Recursos

Recursos	Descripción
Equipo del proyecto	Equipo de dirección del proyecto con el director de proyectos a la cabeza
Equipamiento	Medios e instrumentos necesarios para el desarrollo correcto de la construcción de la nave y la seguridad del personal
Operarios tipo 1: Constructora	Instrumentación de albañilería y construcción necesarias para desarrollar cada una de las tareas programadas con total eficacia y eficiencia
Operarios tipo 2: Fontanería	Instrumentación y operarios necesarios para realizar las labores de fontanería
Operarios tipo 3: Electricistas	Instrumentación y operarios necesarios para realizar las labores de electricidad
Operarios tipo 4: Pintores	Instrumentación y operarios necesarios para realizar las labores de pintura
Operarios tipo 5: Jardinería	Instrumentación y operarios necesarios para realizar las labores de jardinería
Operarios tipo 6: Carpintería	Instrumentación y operarios necesarios para realizar las labores de carpintería de aluminio y madera
Operarios tipo 7: Subcontrata	Empresas subcontratas necesarias para ejecutar ciertas fases del proyecto

Tabla 5. Recursos del proyecto

10. Riesgos

Se llevará a cabo la identificación de riesgos relacionados al proyecto mediante el juicio de expertos en los que se incluyen la dirección general del proyecto, los directores de proyecto que han trabajado en otros proyectos y los interesados. Dicha identificación se llevará a cabo mediante técnicas como la tormenta de ideas, el método Delphi, las entrevistas, y el análisis de la causa raíz.

Las salidas de este proceso conllevan una lista con la identificación de todos los riesgos asociados al proyecto, y la asignación de una determinada probabilidad de materialización de ese riesgo y un impacto en el caso de que se materialice.



Las salidas están reflejadas en el apartado gestión de riesgos en el cuál además se realiza un análisis cualitativo en el que se le da prioridad de actuación a aquellos riesgos que según la matriz probabilidad impacto tienen más puntuación.

11. Organización del proyecto

a. Organigrama del proyecto

El organigrama que lleva a cabo este proyecto se puede ver a continuación. Hay tres niveles, todos ellos presididos por el director de proyectos que será el que lleve los tiempos del proyecto y el responsable ante cualquier situación. La continua implicación de todos los interesados y de los altos cargos será fundamental para el éxito en la gestión de proyectos

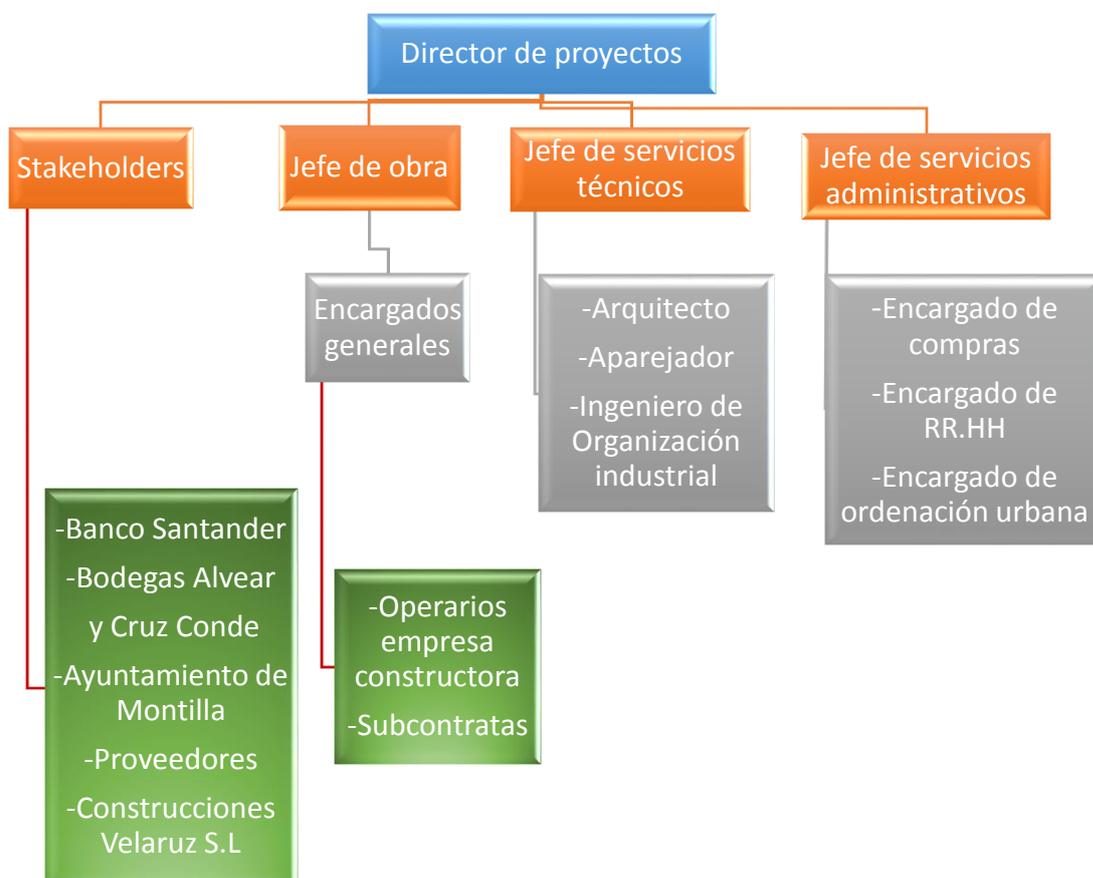


Figura 10. Organigrama del proyecto



12. Aprobación del Acta

Cargo	Nombre	Firma	Fecha
Representante del Patrocinador	Daniel Peña		20/09/2015
Director general	Rodrigo Del Cura Pacheco		20/09/2015
Director de proyecto	Manuel Jesús Espejo Cantero		20/09/2015
Cliente	Bodegas Alvear S.A		20/09/2015

Tabla 6. Aprobación del Acta

3.4. Gestión del Alcance del Proyecto

En el Alcance del proyecto se va a presentar el alcance del proyecto definido anteriormente en el Acta de Constitución del mismo y también se procederá a definir la EDT que definirá los entregables del proyecto y que se deberán ir realizando conforme avance el proyecto.

3.4.1. Alcance del Proyecto

El alcance del proyecto se ha definido anteriormente en el Acta de Constitución expresándose que puntos y cuales no están presentes en el proyecto que se va a llevar a cabo. El alcance del proyecto será la base para empezar a conformar la EDT/WBS del proyecto que definirá todos los entregables necesarios para desarrollar el proyecto.

3.4.2. EDT del Proyecto

A continuación se va a mostrar la EDT del proyecto en el que se identificarán todos los entregables necesarios para completar el proyecto. La EDT es el punto de partida para empezar a definir actividades y tareas que definan por completo el proyecto. Anteriormente ya se han identificado en el Acta de Constitución del proyecto y ahora en este apartado lo reflejamos de manera gráfica:

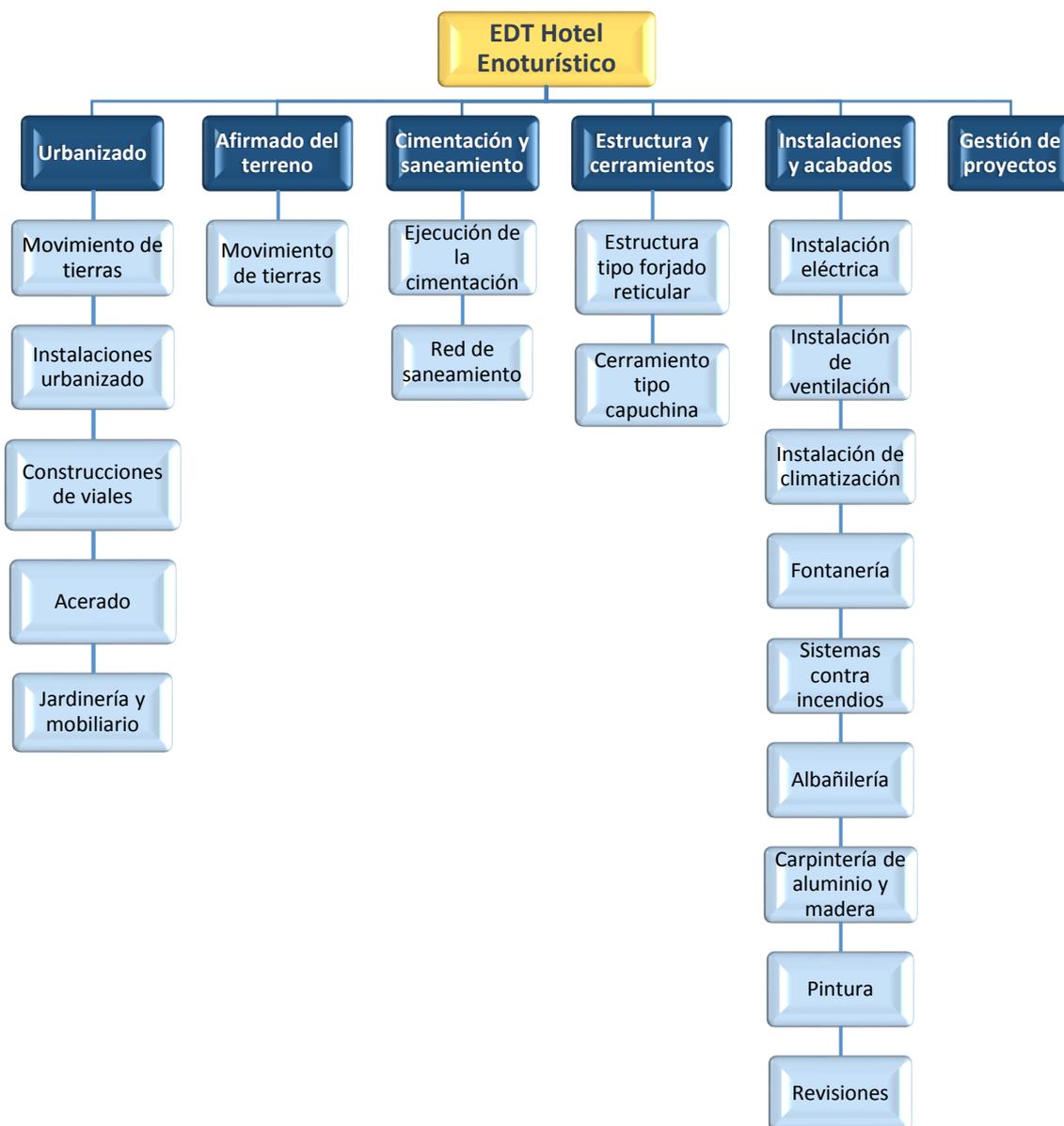


Figura 11. EDT del proyecto

3.5. Gestión del Tiempo

Como se ha reflejado anteriormente en este trabajo, la Gestión del Tiempo del Proyecto incluye los procesos requeridos para gestionar la terminación en plazo del proyecto. Una vez realizada el Acta de Constitución del presente proyecto, haber definido los entregables, sus correspondientes paquetes de trabajo y la EDT, el siguiente paso consiste en definir cada una de las tareas necesarias para desarrollar cada paquete de trabajo, a su vez el entregable necesario



para ir superando los hitos y a su misma vez ir completando el proyecto paso a paso. Dichas tareas llevan consigo una secuenciación, una estimación del tiempo necesario para llevarlas a cabo y un control y seguimiento.

A continuación se muestra la tabla en la cual en el nivel más alto se sitúa el entregable que aparece en la EDT, justo por debajo el paquete de trabajo y como último escalón la tarea necesaria a realizar:

TAREA	DURACIÓN ESTIMADA	PREDECESORA
E1. URBANIZADO	ENTREGABLE 1	
P.1.1 Movimiento de tierras	PAQUETE DE TRABAJO	
1.1 Desbroce del terreno	6 días	No tiene
1.2 Demoliciones	3 días	1.1
1.3 Excavación a cielo abierto	7 días	1.2
1.4 Escarificación y compactación	4 días	1.3
1.5 Trazado y explanación del terreno	4 días	1.4
P.1.2 Instalaciones urbanizado	PAQUETE DE TRABAJO	
1.6 Alcantarillado	3 días	1.5
1.7 Abastecimiento de agua	2 días	1.6
1.8 Red de electricidad	5 días	1.5
1.9 Red de alumbrado	3 días	1.9
P.1.3 Construcción de viales	PAQUETE DE TRABAJO	
1.10 Drenaje	3 días	1.7 y 1.9
1.11 Firmado del terreno	2 días	1.10
P.1.4 Acerado	PAQUETE DE TRABAJO	
1.12 Instalar zahorra artificial	2 días	1.10
1.13 Construir bordillos	2 días	1.12
1.14 Pavimentación del acerado	3 días	1.13
P.1.5 Jardinería y mobiliario	PAQUETE DE TRABAJO	
1.15 Realizar plantaciones y labores de jardinería	2 días	1.11 y 1.14
1.16 Instalar mobiliario urbano	2 días	1.15
E.2 AFIRMADO DEL TERRENO	ENTREGABLE 2	
P.2.1 Movimiento de tierras	PAQUETE DE TRABAJO	
2.17 Desbroce del terreno	4 días	1.16
2.18 Demoliciones	2 días	2.17
2.19 Excavación a cielo abierto	8 días	2.18
2.20 Escarificación y compactación	4 días	2.19
2.21 Trazado y explanación del terreno	2 días	2.20
E.3 CIMENTACIÓN Y SANEAMIENTO	ENTREGABLE 3	
P.3.1 Ejecución de la cimentación	PAQUETE DE TRABAJO	
3.22 Replanteo de la excavación	5 días	2.21
3.23 Excavación hasta la cota de cimentación a cielo abierto	10 días	3.22



3.24 Instalación de arquetas	10 días	3.23
3.25 Toma de tierra	2 días	3.24
P.3.2 Red de saneamiento	PAQUETE DE TRABAJO	
3.26 Replanteo. Situación y trazado de la red	4 días	2.21
3.27 Instalación de canalizaciones	4 días	3.26
3.28 Instalación de colectores y bajantes	3 días	3.27
E.4 ESTRUCTURA Y CERRAMIENTOS	ENTREGABLE 4	
P.4.1 Estructura tipo forjado reticular	PAQUETE DE TRABAJO	
4.29 Colocación losa de hormigón	11 días	3.25 y 3.28
4.30 Soleras de hormigón	10 días	4.29
4.31 Colocar muro de hormigón	25 días	4.30
4.32 Estructura tipo forjado reticular	25 días	4.31
4.33 Ensayo de hormigón y acero	3 días	4.32
4.34 Colocar tela asfáltica, geotextil y capa de compresión	8 días	4.33
4.35 Colocación de bolos	5 días	4.34
P.4.2 Cerramiento tipo capuchina	PAQUETE DE TRABAJO	
4.36 Perforado de 10	10 días	4.35
4.37 Embarrado mezcla	3 días	4.36
4.38 Colocar poliuretano	5 días	4.37
4.39 Colocar ladrillo	40 días	4.38
E.5 INSTALACIONES Y ACABADOS	ENTREGABLE 5	
P.5.1 Instalación eléctrica	PAQUETE DE TRABAJO	
5.40 Instalación de líneas eléctricas	4 días	5.53
5.41 Instalación de cuadros	2 días	5.40
5.42 Instalación de luminarias	4 días	5.41
5.43 Instalación placas solares	5 días	5.42
P.5.2 Instalación ventilación	PAQUETE DE TRABAJO	
5.44 Instalar conductos y rejillas de ventilación	4 días	5.53
P.5.3 Instalación climatización	PAQUETE DE TRABAJO	
5.45 Instalación máquinas climatización	6 días	5.53
P.5.4 Instalación fontanería	PAQUETE DE TRABAJO	
5.46 Instalar grifería y otros elementos de fontanería	10 días	5.53
5.47 Colocación final de bajantes	3 días	5.46
P.5.5 Instalación sistema contra incendios	PAQUETE DE TRABAJO	
5.48 Instalación de elementos sensores y de detección del fuego	4 días	5.53
5.49 Instalación de puertas y persianas cortafuegos	3 días	5.48
P.5.6 Albañilería	PAQUETE DE TRABAJO	
5.50 Construcción de los spa	20 días	5.53
5.51 Construir tabiquería de 7cm	33 días	4.39
5.52 Colocación de pre marcos	5 días	5.50
5.53 Proyectado de yeso y colocación de pladur	22 días	5.51
5.54 Enfoscado de mono capa	30 días	5.52
5.55 Colocación de azulejos y mármol	23 días	5.43, 5.44, 5.45, 5.47, 5.49,5.53, 5.57 y 5.58
5.56 Pulido de mármol	8 días	5.54



5.57 Revestimiento fachada	34 días	5.55
P.5.7 Carpintería aluminio y madera	PAQUETE DE TRABAJO	
5.58 Colocación elementos aluminio	25 días	5.53
5.59 Colocación elementos madera	20 días	5.53
P.5.8 Pintura	PAQUETE DE TRABAJO	
5.60 Pintado interior del edificio	30 días	5.56
P.5.9 Revisiones	PAQUETE DE TRABAJO	
5.61 Revisiones de todas las instalaciones	2 días	5.59
E.6 GESTIÓN DE PROYECTOS	ENTREGABLE 6	

Tabla 7. Identificación duración y precedencia de tareas

Una vez definidas las actividades, secuenciadas y estimada la duración de tiempo necesaria para llevarlas a cabo, es la hora del desarrollo del cronograma el cual tiene como objetivo determinar unas fechas de inicio y fin de cada tarea y que por lo tanto nos dote de una programación con fechas planificadas.

Para el desarrollo del cronograma se va a utilizar la técnica PERT-CPM. Ambas técnicas son muy similares sobre todo en la orientación de grafos y en los procesos operativos. Sus objetivos serán mostrar un proyecto de forma gráfica y relacionar sus componentes de tal forma que se pueda determinar cuáles son las tareas cruciales para la finalización del proyecto. Las tareas críticas serán las que retrasen el proyecto si se varía su duración estimada inicialmente, en cambio el resto de actividades dispondrán de una holgura de tiempo que harán que dichas tareas puedan retrasarse en mayor o menor medida.

Para a utilización de esta técnica es necesario recordar que se tienen que utilizar cuatro tiempos. EST (tiempo más temprano en el que la actividad puede comenzar), EFT (Tiempo temprano de finalización) LST (Tiempo tardío de comienzo) y por último el LFT (Tiempo tardío de finalización). Así obtenemos que el proyecto tiene una duración de 470 días.

A continuación, después de los cálculos pertinentes para llevar a cabo la técnica PERT-CPM quedará la siguiente relación entre actividades indicándose las actividades críticas que tienen holgura 0 y las actividades no críticas que tendrán un determinado tiempo de holgura.

TAREA	HOLGURA	CRÍTICA/NO CRÍTICA
E1. URBANIZADO	ENTREGABLE 1	
P.1.1 Movimiento de tierras	PAQUETE DE TRABAJO	
1.1 Desbroce del terreno	0 días	CRÍTICA
1.2 Demoliciones	0 días	CRÍTICA



1.3 Excavación a cielo abierto	0 días	CRÍTICA
1.4 Escarificación y compactación	0 días	CRÍTICA
1.5 Trazado y explanación del terreno	0 días	CRÍTICA
P.1.2 Instalaciones urbanizado	PAQUETE DE TRABAJO	
1.6 Alcantarillado	3 días	NO CRÍTICA
1.7 Abastecimiento de agua	3 días	NO CRÍTICA
1.8 Red de electricidad	0 días	CRÍTICA
1.9 Red de alumbrado	0 días	CRÍTICA
P.1.3 Construcción de viales	PAQUETE DE TRABAJO	
1.10 Drenaje	0 días	CRÍTICA
1.11 Firmado del terreno	5 días	NO CRÍTICA
P.1.4 Acerado	PAQUETE DE TRABAJO	
1.12 Instalar zahorra artificial	0 días	CRÍTICA
1.13 Construir bordillos	0 días	CRÍTICA
1.14 Pavimentación del acerado	0 días	CRÍTICA
P.1.5 Jardinería y mobiliario	PAQUETE DE TRABAJO	
1.15 Realizar plantaciones y labores de jardinería	0 días	CRÍTICA
1.16 Instalar mobiliario urbano	0 días	CRÍTICA
E.2 AFIRMADO DEL TERRENO	ENTREGABLE 2	
P.2.1 Movimiento de tierras	PAQUETE DE TRABAJO	
2.17 Desbroce del terreno	0 días	CRÍTICA
2.18 Demoliciones	0 días	CRÍTICA
2.19 Excavación a cielo abierto	0 días	CRÍTICA
2.20 Escarificación y compactación	0 días	CRÍTICA
2.21 Trazado y explanación del terreno	0 días	CRÍTICA
E.3 CIMENTACIÓN Y SANEAMIENTO	ENTREGABLE 3	
P.3.1 Ejecución de la cimentación	PAQUETE DE TRABAJO	
3.22 Replanteo de la excavación	0 días	CRÍTICA
3.23 Excavación hasta la cota de cimentación a cielo abierto	0 días	CRÍTICA
3.24 Instalación de arquetas	0 días	CRÍTICA
3.25 Toma de tierra	0 días	CRÍTICA
P.3.2 Red de saneamiento	PAQUETE DE TRABAJO	
3.26 Replanteo. Situación y trazado de la red	16 días	NO CRÍTICA
3.27 Instalación de canalizaciones	16 días	NO CRÍTICA
3.28 Instalación de colectores y bajantes	16 días	NO CRÍTICA
E.4 ESTRUCTURA Y CERRAMIENTOS	ENTREGABLE 4	
P.4.1 Estructura tipo forjado reticular	PAQUETE DE TRABAJO	
4.29 Colocación losa de hormigón	0 días	CRÍTICA
4.30 Soleras de hormigón	0 días	CRÍTICA
4.31 Colocar muro de hormigón	0 días	CRÍTICA
4.32 Estructura tipo forjado reticular	0 días	CRÍTICA
4.33 Ensayo de hormigón y acero	0 días	CRÍTICA
4.34 Colocar tela asfáltica, geotextil y capa de compresión	0 días	CRÍTICA
4.35 Colocación de bolos	0 días	CRÍTICA
P.4.2 Cerramiento tipo capuchina	PAQUETE DE TRABAJO	
4.36 Perforado de 10	0 días	CRÍTICA



4.37 Embarrado mezcla	0 días	CRÍTICA
4.38 Colocar poliuretano	0 días	CRÍTICA
4.39 Colocar ladrillo de 7cm	0 días	CRÍTICA
E.5 INSTALACIONES Y ACABADOS	ENTREGABLE 5	
P.5.1 Instalación eléctrica	PAQUETE DE TRABAJO	
5.40 Instalación de líneas eléctricas	10 días	NO CRÍTICA
5.41 Instalación de cuadros	10 días	NO CRÍTICA
5.42 Instalación de luminarias	10 días	NO CRÍTICA
5.43 Instalación placas solares	10 días	NO CRÍTICA
P.5.2 Instalación ventilación	PAQUETE DE TRABAJO	
5.44 Instalar conductos y rejillas de ventilación	21 días	NO CRÍTICA
P.5.3 Instalación climatización	PAQUETE DE TRABAJO	
5.45 Instalación máquinas climatización	19 días	NO CRÍTICA
P.5.4 Instalación fontanería	PAQUETE DE TRABAJO	
5.46 Instalar grifería y otros elementos de fontanería	12 días	NO CRÍTICA
5.47 Colocación final de bajantes	12 días	NO CRÍTICA
P.5.5 Instalación sistema contra incendios	PAQUETE DE TRABAJO	
5.48 Instalación de elementos sensores y de detección del fuego	18 días	NO CRÍTICA
5.49 Instalación de puertas y persianas cortafuegos	18 días	NO CRÍTICA
P.5.6 Albañilería	PAQUETE DE TRABAJO	
5.50 Construcción de los spa	0 días	CRÍTICA
5.51 Construir tabiquería de 7cm	0 días	CRÍTICA
5.52 Colocación de pre marcos	0 días	CRÍTICA
5.53 Proyectado de yeso y colocación de pladur	0 días	CRÍTICA
5.54 Enfoscado de mono capa	0 días	CRÍTICA
5.55 Colocación de azulejos y mármol	0 días	CRÍTICA
5.56 Pulido de mármol	0 días	CRÍTICA
5.57 Revestimiento fachada	0 días	CRÍTICA
P.5.7 Carpintería aluminio y madera	PAQUETE DE TRABAJO	
5.58 Colocación elementos aluminio	0 días	NO CRÍTICA
5.59 Colocación elementos madera	5 días	CRÍTICA
P.5.8 Pintura	PAQUETE DE TRABAJO	
5.60 Pintado interior del edificio	0 días	CRÍTICA
P.5.9 Revisiones	PAQUETE DE TRABAJO	
5.61 Revisiones de todas las instalaciones	0 días	CRÍTICA
E.6 GESTIÓN DE PROYECTOS	ENTREGABLE 6	

Tabla 8. Criticidad y holgura de las tareas

Una manera alternativa de calcular la secuenciación, duración y determinación de actividades críticas o no es con el software Microsoft Project, el cual es una herramienta para desarrollar el cronograma y reflejar la salida del mismo mediante un diagrama de Gantt donde en el eje horizontal se refleja la duración de las tareas y en el eje vertical las tareas. Siguiendo la metodología PERT-CPM de nuevo se obtendrá la misma duración y las mismas tareas críticas que se han calculado anteriormente. Para cada una de las tareas se establecen las fechas de



50		4.39 Colocar ladrillo de 7cm	40 días	jue 03/11/16	mié 28/12/16	49
51		□ P.5.1 Instalación eléctrica	15 días	jue 01/06/17	mié 21/06/17	
52		5.40 Instalación de líneas eléctricas	4 días	jue 01/06/17	mar 06/06/17	71
53		5.41 Instalación de cuadros	2 días	mié 07/06/17	jue 08/06/17	52
54		5.42 Instalación de luminarias	4 días	vie 09/06/17	mié 14/06/17	53
55		5.43 Instalación placas solares	5 días	jue 15/06/17	mié 21/06/17	54
56		□ P.5.2 Instalación ventilación	4 días	jue 01/06/17	mar 06/06/17	
57		5.44 Instalar conductos y rejillas de ventilación	4 días	jue 01/06/17	mar 06/06/17	71
58		□ P.5.3 Instalación climatización	6 días	jue 01/06/17	jue 08/06/17	
59		5.45 Instalación máquinas climatización	6 días	jue 01/06/17	jue 08/06/17	71
60		□ P.5.4 Instalación fontanería	13 días	jue 01/06/17	lun 19/06/17	
61		5.46 Instalar grifería y otros elementos de fontanería	10 días	jue 01/06/17	mié 14/06/17	71
62		5.47 Colocación final de bajantes	3 días	jue 15/06/17	lun 19/06/17	61
63		□ P.5.5 Instalación sistema contra incendios	7 días	jue 01/06/17	vie 09/06/17	
64		5.48 Instalación de elementos sensores y de detección del fuego	4 días	jue 01/06/17	mar 06/06/17	71
65		5.49 Instalación de puertas y persianas cortafuegos	3 días	mié 07/06/17	vie 09/06/17	64
66		□ P.5.6 Albañilería	200 días	jue 29/12/16	mié 04/10/17	
67		5.50 Construcción de los spa	20 días	jue 29/12/16	mié 25/01/17	50
68		5.51 Construir tabiquería de 7cm	33 días	jue 26/01/17	lun 13/03/17	67
69		5.52 Colocación de premarcos	5 días	mar 14/03/17	lun 20/03/17	68
70		5.53 Proyectado de yeso y colocación de pladur	22 días	mar 21/03/17	mié 19/04/17	69
71		5.54 Enfoscado de mono capa	30 días	jue 20/04/17	mié 31/05/17	70
72		5.55 Colocación de azulejos y mármol	23 días	jue 06/07/17	lun 07/08/17	55;57;59;60
73		5.56 Pulido de mármol	8 días	mar 08/08/17	jue 17/08/17	72
74		5.57 Revestimiento fachada	34 días	vie 18/08/17	mié 04/10/17	73
75		□ P.5.7 Carpintería aluminio	25 días	jue 01/06/17	mié 05/07/17	
76		5.58 Colocación elementos aluminio	25 días	jue 01/06/17	mié 05/07/17	71
77		5.59 Colocación elementos madera	20 días	jue 01/06/17	mié 28/06/17	71
78		□ P.5.8 Pintura	30 días	jue 05/10/17	mié 15/11/17	
79		5.60 Pintado interior del edificio	30 días	jue 05/10/17	mié 15/11/17	74
80		□ P.5.9 Revisiones	2 días	jue 16/11/17	vie 17/11/17	
81		5.61 Revisiones de todas las instalaciones	2 días	jue 16/11/17	vie 17/11/17	79

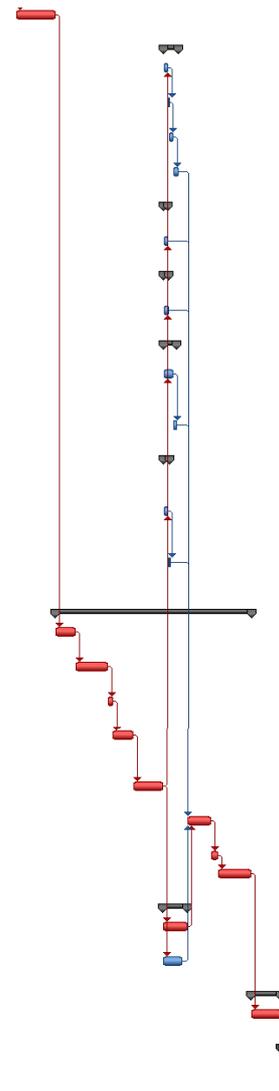


Figura 12. Cronograma programado en Microsoft Project 2010

3.6. Gestión de Costes

En este apartado se va a llevar a cabo la planificación, estimación, determinación del presupuesto del presente proyecto. Se va a llevar a cabo una estimación ascendente, es decir, se va a estimar cada componente del trabajo para posteriormente acumular el valor de estos componentes en niveles superiores que serán clave para el reporte y seguimiento. Así pues obtendremos el coste de cada paquete de trabajo y por último el presupuesto final del proyecto.



3.6.1. Estimación de Costes

A continuación se muestra la tabla 9 que representa el coste estimado para cada una de las tareas. Algunas tareas requerirán de numerosos recursos para llevarse a cabo. Para componer el presupuesto del trabajo se ha tenido en cuenta tanto el número como el coste diario de cada tipo de operario (operario constructora, fontanería, electricista, jardinero, etc...), el tipo de maquinaria con su coste diario asociado, así como el coste del material necesario para llevar a cabo las tareas. Por otro lado se reflejan las tareas que están realizadas por subcontratas cuyo coste es fijo y no dependerá si dicha tarea se realiza con adelanto o retraso.

TAREA	DESCRIPCION RECURSO	COSTE ESTIMADO
1.1 Desbroce del terreno	- Alquiler maquinaria desbrozadora (35,00 €/hora y 8 horas/día), alquiler camión de transporte (150,00 €/día) y mano de obra (2 operarios constructora, 15,00 €/hora y 8 horas/día)	4.020,00 €
1.2 Demoliciones	- Alquiler maquinaria para demoliciones (35,00 €/hora y 8 horas/día), alquiler camión de transporte (150,00 €/día) y mano de obra (2 operarios constructora, 15,00 €/hora y 8 horas/día)	2.010,00€
1.3 Excavación a cielo abierto	- Alquiler maquinaria excavadora y retroexcavadora (35,00 €/hora y 8 horas/día), camión de transporte (150,00 €/día) y mano de obra (3 operarios constructora, 15,00 €/hora y 8 horas/día)	7.490,00 €
1.4 Escarificación y compactación	- Alquiler maquinaria compactación (35,00 €/hora y 8 horas/día), alquiler camión de transporte (150,00 €/día) y mano de obra (2 operarios constructora, 15 €/hora y 8 horas/día)	2.680,00 €
1.5 Trazado y explanación del terreno	- Alquiler maquinaria explanación (35,00 €/hora y 8 horas/día), alquiler camión de transporte (150,00 €/día) y mano de obra (2 operarios constructora, 15,00 €/hora y 8 horas/día)	2.680,00 €
TOTAL P.1.1		18.880,00 €
1.6 Alcantarillado	- Equipo constructora (2 operarios, 15,00 €/hora, y 8 horas/día) - Equipo fontanería (1 operario, 13,00 €/hora y 8 horas/día) - Material fontanería	1.557,20 €
1.7 Abastecimiento de agua	- Equipo constructora (2 operarios, 15,00 €/hora, y 8 horas/día) - Equipo fontanería (1 operario, 13,00 €/hora y 8 horas/día) - Material fontanería	1.288,00 €
1.8 Red de electricidad	- Equipo constructora (2 operarios, 15,00 €/hora, y 8 horas/día) - Equipo electricistas (1 operario, 15 €/hora y 8 horas/día)	6.043,10 €



	- Material eléctrico	
	- Equipo constructora (2 operarios, 15,00 €/hora, y 8 horas/día)	
1.9 Red de alumbrado	- Equipo electricistas (1 operario, 15 €/hora y 8 horas/día)	11.880,00€
	- Material alumbrado incluido mobiliario	
TOTAL P.1.2		20.768,30 €
	- Equipo constructora (3 operarios, 15,00 €/hora, y 8 horas/día)	
1.10 Drenaje	- Material para ejecutar el drenaje	3.710,30 €
	- Equipo constructora (8 operarios, 15,00 €/hora, y 8 horas/día)	
1.11 Firmado del terreno	- Alquiler rulo para el firmado (280,00 €/día y 2 días)	6.178,30 €
	- Material para ejecutar el drenaje	
TOTAL P.1.3		9.888,60 €
	- Equipo constructora (3 operarios, 15,00 €/hora, y 8 horas/día)	
1.12 Instalar zahorra artificial	- Material para instalar zahorra (21 €/m ²)	33.921,00 €
	- Equipo constructora (4 operarios, 15,00 €/hora, y 8 horas/día)	
1.13 Construir bordillos	- Material para construcción de bordillos	2.523,00 €
	- Equipo constructora (4 operarios, 15,00 €/hora, y 8 horas/día)	
1.14 Pavimentación del acerado	- Material para pavimentación	4.690,30 €
TOTAL P.1.4		41.134,30 €
	- Equipo constructora (4 operarios, 15,00€/hora, y 8 horas/día)	
1.15 Realizar plantaciones y labores de jardinería	- Equipo jardinería (2 operarios, 20,00 €/hora y 8 horas/día)	3.770,30 €
	- Material de jardinería	
	- Equipo constructora (3 operarios, 15,00 €/hora, y 8 horas/día)	
1.16 Instalar mobiliario urbano	- Material para instalar mobiliario urbano y el propio mobiliario urbano	5.620,00 €
TOTAL P.1.5		9.390,30 €
	- Alquiler maquinaria desbrozadora (35,00 €/hora y 8 horas/día), alquiler camión de transporte (150,00 €/día) y mano de obra (3 operarios constructora, 15,00 €/hora y 8 horas/día)	
2.17 Desbroce del terreno		2.564,00 €
	- Alquiler maquinaria para demoliciones (35,00 €/hora y 8 horas/día), alquiler camión de transporte (150,00 €/día) y mano de obra (3 operarios constructora, 15,00 €/hora y 8 horas/día)	
2.18 Demoliciones		1.282,00 €
	- Alquiler maquinaria excavadora y retroexcavadora (35,00 €/hora y 8 horas/día), alquiler camión de transporte (150,00 €/día) y mano de obra (3 operarios constructora, 15,00 €/hora y 8 horas/día)	
2.19 Excavación a cielo abierto		7.368,00 €



2.20 Escarificación y compactación	- Alquiler maquinaria compactación (35,00 €/hora y 8 horas/día), alquiler camión de transporte (150,00 €/día) y mano de obra (3 operarios constructora, 15,00 €/hora y 8 horas/día)	2.564,00€
2.21 Trazado y explanación del terreno	- Alquiler maquinaria explanación (35,00 €/hora y 8 horas/día), alquiler camión de transporte (150,00 €/día) y mano de obra (3 operarios constructora, 15,00 €/hora y 8 horas/día)	1.282,00 €
TOTAL P.2.1		15.060,00 €
3.22 Replanteo de la excavación	- Equipo constructora (3 operarios, 15€/hora, y 8 horas/día) - Yeso - Estación GPS (75,00 €/día)	2.235,00 €
3.23 Excavación hasta la cota de cimentación a cielo abierto	- Alquiler maquinaria excavadora y retroexcavadora (35,00 €/hora y 8 horas/día), alquiler camión de transporte (150,00 €/día) y mano de obra (3 operarios constructora, 15,00 €/hora y 8 horas/día)	9.210,00 €
3.24 Instalación de arquetas	- Equipo constructora (4 operarios, 15€/hora, y 8 horas/día) - Alquiler excavadora (35 €/hora y 8 horas/día) - Alquiler camión con transporte a vertedero (150,00 €/día) - Arquetas prefabricadas de hormigón de distinto tamaño	11.110,00 €
3.25 Toma de tierra	- Equipo constructora (2 operarios, 15€/hora, y 8 horas/día) - Cable de cobre desnudo 35 mm ² (5.50 €/m)	1.765,35 €
TOTAL P.3.1		24.320,35 €
3.26 Replanteo. Situación y trazado de la red	- Equipo constructora (3 operarios, 15€/hora, y 8 horas/día) - Yeso - Estación GPS (75,00 €/día)	1.800,00 €
3.27 Instalación de canalizaciones	- Equipo constructora (3 operarios, 15€/hora, y 8 horas/día) - Materiales para dejar preparada la instalación de canalizaciones	2.040,00 €
3.28 Instalación de colectores y bajantes	- Equipo constructora (4 operarios, 15,00 €/hora, y 8 horas/día) - Materiales para instalar colectores y bajantes	2.940,00 €
TOTAL P.3.2		6.780,00 €
4.29 Colocación losa de hormigón	- Subcontratación empresa coloca directamente la losa con mano de obra incluida (180,00 €/m ³). 904,23 m ³ a ejecutar	162.761,40 €
4.30 Soleras de hormigón	- Subcontratación empresa coloca directamente el hormigón HA-25/P/20/Ila N/m ² y mallazo electrosoldado 150*150*10mm necesario con mano de obra incluida (12,36 €/m ³). 361,69 m ³ a ejecutar	4.470,49 €



4.31 Colocar muro de hormigón	- Subcontratación empresa coloca directamente el hormigón necesario con mano de obra incluida (50,00 €/m ³). 49,74 m ³ a ejecutar	2.487,00 €
4.32 Estructura tipo forjado reticular	- Subcontratación empresa coloca directamente el hormigón y ferralla necesario con mano de obra incluida (70,00 €/m ³). 2515,71 m ³ a ejecutar	176.099,70 €
4.33 Ensayo de hormigón y acero	- Ensayo de hormigón (60,00 € y 5 ensayos) - Ensayo de acero de distinto calibre 7 x 80 (80,00 €)	860,00 € €
4.34 Colocar tela asfáltica, geotextil y capa de compresión	- Subcontratación empresa coloca directamente la tela asfáltica, el geotextil, y la capa de compresión con mano de obra incluida (20,00 €/m ²). 256,00 m ³ a ejecutar	5.120,00 €
4.35 Colocación de bolos	- Equipo constructora (3 operarios constructora, 15,00 €/hora, y 8 horas/día) - Bolos (18,00 €/m ³)	8.712,22 €
TOTAL P.4.1		360.510,80 €
4.36 Perforado de 10	- Subcontratación empresa realiza el perforado de 10 cm con mano de obra incluida (20,00 €/m ²). 1.369,66 m ² a perforar	27.393,20 €
4.37 Embarrado mezcla	- Subcontratación empresa realiza el embarrado con mano de obra incluida (20,00 €/m ²). 1.369,66 m ² a embarrar	2.739,32 €
4.38 Colocar poliuretano	- Subcontratación empresa realiza el colocado del poliuretano con mano de obra incluida (3,00 €/m ²). 1.369,66 m ² a colocar el poliuretano	4.108,98 €
4.39 Colocar ladrillo	- Subcontratación empresa para el colocado del ladrillo para el cerramiento con mano de obra incluida (15,00 €/m ²). 1.369,66 m ² a colocar el ladrillo	20.544,90 €
TOTAL P.4.2		54.786,40 €
5.40 Instalación de líneas eléctricas	- Equipo electricistas (4 operarios, 15,00 €/hora y 8 horas/día) - Material eléctrico y cableado	32.448,30 €
5.41 Instalación de cuadros	- Equipo electricistas (2 operarios, 15,00 €/hora y 8 horas/día) - Material eléctrico y cuadros de luz	5.049,30 €
5.42 Instalación de luminarias	- Equipo electricistas (2 operarios, 15,00 €/hora y 8 horas/día) - Material eléctrico y cableado	6.135,00 €
5.43 Instalación placas solares	- Equipo electricistas (6 operarios, 15,00 €/hora y 8 horas/día) - Placas solares	103.600,00 €
TOTAL P.5.1		147.232,60 €
5.44 Instalar conductos y rejillas de ventilación	- Equipo constructora (3 operarios, 15,00 €/hora, y 8 horas/día) - Material para instalar conductos y rejillas de ventilación	3.070,50 €



TOTAL P.5.2		3.070,50 €
5.45 Instalación máquinas climatización	- Equipo constructora (4 operarios y 80 €/día) - Material climatización	74.224,00 €
TOTAL P.5.3		74.224,00 €
5.46 Instalar grifería y otros elementos de fontanería	- Equipo fontanería (4 fontaneros, 13,00 €/hora, y 8 horas/día) - Equipo constructora (4 operarios, 15,00 €/hora, y 8 horas/día) - Material fontanería (Grifería, platos ducha, váter, etc...)	59.945,44 €
5.47 Colocación final de bajantes	- Equipo fontanería (3 fontaneros, 13,00 €/hora, y 8 horas/día) - Equipo constructora (1 operarios, 15,00 €/hora, y 8 horas/día)	2.778,00 €
TOTAL P.5.4		62.723,44 €
5.48 Instalación de elementos sensores y de detección del fuego	- Equipo fontanería (1 fontanero, 13,00 €/hora, y 8 horas/día) - Equipo constructora (2 operarios, 15,00 €/hora, y 8 horas/día) - Equipo electricistas (1 operario, 15,00 €/hora y 8 horas/día) - Material detección de fuego	11.376,30 €
5.49 Instalación de puertas y persianas cortafuegos	- Equipo constructora (4 operarios y 80 €/día) - Puertas y persianas	3.314,10 €
TOTAL P.5.5		14.690,40 €
5.50 Construcción de los Spas	- Equipo fontanería (1 fontanero, 13,00 €/hora, y 8 horas/día) - Equipo constructora (3 operarios, 15,00 €/hora, y 8 horas/día) -Material necesario para construcción de Spas	24.539,25 €
5.51 Construir tabiquería de 7cm	- Subcontratación empresa para la construcción de tabiquería con ladrillo de 7cm con mano de obra incluida (20,00 €/m ²). 3.127,89 m ² a colocar el ladrillo para tabiquería interior	62.557,20 €
5.52 Colocación de pre marcos	- Equipo constructora (3 operarios, 15,00 €/hora, y 8 horas/día) -Pre marcos	2.880,00 €
5.53 Proyectoado de yeso y colocación de pladur	- Subcontratación empresa para la colocación del yeso y pladur en paredes y techos con mano de obra incluida, para el yeso 5,50 €/m ² y para el pladur 18,00 €/m ²). 3.127,89 m ² a proyectar yeso y 4514,4 m ² a colocar pladur	98.462,60 €
5.54 Enfoscado de mono capa	- Subcontratación empresa para el enfoscado con mono capa con mano de obra incluida 18,00 €/m ²). 1.369,66 m ² a enfoscar de mono capa	24.653,88€
5.55 Colocación de azulejos y mármol	- Subcontratación empresa para la colocación de azulejos en baños y cocinas y el mármol en la superficie con mano de obra incluida Azulejos 25,00 €/m ² y mármol 24,00 €/m ²). 4.514,4 m ² a poner mármol y 362,00 m ² a colocar azulejo	117.395,60 €
5.56 Pulido de mármol	- Subcontratación empresa para el pulido de mármol con mano de obra incluida 6,00 €/m ²). 4514,4 m ² a pulir mármol	27.086,40 €



5.57 Revestimiento fachada	- Subcontratación empresa para el revestimiento de la fachada con mano de obra incluida 42,00 €/m ²). 1.369,66 m ² a revestir	57.525,72 €
TOTAL P.5.6		415.100,65 €
5.57 Colocación elementos aluminio	- Equipo de Carpintería de aluminio (4 carpinteros aluminio, 16,00 €/día y 8 horas/día) - Puertas ventanas y cristalería	40.904,80 €
5.58 Colocación elementos madera	- Equipo de Carpintería de madera (4 carpinteros madera, 16,00 €/día y 8 horas/día) - Elementos de madera	29.609,30 €
TOTAL P.5.7		70.514,10 €
5.59 Pintado interior del edificio	- Equipo de pintores (6 pintores aluminio, 16,00 €/día y 8 horas/día) - Pintura variada según la zona a pintar	38.298,30 €
TOTAL P.5.8		38.298,30 €
5.60 Revisiones de todas las instalaciones	- Equipo constructora (1 operario, 15,00 €/hora, y 8 horas/día) - Equipo fontanería (1 fontanero, 13,00 €/hora, y 8 horas/día) - Equipo electricistas (1 operario, 15,00 €/hora y 8 horas/día) - Equipo de Carpintería (1 carpintero, 16,00 €/día y 8 horas/día) - Equipo jardinería (1 operario, 20,00 €/hora y 8 horas/día)	1.264,30 €
TOTAL P.5.9		1.264,30 €
Seguridad y salud en la ejecución del proyecto	- Elementos de seguridad necesarios para dotar a todos los operarios e interesados que acudan a la obra y edificación	10.856,30 €
TOTAL APARTADO DE SEGURIDAD Y SALUD		10.856,30 €
Gestión de proyectos	- Alquiler oficina de obra(1.500,00 €/mes) con un director de proyectos (3.000,00 €/mes), un arquitecto (2.500,00 €/mes), un aparejador (2.000,00 €/mes) y un informático(2.000,00 €/mes)	144.000,00 €
TOTAL GESTION DE PROYECTOS		144.000,00 €

Tabla 9. Estimación de costes

3.6.2. Presupuesto

Cuando ya se hayan identificado cada uno de los costes que tienen todas las tareas del proyecto, es hora de acumular las cantidades de dinero correspondientes a las tareas y formar el presupuesto. El presupuesto será la suma de los paquetes de trabajo y entregables.

Además de las partidas ya mencionadas, se añadirá al final de la presupuestación dos partidas que tienen un objetivo determinado y que son necesarias en todo proyecto [1]:



- Reserva de Gestión: Un monto del presupuesto del proyecto retenido para fines de control de gestión. Estos son presupuestos reservados para trabajo imprevisto que está dentro del alcance del proyecto. La reserva de gestión para el presente proyecto es del 7% del total de la estimación de tareas.
- Reserva de contingencias: Provisión de fondos en el plan para la dirección del proyecto para mitigar riesgos del cronograma y/o costes. En este caso la reserva de contingencia es el 5% del total de la estimación de tareas.

En la tabla 10 se muestra el presupuesto para el presente proyecto:

PARTIDA	COSTE
P.1.1 Movimiento de tierras	18.880,00 €
P.1.2 Instalaciones urbanizado	20.768,30 €
P.1.3 Construcción de viales	9.888,60 €
P.1.4 Acerado	41.134,30 €
P.1.5 Jardinería y mobiliario	9.390,30 €
TOTAL ENTREGABLE 1. URBANIZADO	100.061,50 €
P.2.1 Movimiento de tierras	15.060,00 €
TOTAL ENTREGABLE 2. AFIRMADO DEL TERRENO	15.060,00 €
P.3.1 Ejecución de la cimentación	24.320,35 €
P.3.2 Red de saneamiento	6.780,00 €
TOTAL ENTREGABLE 3. CIMENTACIÓN Y SANEAMIENTO	31.100,35 €
P.4.1 Estructura tipo forjado reticular	360.510,80 €
P.4.2 Cerramiento tipo capuchina	54.786,40 €
TOTAL ENTREGABLE 4. ESTRUCTURA Y CERRAMIENTOS	415.297,20 €
P.5.1 Instalación eléctrica	147.232,60 €
P.5.2 Instalación de ventilación	3.070,50 €
P.5.3 Instalación de climatización	74.723,44 €
P.5.4 Fontanería	62.723,44 €
P.5.5 Sistemas contra incendios	14.690,40 €
P.5.6 Albañilería	415.100,65 €
P.5.7 Carpintería de aluminio y madera	70.514,10 €
P.5.8 Pintura	39.562,30 €
TOTAL ENTREGABLE 5. INSTALACIONES Y ACABADOS	827.117,99 €
TOTAL APARTADO SEGURIDAD Y SALUD	10.856,30 €
TOTAL GESTIÓN DE PROYECTOS	144.000,00 €



Estimación coste proyecto	1.543.493,94 €
+ Reserva de gestión	77.174,70 €
+ Reserva de contingencias	108.044,58 €
PRESUPUESTO FINAL DEL PROYECTO	1.728.713,21 €

Tabla 10. Presupuesto del proyecto

3.6.3. Curva "S": Línea base de costes

La línea base de costes [1] es la versión aprobada del presupuesto por fases del proyecto, excluida cualquier reserva de gestión, que sólo se puede cambiar a través de procedimientos formales de control de cambios, y se utiliza como base de comparación con los resultados reales. Se desarrolla como la suma de los presupuestos aprobados para las diferentes actividades del cronograma.

Las estimaciones de los costes de las actividades, junto con cualquier reserva para contingencias para dichas actividades se agregan en los costes de sus paquetes de trabajo asociados. Las estimaciones de costes de los paquetes de trabajo, junto con cualquier reserva para contingencias de los mismos, se agregan en cuentas de control. La suma de las cuentas de control proporciona la línea base de costes. Dado que las estimaciones de costes que dan lugar a la línea base de costes están directamente ligados 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. Finalmente se suman reservas de gestión a la línea base de costes para obtener el presupuesto del proyecto.

El proyecto tiene estimada una duración de 470 días que si lo distribuimos en días laborales se extiende a lo largo de 22 meses. Esta información es posible gracias a Microsoft Project que nos proporciona qué tarea se realiza en cada mes, de tal forma que la curva S es preferible expresarla en meses para que quede más simplificada.

Las tareas incluidas en cada mes se muestran en la siguiente tabla:

Mes	Tareas implicadas
1	1.1 ,1.2 ,1.3 ,1.4, 1.5
2	1.6, 1.7, 1.8, 1.9, 1.10, 1.11, 1.12, 1.13, 1.14, 1.15
3	1.16, 2.17, 2.18, 2.19, 2.20, 2.21
4	3.22, 3.23, 3.24, 3.26, 3.27,3,28



5	3.25 , 4.29
6	4.30 4.31
7	4.32
8	4.33, 4.34
9	4.35, 4.36, 4.37, 4.38
10	4.39
11	5.50
12	5.50
13	5.51
14	5.52, 5.53
15	5.54
16	5.54
17	5.40, 5.41, 5.42, 5.43, 5.44, 5.45, 5.46, 5.47, 5.48, 5.49, 5.58, 5.59
18	5.55
19	5.56
20	5.57
21	5.60
22	5.61

Tabla 11. Tareas pertenecientes a la línea base asociadas a cada mes

Para cada mes se proporciona el acumulado de los costes incluidos los apartados de seguridad y salud, gestión de proyectos y las reservas de contingencia. La reserva de gestión se añadirá en el último paso para conformar el presupuesto.

A la misma vez se han incluido unos elementos gráficos en la curva “S” en forma de flecha que representan los hitos a los que se someterá el proyecto. El primero tendrá lugar el quinto mes de trabajo coincidiendo con la finalización de la tarea 4.29 (día 104 de trabajo) en la fecha calculada por Microsoft Project que es el jueves 23/06/16. El segundo hito tendrá lugar el duodécimo mes de trabajo (día 258 de trabajo) y tendrá lugar coincidiendo con la finalización programada de la tarea 5.50 que según la herramienta Microsoft Project tendrá lugar el día miércoles 25/01/17. El tercer hito tiene lugar en el mes decimonoveno de trabajo (día 404 de trabajo), que coincide con la finalización de la tarea 5.56 que se tiene previsto que concluya el día jueves 17/08/17. Finalmente el último punto de control evidentemente coincide con la fecha de finalización del proyecto que está estipulada para el mes 22 de trabajo (día 470 de trabajo) y cuya fecha en el calendario es del viernes 17/11/17.

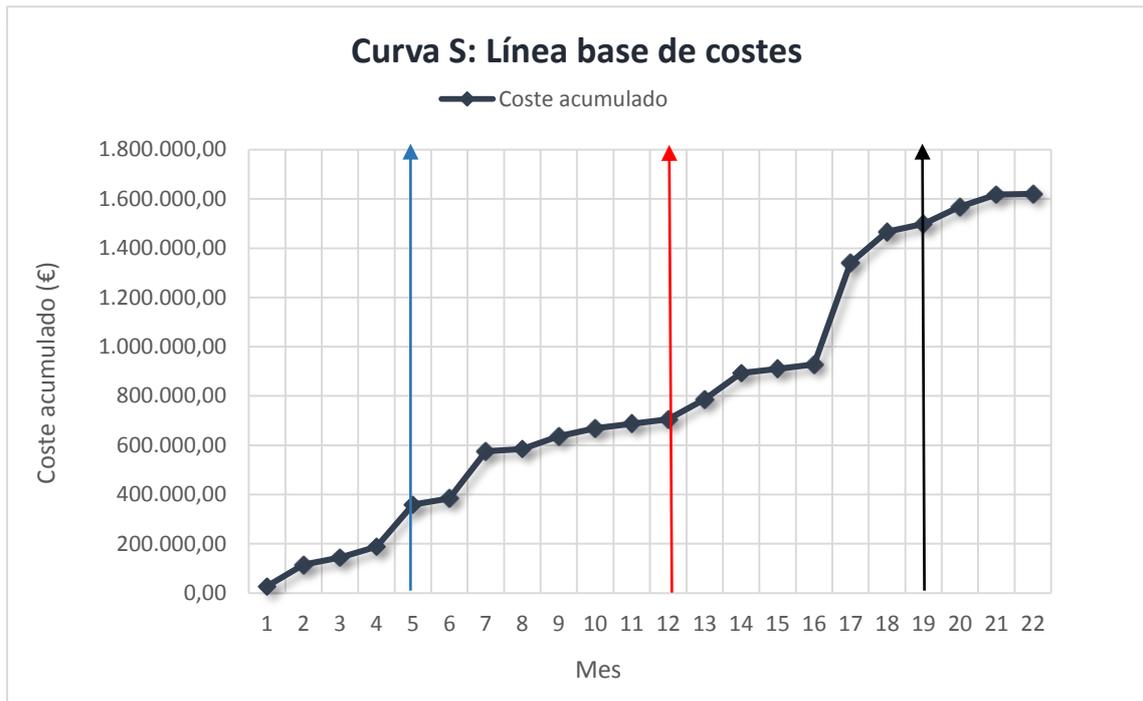


Figura 13. Curva S del proyecto

Como se aprecia en la anterior figura el coste acumulado del presente proyecto alcanza 1.620.668,64 €. Las subidas más pronunciadas se producen en los meses 5,7, y 17.

3.7. Gestión de los Riesgos del Proyecto

En este apartado se llevará a cabo la identificación y análisis de los riesgos que se puedan presentar en la construcción del hotel así como establecer una distribución denominada Beta Pert que nos permitirá realizar una proyección sobre el modelo determinista de duraciones que se ha establecido anteriormente lo que proporcionará al director de proyectos información acerca del porcentaje de probabilidad de que de proyecto se ejecute con una determinada duración y que sirva de apoyo para la toma de decisiones.

3.7.1. Identificación de Riesgos

En un primer paso, se va a llevar cabo la identificación de todos los riesgos que puedan afectar en cualquier momento a la construcción del hotel, se realiza una explicación de dicho riesgo y se establece a la categoría a la que pertenece.

La categorización de riesgos [3] por tipo establece la siguiente calificación:

- *Técnico*: Incluyen tecnología, calidad y complejidad.



- *Externo*: Incluye proveedores, mercado y clima.
- *Organización*: Incluye recursos, financieros y prioridades.
- *Dirección*: Incluye planificación, control y comunicación

La tabla 12 representa la identificación del riesgo que pueda afectar al desarrollo del producto, la explicación del mismo y su categoría:

RIESGO POTENCIAL	EXPLICACIÓN	CATEGORÍA
Restos arqueológicos	Encontrar restos arqueológicos al excavar y mover las tierras pertenecientes a las capas terrestres inferiores	Externo
Accidente laboral	Sufrir un accidente laboral de cualquier índole por parte del operario	Organización
Rotura de algún tipo de máquina	Roturas de cualquier máquina que intervenga en la ejecución de las tareas	Técnico
Incendio	Sufrir un incendio en la zona donde se está llevando a cabo el proyecto	Externo
Inundación	Inundación de la zona e instalaciones del proyecto	Externo
Retraso de los pedidos a proveedores	Las materias primas pedidas al proveedor llegan con retraso respecto a la fecha acordada	Dirección de proyectos
Retraso en la gestión de papeles	Exceso de días en cuanto a la gestión de información y papeles relacionadas con propiedades y leyes	Dirección de proyectos
Problemas con la ley vigente	Incumplimiento de la ley vigente que se está produciendo en nuestro proyecto como con el Plan General de Ordenación urbana	Externo
Robo	Robo o acciones vandálicas que dañen las instalaciones y la materia prima que haya en el interior	Externo
Tormenta	Causas naturales como una tormenta que dañe las instalaciones	Externo
Falta de coordinación del personal	Problemas con la coordinación de operarios y dirigentes del proyecto que llevará a fallos	Organización
Materias primas defectuosas	Materia prima que recibimos de los proveedores estén defectuosa y tengamos que pedir otra	Organización



Incumplimiento del presupuesto en algunas actividades	El presupuesto estimado de algunas actividades no se adecua finalmente a la estimación inicial	Dirección de proyectos
El personal enferma repentinamente	Operarios y dirigentes tienen alguna enfermedad que hace que no puedan ejercer su trabajo	Organización
Fallo en algún medio de transporte	Los medios de transporte que utilizamos para transportar personal y desechos se rompen	Técnico
No cumplimiento de requisitos expresados por el cliente	No cumplir los requisitos especificados por el cliente en las etapas iniciales	Externo
Defunción de alguno de los interesados del proyecto	Muerte de alguno de los familiares relacionados con el proyecto ya sean operarios o dirigentes del proyecto	Organización
Huelga general del país	En el país en el que se va a llevar a cabo se produce una huelga que paralice la jornada laboral, retrasando el proyecto	Externo
Corrimiento de tierras	Se produce un corrimiento del terreno a la hora de preparar el solar para ejecutar el proyecto	Externo
Que caiga un rayo	Caída de un rayo en las instalaciones que dañen dichas instalaciones o materias primas que haya en su interior	Externo
Terremoto	Terremoto en la región donde se encuentra la zona para ejecutar el proyecto	Externo
Definición incompleta de alcance	No definición incompleta de alcance que nos llevará a obtener fallos a posteriori	Dirección de proyectos
Diseño inadecuado	Diseño inadecuado de algunos aspectos del proyecto que causen desviaciones	Técnico
Suspensión de pagos del contratista	El que contrata la empresa para llevar a cabo el proyecto declara suspensión de pagos que puede paralizar dicho proyecto	Dirección de proyectos
Cambio de legislación sobre urbanismo	La legislación de urbanismo vigente en la comunidad de Madrid puede cambiar y tener que adecuar el proyecto a dichos cambios	Externo
Inflación	Inflación del precio que hará que haya cambios en el presupuesto	Externo



Cambio de precios de materias primas	La materia prima que pedimos cambia el precio e influirá en el presupuesto	Organización
Problemas con el seguro de la maquinaria contratada	Las máquinas deben tener un seguro que este en regla y si ocurre algo se encargue de cubrir daños	Técnico
Falta de definición de objetivos	La falta de definición de objetivos pueden no dejar claras las metas y que haya confusiones a la hora de avanzar en el proyecto	Técnica

Tabla 12. Identificación, explicación y categorización de riesgos

3.7.2. Análisis Cualitativo

El objetivo del Análisis Cualitativo es aumentar la probabilidad y el impacto de los eventos positivos y disminuir la probabilidad y el impacto de los eventos negativos en el proyecto.

Una vez identificados los riesgos se procederá a asignarle una probabilidad de ocurrencia y un impacto en caso de que se produjera. Con estos dos datos se podrá llevar a cabo el análisis cualitativo y priorizar los riesgos que presenten mayor amenaza para el desarrollo del proyecto. Después se realizará la multiplicación de ambos factores y se elaborará una lista con los riesgos prioritarios.

La matriz de probabilidad/impacto que determinará la puntuación total que tendrá un riesgo a la hora de priorizarlo es la que se representa en la tabla 13:

Impacto \ Probabilidad	Muy bajo 1	Bajo 2	Medio 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

Tabla 13. Matriz probabilidad/impacto



La tabla 14 muestra los riesgos con su probabilidad e impacto y el resultado de ambos factores:

RIESGO POTENCIAL	PROBABILIDAD	IMPACTO	RESULTADO CUALITATIVO
Encontrar restos arqueológicos en la excavación	Baja 2	Alto 5	10
Accidente laboral	Moderada 3	Alto 5	15
Rotura de algún tipo de máquina	Alta 4	Medio 3	12
Incendio	Baja 2	Muy alto 5	10
Inundación	Baja 2	Muy alto 5	10
Retraso de los pedidos a proveedores	Muy alta 5	Medio 3	15
Retraso en la gestión de papeles	Alta 4	Medio 3	12
Problemas con la ley vigente	Baja 2	Medio 3	6
Robo o acciones vandálicas contra las instalaciones	Moderada 3	Medio 3	9
Tormenta	Baja 2	Alto 5	10
Falta de coordinación del personal	Alta 4	Medio 3	12
Materias primas defectuosas	Alta 4	Medio 3	12
Incumplimiento del presupuesto en algunas actividades	Moderada 3	Medio 3	9
El personal enferma repentinamente	Alta 4	Medio 3	12
Fallo en algún medio de transporte	Baja 2	Alto 5	10
No cumplimiento de requisitos expresados por el cliente	Baja 2	Alto 5	10
Defunción de alguno de los interesados del proyecto	Baja 2	Alto 5	10
Huelga general del país	Baja 2	Bajo 2	4
Corrimiento de tierras	Baja 2	Alto 5	10
Que caiga un rayo	Baja 2	Alto 5	10
Terremoto	Baja 2	Muy alto 10	20
Definición incompleta de alcance	Moderada 3	Medio 3	9



Diseño inadecuado	Moderada 3	Medio 3	9
Suspensión de pagos del contratista	Baja 2	Muy alto 10	20
Cambio de legislación sobre urbanismo	Baja 2	Medio 3	6
Inflación	Baja 2	Alto 5	10
Cambio de precios de materias primas	Alta 4	Medio 3	12
Problemas con el seguro de la maquinaria contratada	Muy baja1	Alto 5	5
Falta de definición de objetivos	Baja 2	Medio 3	6

Tabla 14. Cálculo de probabilidad e impacto del riesgo potencial

Una vez que hemos obtenido la multiplicación de ambos factores procedemos a realizar una lista que la encabezan los riesgos sobre los que hay que actuar prioritariamente.

PRIORIDAD DE ACTUACIÓN	RIESGO POTENCIAL	PUNTUACIÓN
1	Suspensión de pagos del contratista	20
2	Terremoto	20
3	Retraso de los pedidos a proveedores	16
4	Accidente laboral	15
5	Cambio de precios de materias primas	12
6	El personal enferma repentinamente	12
7	Falta de coordinación del personal	12
8	Materias primas defectuosas	12
9	Retraso en la gestión de papeles	12
10	Rotura de algún tipo de máquina	12
11	Inflación	10
12	Corrimiento de tierras	10
13	Que caiga un rayo	10
14	Fallo en algún medio de transporte	10
15	No cumplimiento de requisitos expresados por el cliente	10
16	Defunción de alguno de los interesados del proyecto	10
17	Tormenta	10
18	Incendio	10
19	Encontrar restos arqueológicos en la excavación	10



20	Inundación	10
21	Definición incompleta de alcance	9
22	Diseño inadecuado	9
23	Incumplimiento del presupuesto en algunas actividades	9
24	Robo o acciones vandálicas contra las instalaciones	9
25	Falta de definición de objetivos	6
26	Cambio de legislación sobre urbanismo	6
27	Problemas con la ley vigente	6
28	Problemas con el seguro de la maquinaria contratada	5
29	Huelga general del país	4

Tabla 15. Priorización de riesgos según el factor probabilidad por impacto

Como se puede observar en la tabla 16 los riesgos sobre los que deberíamos poner mayor atención y controlarlos de manera más incisiva es la suspensión de pagos al contratista y los terremotos. Después se encuentran riesgos importantes también como el retraso de los pedidos de proveedores o que pueda ocurrir un accidente laboral. Excepto para el terremoto que es un efecto natural imprevisible, los demás riesgos si se pueden reducir en su probabilidad. Para la suspensión de pagos del contratista puede ser interesante introducir cláusulas en el contrato que tengan fuertes restricciones o una reserva de contingencia grande que permita sofocar la situación en el caso de suspensión de pagos. Para el retraso de pedidos a proveedores, las medidas a tomar pueden ser un tiempo de aprovisionamiento mayor, contratación de un transporte eficaz, etc... Para el accidente laboral evidentemente las medidas principales es tomar las medidas adecuadas en la construcción con las correspondientes medidas de protección colectivas e individuales y con la formación e información previa necesaria.

3.7.3. Gestión de la Incertidumbre

Partimos de la idea de que la exactitud de las estimaciones de la duración de una actividad por un único valor puede mejorarse si se tiene en cuenta la incertidumbre y el riesgo. La distribución Beta PERT utiliza tres estimaciones para definir un rango aproximado de duración de una actividad [3]:

- *Tiempo más probable (tM)*: Se basa en la duración de la actividad, en los recursos que probablemente 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



- *Tiempo optimista (tO)*: Estima la duración de la actividad sobre la base del análisis del mejor escenario posible para esa actividad.
- *Tiempo pesimista (tP)*: Estima la duración de la actividad sobre la base del análisis del peor escenario posible para esa actividad.

Las duraciones estimadas por tres valores con una distribución determinada proporcionan una duración esperada y despejan el grado de incertidumbre sobre la duración esperada. El tiempo estimado de cada tarea vendrá determinado por la siguiente expresión [3]:

$$tE = \frac{(tO + 4 \cdot tM + tP)}{6}; (7)$$

Cada tarea llevará consigo una variabilidad según la distribución que se está utilizando. Esta variabilidad viene determinada por la siguiente expresión [3]:

$$Desviación\ típica = \frac{(tP - tO)}{6}; (8)$$

Una vez obtenidas las desviaciones de cada una de las tareas podemos establecer la desviación típica que tendrá el proyecto. La expresión que determina esta desviación típica se muestra en la ecuación 9:

$$DT_{proyecto} = Desviación\ típica(proyecto) = \sqrt{\sum_{camino\ crítico} (DT^2 actividad)}; (9)$$

$$Duración\ media\ proyecto = \sum Duración\ tareas\ críticas; (10)$$

Con los datos que tenemos de cada una de las tareas establecemos para cada una de ellas un tiempo optimista y uno pesimista ya que el más probable disponemos de él y fue con el que se conformó el cronograma inicial.

Una vez que se obtienen duraciones medias y desviaciones se puede establecer la siguiente información:

- La probabilidad será del 67 % cuando el proyecto dure entre:

$$Duración\ media\ proyecto - DT_{proyecto} \text{ y } Duración\ media\ proyecto + DT_{proyecto}; (11)$$

- La probabilidad será del 97 % cuando el proyecto dure entre:



$$Duración\ media_{proyecto} - 2 \times DT_{proyecto} \text{ y } Duración\ media_{proyecto} + 2 \times DT_{proyecto}; (12)$$

Así pues se va a establecer una primera hipótesis para la que utilizaremos la distribución Beta PERT que nos permitirá saber una probabilidad determinada de que el proyecto acabe entre una fecha y otra. Posteriormente en el presente proyecto se realizará la comprobación de esta hipótesis mediante el software de simulación Crystal Ball.

En la tabla 16 se puede visualizar toda la información relacionada con la distribución aplicada:

Actividad	Tiempo más probable (días)	Tiempo optimista (días)	Tiempo pesimista (días)	Duración media (días)	Desviación típica (días)
1.1 Desbroce del terreno	6,00	5,00	9,00	6,33	0,67
1.2 Demoliciones	3,00	3,00	5,00	3,33	0,33
1.3 Excavación a cielo abierto	7,00	6,00	10,00	7,33	0,67
1.4 Escarificación y compactación	4,00	3,00	6,00	4,17	0,50
1.5 Trazado y explanación del terreno	4,00	3,00	7,00	4,33	0,67
1.6 Alcantarillado	3,00	2,00	7,00	3,50	0,83
1.7 Abastecimiento de agua	2,00	2,00	4,00	2,33	0,33
1.8 Red de electricidad	5,00	4,00	8,00	5,33	0,67
1.9 Red de alumbrado	3,00	2,00	5,00	3,17	0,50
1.10 Drenaje	3,00	2,00	3,00	2,83	0,17
1.12 Instalar zahorra artificial	2,00	1,00	5,00	2,33	0,67
1.13 Construir bordillos	2,00	1,00	3,00	2,00	0,33
1.14 Pavimentación del acerado	2,00	2,00	3,00	2,17	0,17
1.15 Realizar plantaciones y labores de jardinería	3,00	2,00	4,00	3,00	0,33
1.16 Instalar mobiliario urbano	2,00	1,00	3,00	2,00	0,33
2.17 Desbroce del terreno	2,00	1,00	3,00	2,00	0,33
2.18 Demoliciones	4,00	3,00	8,00	4,50	0,83
2.19 Excavación a cielo abierto	2,00	1,00	3,00	2,00	0,33
2.20 Escarificación y compactación	8,00	5,00	9,00	7,67	0,67



2.21 Trazado y explanación del terreno	4,00	3,00	6,00	4,17	0,50
3.22 Replanteo de la excavación	2,00	1,00	3,00	2,00	0,33
3.23 Excavación hasta la cota de cimentación a cielo abierto	5,00	2,00	6,00	4,67	0,67
3.24 Instalación de arquetas	10,00	8,00	12,00	10,00	0,67
3.25 Toma de tierra	10,00	8,00	12,00	10,00	0,67
3.26 Replanteo. Situación y trazado de la red	2,00	1,00	3,00	2,00	0,33
3.27 Instalación de canalizaciones	4,00	3,00	7,00	4,33	0,67
3.28 Instalación de colectores y bajantes	4,00	3,00	9,00	4,67	1,00
4.29 Colocación losa de hormigón	3,00	1,00	7,00	3,33	1,00
4.30 Soleras de hormigón	11,00	10,00	13,00	11,17	0,50
4.31 Colocar muro de hormigón	10,00	8,00	12,00	10,00	0,67
4.32 Estructura tipo forjado reticular	25,00	15,00	27,00	23,67	2,00
4.33 Ensayo de hormigón y acero	25,00	23,00	28,00	25,17	0,83
4.34 Colocar tela asfáltica, geotextil y capa de compresión	3,00	2,00	4,00	3,00	0,33
4.35 Colocación de bolos	8,00	7,00	12,00	8,50	0,83
4.36 Perforado de 10	5,00	4,00	7,00	5,17	0,50
4.37 Embarrado mezcla	10,00	9,00	12,00	10,17	0,50
4.38 Colocar poliuretano	3,00	2,00	4,00	3,00	0,33
4.39 Colocar ladrillo de 7cm	5,00	4,00	8,00	5,33	0,67
5.40 Instalación de líneas eléctricas	40,00	37,00	44,00	40,17	1,17
5.41 Instalación de cuadros	4,00	2,00	6,00	4,00	0,67
5.42 Instalación de luminarias	2,00	1,00	4,00	2,17	0,50
5.43 Instalación placas solares	4,00	3,00	6,00	4,17	0,50
5.44 Instalar conductos y rejillas de ventilación	5,00	4,00	8,00	5,33	0,67
5.45 Instalación máquinas climatización	4,00	2,00	7,00	4,17	0,83
5.46 Instalar grifería y otros elementos de fontanería	6,00	3,00	9,00	6,00	1,00



5.47 Colocación final de bajantes	10,00	9,00	13,00	10,33	0,67
5.48 Instalación de elementos sensores y de detección del fuego	3,00	2,00	6,00	3,33	0,67
5.49 Instalación de puertas y persianas cortafuegos	4,00	3,00	6,00	4,17	0,50
5.50 Construcción de los spa	3,00	2,00	6,00	3,33	0,67
5.51 Construir tabiquería de 7cm	20,00	18,00	24,00	20,33	1,00
5.52 Colocación de pre marcos	33,00	31,00	39,00	33,67	1,33
5.53 Proyectado de yeso y colocación de pladur	5,00	4,00	7,00	5,17	0,50
5.54 Enfoscado de mono capa	22,00	21,00	25,00	22,33	0,67
5.55 Colocación de azulejos y mármol	30,00	28,00	34,00	30,33	1,00
5.56 Pulido de mármol	23,00	21,00	27,00	23,33	1,00
5.57 Revestimiento fachada	8,00	7,00	13,00	8,67	1,00
5.58 Colocación elementos aluminio	34,00	32,00	37,00	34,17	0,83
5.59 Colocación elementos madera	25,00	20,00	26,00	24,33	1,00
5.60 Pintado interior del edificio	20,00	15,00	26,00	20,17	1,83
5.61 Revisiones de todas las instalaciones	30,00	28,00	34,00	30,33	1,00

Tabla 16. Aplicación de la distribución Beta PERT

Así pues para este caso, la duración media del proyecto aplicando esta distribución es de 475,33 días, es decir, 476 días. La desviación típica del proyecto que hemos obtenido es: 4,88, es decir, 5 días.

Siguiendo con esta misma distribución se puede verificar una serie de situaciones que nos resultará de importante información para tomar posibles futuras decisiones. Como se ha explicado anteriormente se establecerán unos intervalos respecto a duración del proyecto que irán ligados a un porcentaje de que se cumpla este intervalo para la duración del proyecto.

- La probabilidad de que el proyecto dure entre 471 días y 481 días es del 67%.
- La probabilidad de que el proyecto dure entre 466 días y 486 días es del 97%.



4. Simulación con Crystal Ball

En el cuarto capítulo del presente proyecto se va a utilizar la técnica de simulación Crystal Ball perteneciente a Oracle y basada en la simulación Monte Carlo. Hasta ahora se ha utilizado un modelo determinista para establecer los tiempos de cada tarea y un presupuesto y costes iniciales, sin embargo, como es sabido, los modelos deterministas no reflejan todo el abanico de la realidad posible, es decir no se consideran variaciones que puedan incidir tanto en las duraciones de las tareas como en los costes de dichas tareas.

Así pues con Crystal Ball y mediante la simulación Montecarlo conseguiremos establecer un modelo estocástico con multitud de distribuciones posibles a utilizar y posteriormente llevar a cabo simulaciones que nos haga ver todas las posibles variaciones que pueda a llegar a tener tanto las tareas como los costes de dichas tareas.

Una de las tareas más complicadas a la hora de realizar el modelo y establecer una distribución es elegir la correcta distribución para cada tarea y sus correspondientes parámetros. Así pues en primer lugar se llevara a cabo una simulación con la distribución Beta PERT para la cual se han establecido diferentes tiempos para las distintas tareas sin establecer un patrón estándar. En el segundo escenario de simulación se va a asignar a cada tarea una distribución dependiendo del tipo de tarea que sea con lo que se intenta ajustar el modelo aún más a la realidad.

Para cada escenario se llevará a cabo un análisis de la duración y de los costes mostrando la versatilidad mediante gráficos y datos que tiene la herramienta Crystal Ball.

4.1. Simulación Montecarlo

4.1.1. Breve reseña histórica

El método Montecarlo [8] recibió el nombre por parte del Principado de Mónaco, capital del juego de azar, tomando una ruleta como generador simple de números aleatorios. El nacimiento de este método data del 1944 paralelamente al desarrollo de la computadora. Principalmente la aplicación de este método fue sobre el trabajo de la bomba atómica en la Segunda Guerra Mundial. John von Neumann y Stanislaw Ulam consiguieron refinar la ruleta mencionada anteriormente y los métodos de división. Serían Harris y Herman Kahn en 1948 quien desarrollara sistemáticamente estas ideas.



Aproximadamente en el mismo año, Fermi, Metropoulos y Ulam obtuvieron estimadores para los valores característicos de la ecuación de Schrödinger para la captura de neutrones a nivel nuclear. Alrededor de 1970, los desarrollos teóricos en complejidad computacional comienzan a proveer mayor precisión y relación para el empleo del método Monte Carlo.

4.1.2. Definiciones

A continuación se expresan una serie de definiciones previas necesarias para llevar a cabo la simulación:

- *Simulación*: Es el procedimiento de diseñar y desarrollar un modelo computarizado de un proceso para dirigir experimentos con este modelo, con el objetivo de entender el comportamiento del proceso y evaluar varias de las estrategias con las que se podrían acometer la ejecución de este proceso.
- *Modelo de simulación*: Es el conjunto de hipótesis del modo de funcionamiento del proceso, expresadas como relaciones matemáticas y/o lógicas entre las fases componentes del proceso.
- *Proceso de simulación*: Consiste en la ejecución del modelo a través del tiempo en un ordenador para generar muestras representativas del comportamiento del proceso.
- *Simulación estadística o Monte Carlo*: Está basada en el muestreo sistemático de variables aleatorias. Los métodos de Monte Carlo abarcan una colección de técnicas que permiten obtener soluciones de problemas matemáticos, físicos y/o de cualquier tipo, por medio de pruebas aleatorias repetidas. En la práctica, las pruebas aleatorias se sustituyen por resultados de ciertos cálculos realizados con números aleatorios.

El Método Monte Carlo realiza muestreos estadísticos en una computadora resolviendo así gran cantidad de problemas. Destacar que este método es aplicable tanto a problemas deterministas o estocásticos.

4.1.3. Distribuciones estadísticas en Crystall Ball

Una de las decisiones más importantes a la hora de hacer el análisis de riesgos mediante Crystall Ball o cualquier herramienta de simulación es escoger la distribución adecuada teniendo en cuenta multitud de parámetros que pueden llegar a afectar al proyecto. En algunos casos las distribuciones serán continuas como para expresar el coste del proyecto o el coste del mismo, mientras que también se podría utilizar distribuciones discretas para ver si una actividad es crítica o no.

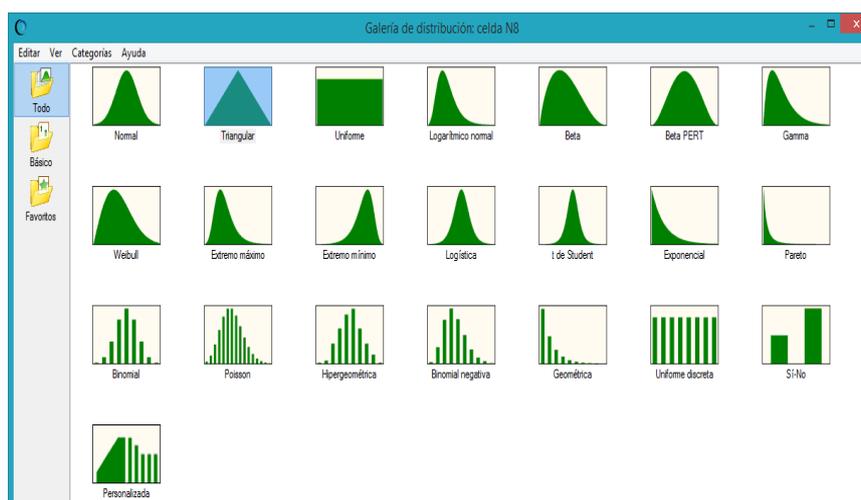


Figura 14. Muestrario de distribuciones de probabilidad posibles en Crystal Ball

A continuación se explican algunas de las distribuciones de probabilidad más utilizadas en Crystal Ball [8]:

- *Duración uniforme*: Es la distribución de probabilidad más simple y debido a su forma se puede llamar también rectangular. Si es conocido el límite superior y el límite inferior de los valores que puede tomar una variable, este es el tipo de distribución adecuado para representar a una variable de este tipo.
- *Distribución triangular*: Es un tipo de distribución muy común, debido a su simplicidad. Para describir una distribución triangular necesitamos de tres valores: el mínimo, el más probable y el máximo. Para utilizar este tipo de distribución hay que tener en cuenta estos dos aspectos: o El “*lower bound*” y el “*upper bound*” son los extremos y no solo una valoración optimista o pesimista. o No hay que confundir la moda con la media de la distribución ($Media = (L+M+H)/3$).
- *Distribución Normal*: Es la distribución que se puede encontrar en la naturaleza con más frecuencia. Generalmente cuando se suman muchas variables independientes continuas, la distribución total se puede aproximar con una normal. En muchos proyectos simples en que las variables son independientes, se puede estimar que la duración de las actividades se ajusta aproximadamente a una distribución normal.
- *Distribución Lognormal*: Muchas veces se observan datos con una distribución de frecuencia. Cuando se multiplican dos o más distribuciones (por ejemplo tiempo*coste horario) el resultado tiene generalmente una tendencia positiva, así que la forma de la representación, será de tipo Lognormal.



- *Distribución Exponencial*: Este tipo de distribución es la más utilizada para representar el tiempo entre la llegada de eventos casuales. Por ejemplo, se puede usar para describir el tiempo que transcurre hasta la llegada de un servicio requerido.
- *Distribución Beta*: La distribución Beta puede asumir muchos perfiles dependiendo de dos parámetros. La distribución base es ponderada entre 0 y 1 y con el parámetro de configuración es posible generar muchas formas diferentes simétricas o asimétricas. Es la distribución más utilizada en la representación de la duración de las actividades de los modelos CPM-Pert.
- *Distribución Beta PERT*: La distribución beta PERT se deriva de la distribución beta y se suele utilizar en el análisis de riesgo de proyectos para la asignación de probabilidades a duraciones o costes de las tareas. En ocasiones, se utiliza también como alternativa "más suave" a la distribución triangular. Se trata de una distribución de probabilidad continua. Los parámetros para la distribución beta PERT son el mínimo, el más probable y el máximo.

4.1.4. Primera Simulación: Distribución Beta Pert

La primera simulación que se va a llevar a cabo será mediante la distribución Beta PERT para la cual necesitaremos establecer tres valores: tiempo optimista, tiempo pesimista y tiempo más probable. Así de esta forma establecemos una hipótesis 2 que será contrastada con la hipótesis 1 realizada en el apartado 3.7.3. Según la tarea, se han establecido unos valores optimistas o pesimistas, es decir, según la tarea se ha decidido establecer diferentes desviaciones respecto al valor más probable.

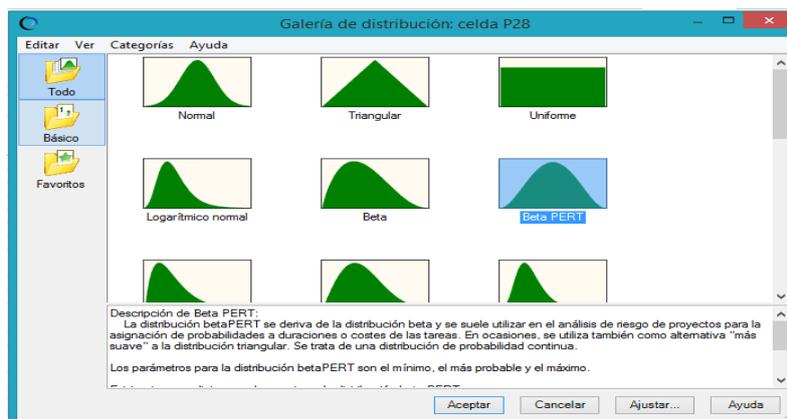


Figura 15. Elección de la distribución Beta PERT en Crystal Ball

Así pues, introducimos los valores más probables los valores optimistas y pesimistas para cada tarea y preparamos la simulación. La simulación se va a llevar a cabo con un total de 5.000

pruebas (trials) que simularán perfectamente los posibles comportamientos de las duraciones y costes del proyecto. Estos valores son los mismos que los establecidos en la hipótesis 1 (tabla 16).

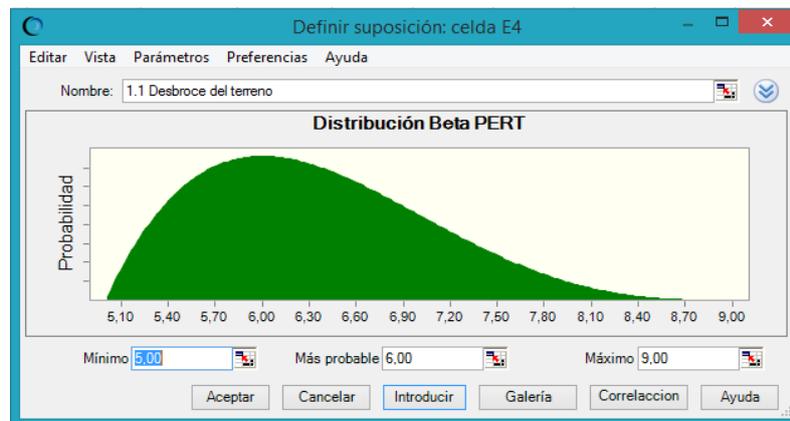


Figura 16. Establecimiento de valores para Beta PERT

4.1.4.1 Análisis de la duración del proyecto para la simulación 1

Analicemos en primer lugar la simulación realizada para la duración total del proyecto. La zona sombreada azul indica el porcentaje de certeza de que el proyecto se realice en el intervalo indicado, pudiendo variar dicho intervalo según nuestros intereses. Primero se establecerá la certeza de que el proyecto se lleve a cabo antes del día estimado inicialmente y después se realizará la mediana que es cuando la certeza se encuentra al 50%.

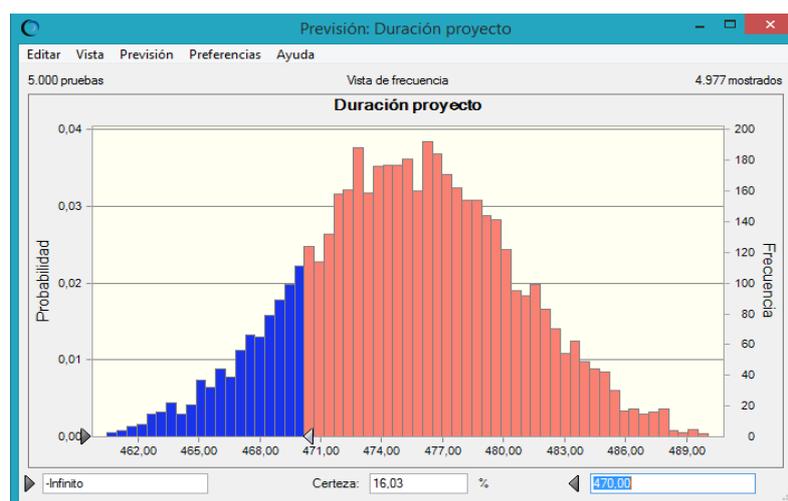


Figura 17. Simulación de la duración del proyecto con Beta PERT

Analizando la figura 17 se observa que la probabilidad de que el proyecto se lleve a cabo en el tiempo estipulado inicialmente es del 16.03%. Según la metodología PERT y con los tiempos más



probables, la duración del proyecto se estimaba en 470 días. Por lo tanto observamos que el porcentaje de que el proyecto se ejecute en el tiempo estipulado es muy baja. La solución a esto es actuar sobre las actividades críticas que son las que están retrasando la duración total y para ello habrá que proponer una planificación del tiempo de comienzo de ciertas tareas críticas o el aumento de recursos para que estas actividades críticas se ejecuten de manera más rápida y en el tiempo estimado. Por otro lado podemos observar que la mediana del proyecto para esta distribución es de 475.30 días como se puede apreciar en la siguiente figura:

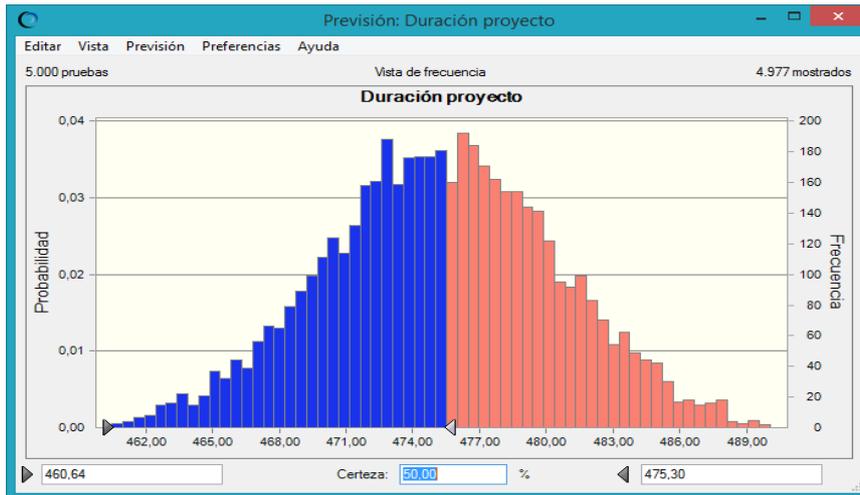


Figura 18. Mediana del proyecto con la distribución Beta PERT

También podemos analizar la criticidad de las tareas que intervienen en el proyecto. Cabe destacar que al tratarse de un proyecto de urbanizado y construcción de un edificio la mayoría de las tareas van a ser críticas ya que sin la tarea predecesora no se podrá realizar la sucesora.

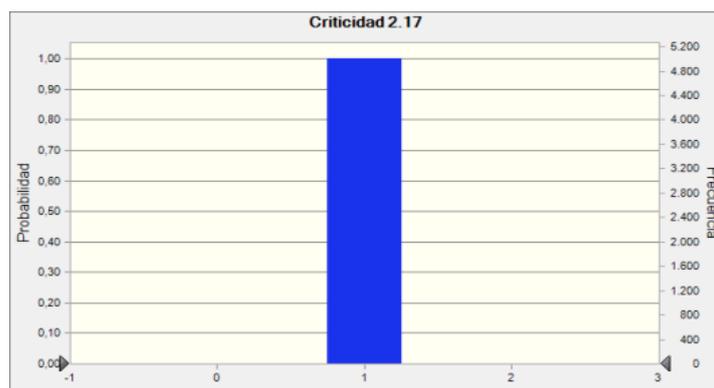


Figura 19. Índice de criticidad para la tarea 2.17

Tenemos que para la tarea 2.17 (Desbroce del terreno) el índice de criticidad es del 100% como ya se ha comentado anteriormente, sin esta tarea no se podrá hacer su sucesora por lo tanto el



índice en todos los escenarios de simulación será del 100%, aspecto que se repetirá para muchas de las tareas.

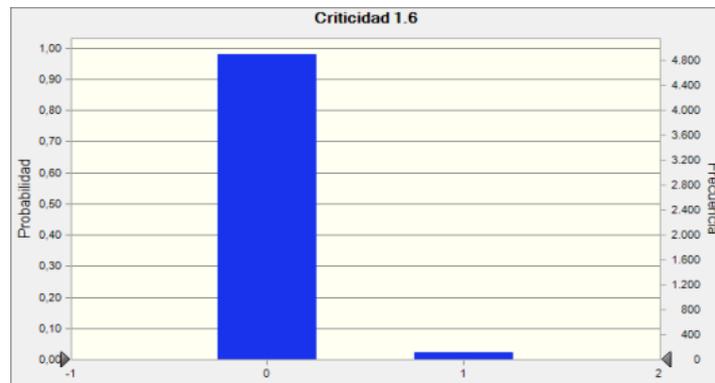


Figura 20. Índice de criticidad para la tarea 1.6

Para la tarea 1.6 (Alcantarillado) tenemos que el índice de criticidad es del 2% al igual que la tarea 1.7 (Abastecimiento de agua). Estas dos tareas se hacen paralelamente a las tareas 1.8 y 1.9 (Red de electricidad y Red de alumbrado respectivamente) las cuales son las críticas a priori en el primer planteamiento que se hizo con el método PERT. Así pues, las tareas 1.8 y 1.9 tienen un índice de criticidad del 98%.

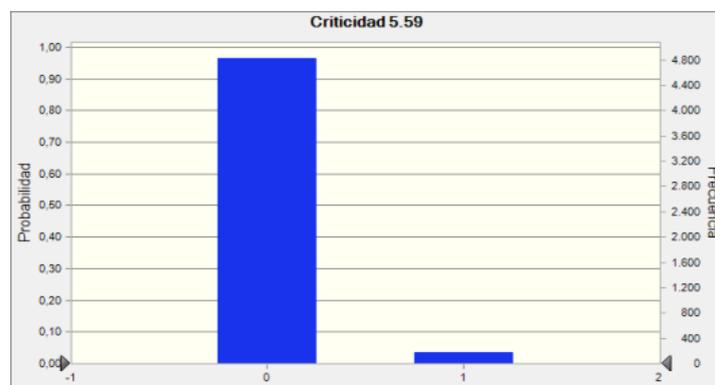


Figura 21. Índice de criticidad para la tarea 5.59

La tarea 5.59 (colocación de elementos de madera) se está haciendo en paralelo de otra tarea que es la crítica en su mayoría de probabilidad (tarea 5.58). En este caso el índice de criticidad para la tarea 5.59 es del 4%, porcentaje de criticidad que apenas inquieta a la tarea 5.58 que es la que marca el camino crítico.

En la tabla 17 se resumen todos los índices de criticidad para todas las tareas que intervienen en el proyecto:



TAREA	ÍNDICE DE CRITICIDAD
E1. URBANIZADO	ENTREGABLE 1
P.1.1 Movimiento de tierras	PAQUETE DE TRABAJO
1.1 Desbroce del terreno	100%
1.2 Demoliciones	100%
1.3 Excavación a cielo abierto	100%
1.4 Escarificación y compactación	100%
1.5 Trazado y explanación del terreno	100%
P.1.2 Instalaciones urbanizado	PAQUETE DE TRABAJO
1.6 Alcantarillado	2%
1.7 Abastecimiento de agua	2%
1.8 Red de electricidad	98%
1.9 Red de alumbrado	98%
P.1.3 Construcción de viales	PAQUETE DE TRABAJO
1.10 Drenaje	100%
1.11 Firmado del terreno	100%
P.1.4 Acerado	PAQUETE DE TRABAJO
1.12 Instalar zahorra artificial	100%
1.13 Construir bordillos	100%
1.14 Pavimentación del acerado	100%
P.1.5 Jardinería y mobiliario	PAQUETE DE TRABAJO
1.15 Realizar plantaciones y labores de jardinería	100%
1.16 Instalar mobiliario urbano	100%
E.2 AFIRMADO DEL TERRENO	ENTREGABLE 2
P.2.1 Movimiento de tierras	PAQUETE DE TRABAJO
2.17 Desbroce del terreno	100%
2.18 Demoliciones	100%
2.19 Excavación a cielo abierto	100%
2.20 Escarificación y compactación	100%
2.21 Trazado y explanación del terreno	100%
E.3 CIMENTACIÓN Y SANEAMIENTO	ENTREGABLE 3
P.3.1 Ejecución de la cimentación	PAQUETE DE TRABAJO
3.22 Replanteo de la excavación	100%
3.23 Excavación hasta la cota de cimentación a cielo abierto	100%
3.24 Instalación de arquetas	100%
3.25 Toma de tierra	100%
P.3.2 Red de saneamiento	PAQUETE DE TRABAJO
3.26 Replanteo. Situación y trazado de la red	0%
3.27 Instalación de canalizaciones	0%
3.28 Instalación de colectores y bajantes	0%
E.4 ESTRUCTURA Y CERRAMIENTOS	ENTREGABLE 4
P.4.1 Estructura tipo forjado reticular	PAQUETE DE TRABAJO
4.29 Colocación losa de hormigón	100%
4.30 Soleras de hormigón	100%
4.31 Colocar muro de hormigón	100%
4.32 Estructura tipo forjado reticular	100%
4.33 Ensayo de hormigón y acero	100%
4.34 Colocar tela asfáltica, geotextil y capa de compresión	100%
4.35 Colocación de bolos	100%



P.4.2 Cerramiento tipo capuchina	PAQUETE DE TRABAJO
4.36 Perforado de 10	100%
4.37 Embarrado mezcla	100%
4.38 Colocar poliuretano	100%
4.39 Colocar ladrillo de 7cm	100%
E.5 INSTALACIONES Y ACABADOS	ENTREGABLE 5
P.5.1 Instalación eléctrica	PAQUETE DE TRABAJO
5.40 Instalación de líneas eléctricas	0%
5.41 Instalación de cuadros	0%
5.42 Instalación de luminarias	0%
5.43 Instalación placas solares	0%
P.5.2 Instalación ventilación	PAQUETE DE TRABAJO
5.44 Instalar conductos y rejillas de ventilación	0%
P.5.3 Instalación climatización	PAQUETE DE TRABAJO
5.45 Instalación máquinas climatización	0%
P.5.4 Instalación fontanería	PAQUETE DE TRABAJO
5.46 Instalar grifería y otros elementos de fontanería	0%
5.47 Colocación final de bajantes	0%
P.5.5 Instalación sistema contra incendios	PAQUETE DE TRABAJO
5.48 Instalación de elementos sensores y de detección del fuego	0%
5.49 Instalación de puertas y persianas cortafuegos	0%
P.5.6 Albañilería	PAQUETE DE TRABAJO
5.50 Construcción de los spa	100%
5.51 Construir tabiquería de 7cm	100%
5.52 Colocación de pre marcos	100%
5.53 Proyectado de yeso y colocación de pladur	100%
5.54 Enfoscado de mono capa	100%
5.55 Colocación de azulejos y mármol	100%
5.56 Pulido de mármol	100%
5.57 Revestimiento fachada	100%
P.5.7 Carpintería aluminio y madera	PAQUETE DE TRABAJO
5.58 Colocación elementos aluminio	96%
5.59 Colocación elementos madera	4%
P.5.8 Pintura	PAQUETE DE TRABAJO
5.60 Pintado interior del edificio	100%
P.5.9 Revisiones	PAQUETE DE TRABAJO
5.61 Revisiones de todas las instalaciones	100%
E.6 GESTIÓN DE PROYECTOS	ENTREGABLE 6

Tabla 17. Resumen índice de criticidad mediante la distribución Beta PERT

Siguiendo con los análisis que permite realizar la simulación Monte Carlo, otro de los aspectos importantes a ver es el análisis de sensibilidad de las tareas. El análisis de sensibilidad ayuda a determinar qué riesgos tienen el mayor impacto potencial en el proyecto. Ayuda a comprender la correlación que existe entre las variaciones en los objetivos del proyecto y las variaciones en las diferentes incertidumbres. Por otra parte, 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.



Cabe destacar que esta sensibilidad sería diferente si para cada tarea hubiéramos establecido el mismo porcentaje de variación respecto (por ejemplo $\pm 30\%$) al tiempo más probable. Este no es el caso ya que cada tarea tiene un tiempo pesimista y optimista que no sigue ningún patrón.

A continuación se refleja el análisis de sensibilidad obtenido para la simulación 1:

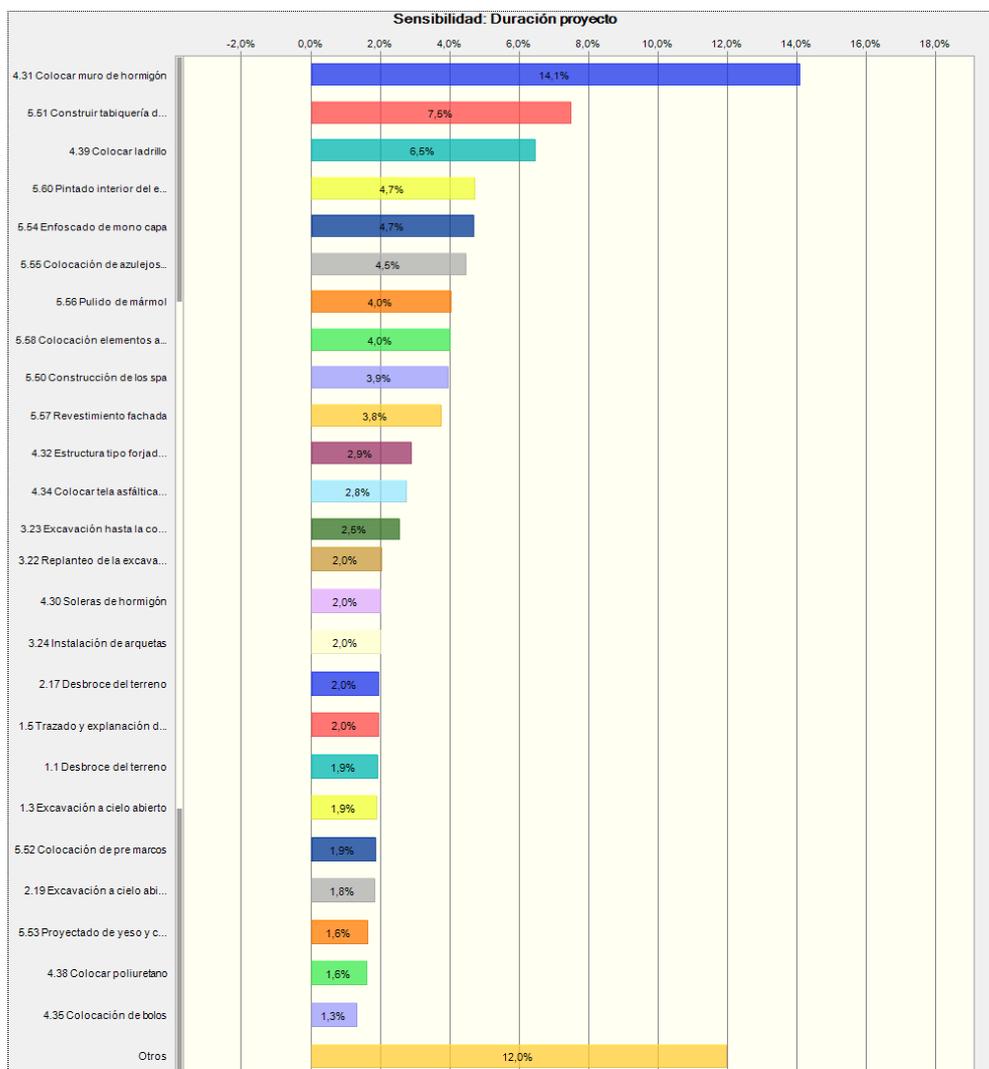


Figura 22. Análisis de sensibilidad para la duración del proyecto con distribución Beta PERT

Como se puede apreciar en el análisis de sensibilidad intervienen con un porcentaje reseñable 25 de las 61 tareas de las que se compone el proyecto conformando así el 88.8% de influencia. EL 12.2% restante pertenece a otras tareas que tienen una influencia menor Las tareas que más influyen son la Colocación del muro de hormigón (14.1%), Construcción de tabiquería de 7 cm (7.5%) y Colocar ladrillo (6.5%).

4.1.4.2 Análisis de los costes del proyecto para la simulación 1

A continuación se realizará una simulación del coste del proyecto con 5000 pruebas. Será interesante realizar estos análisis ya que habrá tareas que no varían mucho su coste debido a que la mayoría, o incluso toda su partida, es fija (un ejemplo es la subcontratación). Sin embargo habrá otras actividades que su variación si será muy grande debido a que tienen gran dependencia de la duración como aquellas que tienen asociadas mano de obra o maquinaria cuyo gasto va asociado a cada día que se contrate.

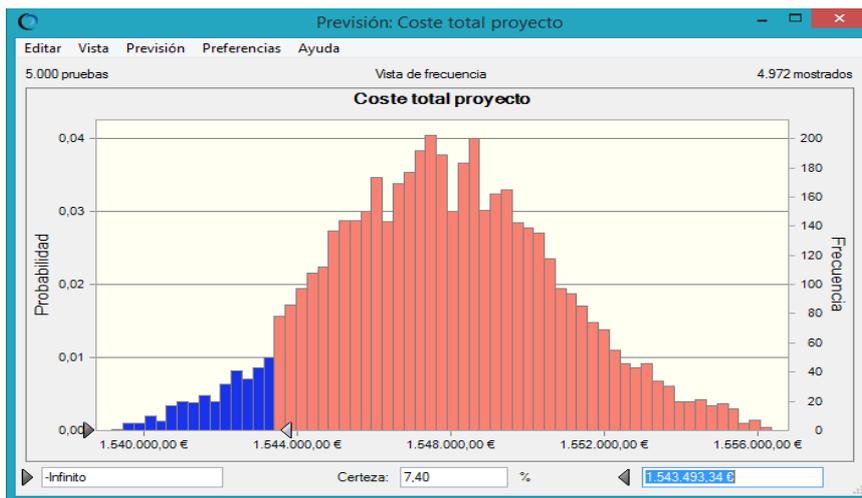


Figura 23. Simulación del coste del proyecto mediante Beta PERT

Como se puede observar la probabilidad de que el proyecto cueste menos de lo que se planificó inicialmente es del 7.40%.

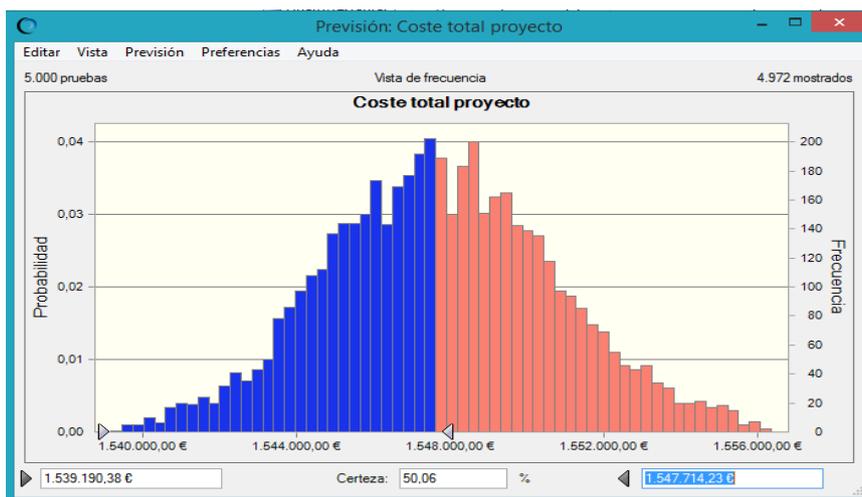


Figura 24. Mediana correspondiente al coste del proyecto con Beta PERT

La mediana del coste en este caso es de 1.547.714,23 € mientras que lo previsto inicialmente era 1.543.493,94 €. Será necesario tomar decisiones respecto a los datos que obtenemos de



duraciones como las tareas críticas que eviten los sobrecostes que se están observando que se producen con gran probabilidad. Así pues habrá que revisar los índices de criticidad y los análisis de sensibilidad que nos indiquen los puntos débiles y podamos tomar medidas como replanificar ciertas actividades o aumentar recursos en tareas que originen retraso y sobrecostes.

Por lo tanto ahora se analiza el análisis de sensibilidad que desprende la simulación de Crystal Ball que nos indicará que tareas están influyendo en mayor medida en los sobrecostes del proyecto.

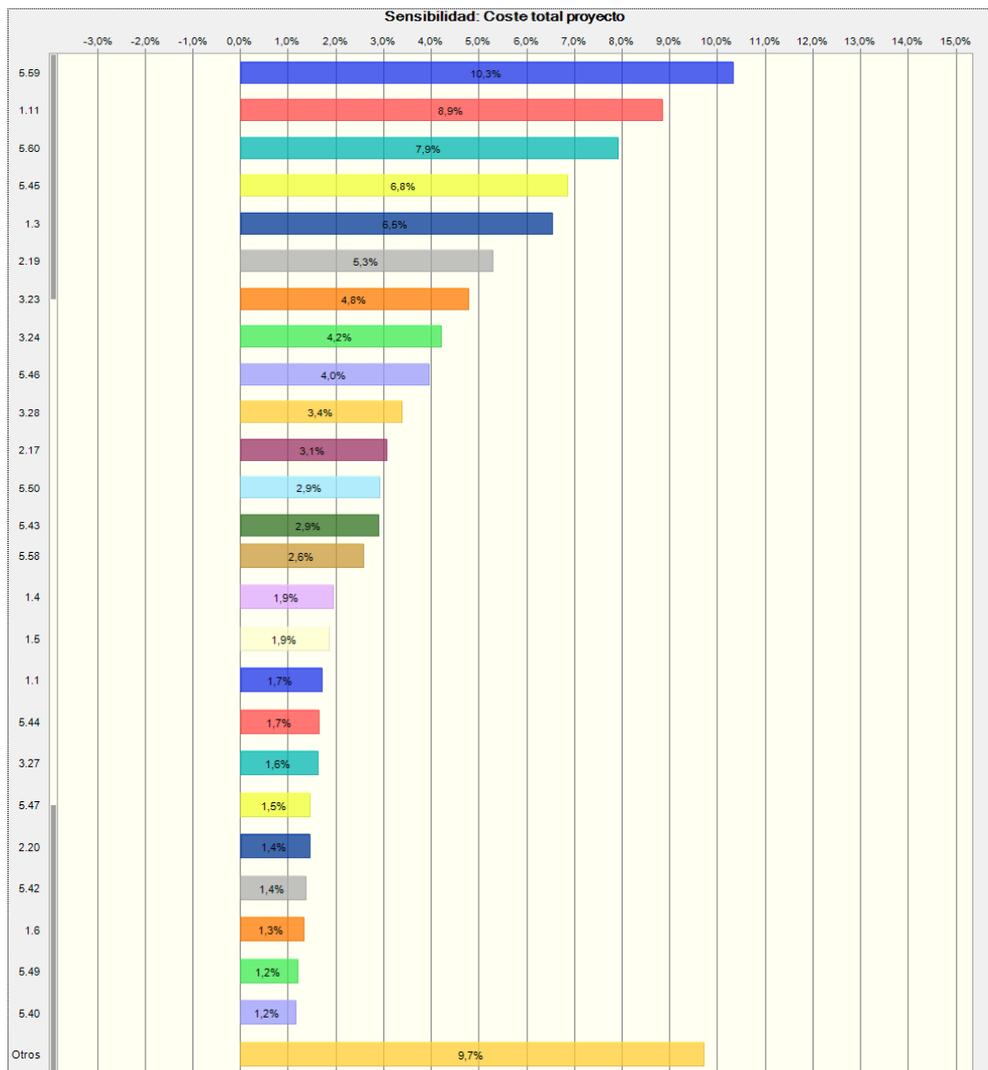


Figura 25. Análisis de sensibilidad para el coste con Beta PERT

Las tareas que más influye con un 10.3% es la 5.59 Colocación de elementos de aluminio, en segundo lugar se encuentra la tarea 1.11 Firmado del terreno con una influencia del 8.9% y en tercer lugar con mayor influencia es la tarea 5.60 Pintado interior del edificio con una influencia del 7.9%. Siguiendo con el análisis de sensibilidad las tareas que más influyen son la 5.45, 1.3 o la 2.19.



4.1.4.3 Comparación Hipótesis 1 con Hipótesis 2

Una vez realizada la simulación con la distribución Beta PERT se puede comprar esta segunda hipótesis con la primera que se realizó anteriormente en el presente proyecto (apartado 3.7.3).

En primer lugar se calculó en la hipótesis 1 que la duración del proyecto sería de 475.30 mientras que la mediana obtenida en la previsión de Crystal Ball es de 475.33 como se puede observar la siguiente figura:

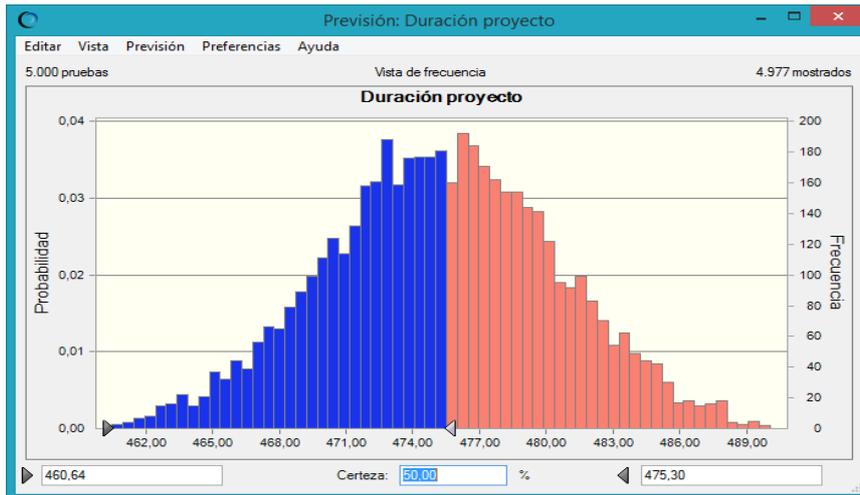


Figura 26. Mediana obtenida de la duración del proyecto con Beta PERT

En segundo lugar se establecieron dos intervalos de tiempo asociados a un porcentaje de probabilidad de que se ejecutaran en dicho intervalo. En la hipótesis 1 se obtuvo que la probabilidad de que el proyecto dure entre 471 días y 481 días es del 67%. En la siguiente figura se muestra el resultado de la hipótesis 2:

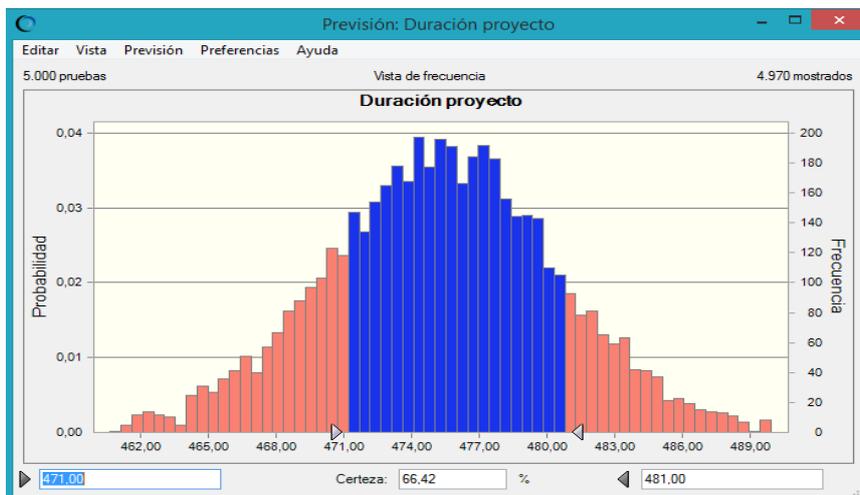


Figura 27. Simulación duración proyecto con Beta PERT

Se observa como efectivamente se cumple en primer lugar esta hipótesis para este intervalo.



El segundo intervalo que se estableció es: La probabilidad de que el proyecto dure entre 466 días y 486 días es del 97%. Comprobamos con la simulación en Crystal Ball.

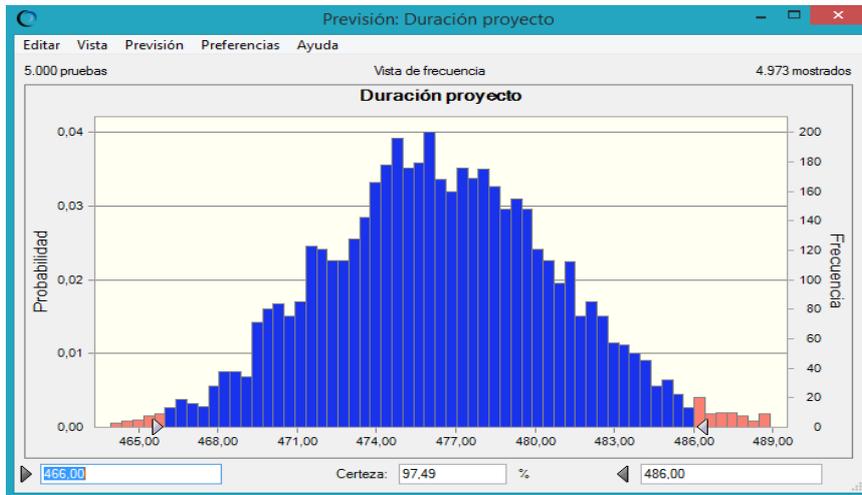


Figura 28. Simulación duración proyecto con Beta PERT

En la figura 28 se muestra como se cumple el porcentaje de probabilidad de ejecución en el periodo estimado.

4.1.5. Segunda Simulación: Elección de distribuciones según la tarea

Esta segunda distribución consiste en asignar a cada tarea una de las distribuciones posibles que ya se han explicado en Crystal Ball. Anteriormente lo que se ha hecho es asignar una determinada distribución para todas las tareas, es decir, todas las tareas tienen la misma distribución. Una forma más aproximada es según la tarea, escoger una determinada probabilidad que se adecue a dicha tarea.

La estimación para asignar un tipo de distribución de probabilidad a una determinada variable de entrada puede hacerse por diversos métodos:

- Intuición:
- Extrapolación
- Modelado

A continuación se expresa la distribución y parámetros escogida para cada una de las tareas del proyecto. Posteriormente se simulará el modelo y se analizarán los resultados. Cabe destacar que en la mayoría de las tareas se va a utilizar la distribución Beta PERT que es la que más se



ajusta a tareas relacionadas con la construcción y que es posible que se lleven a cabo en unos parámetros como los que contiene dicha distribución.

Actividad	Distribución	Parámetros
1.1 Desbroce del terreno	Beta PERT	Min=5; Más prob.=6; Max=8
1.2 Demoliciones	Beta PERT	Min=2; Más prob.=3; Max=5
1.3 Excavación a cielo abierto	Beta PERT	Min=6; Más prob.=7; Max=10
1.4 Escarificación y compactación	Beta PERT	Min=3; Más prob.=4; Max=6
1.5 Trazado y explanación del terreno	Beta PERT	Min=3; Más prob.=4; Max=6
1.6 Alcantarillado	Beta PERT	Min=2; Más prob.=3; Max=5
1.7 Abastecimiento de agua	Beta PERT	Min=1; Más prob.=2; Max=4
1.8 Red de electricidad	Beta PERT	Min=4; Más prob.=5; Max=8
1.9 Red de alumbrado	Beta PERT	Min=2; Más prob.=3; Max=5
1.10 Drenaje	Beta PERT	Min=2; Más prob.=3; Max=5
1.11 Firmado del terreno	Beta PERT	Min=1; Más prob.=2; Max=3
1.12 Instalar zahorra artificial	Beta PERT	Min=1; Más prob.=2; Max=4
1.13 Construir bordillos	Beta PERT	Min=1; Más prob.=2; Max=3
1.14 Pavimentación del acerado	Beta PERT	Min=2; Más prob.=3; Max=5
1.15 Realizar plantaciones y labores de jardinería	Beta PERT	Min=1; Más prob.=2; Max=4
1.16 Instalar mobiliario urbano	Beta PERT	Min=1; Más prob.=2; Max=4
2.17 Desbroce del terreno	Beta PERT	Min=3; Más prob.=4; Max=6
2.18 Demoliciones	Beta PERT	Min=1; Más prob.=2; Max=4
2.19 Excavación a cielo abierto	Beta PERT	Min=7; Más prob.=8; Max=10
2.20 Escarificación y compactación	Beta PERT	Min=3; Más prob.=4; Max=6
2.21 Trazado y explanación del terreno	Beta PERT	Min=1; Más prob.=2; Max=3
3.22 Replanteo de la excavación	Beta PERT	Min=4; Más prob.=5; Max=7
3.23 Excavación hasta la cota de cimentación a cielo abierto	Beta PERT	Min=9; Más prob.=10; Max=13
3.24 Instalación de arquetas	Beta PERT	Min=9; Más prob.=10; Max=12
3.25 Toma de tierra	Beta PERT	Min=1; Más prob.=2; Max=3
3.26 Replanteo. Situación y trazado de la red	Beta PERT	Min=3; Más prob.=4; Max=6
3.27 Instalación de canalizaciones	Beta PERT	Min=3; Más prob.=4; Max=6
3.28 Instalación de colectores y bajantes	Beta PERT	Min=2; Más prob.=3; Max=4



4.29 Colocación losa de hormigón	Normal	Media=11; Desv.estándar=1,65
4.30 Soleras de hormigón	Normal	Media=10; Desv.estándar=1,50
4.31 Colocar muro de hormigón	Beta PERT	Min=23; Más prob.=25; Max=29
4.32 Estructura tipo forjado reticular	Beta PERT	Min=23; Más prob.=25; Max=29
4.33 Ensayo de hormigón y acero	Uniforme	Mín.=3; Máx.=4
4.34 Colocar tela asfáltica, geotextil y capa de compresión	Beta PERT	Min=7; Más prob.=8; Max=11
4.35 Colocación de bolos	Beta PERT	Min=4; Más prob.=5; Max=8
4.36 Perforado de 10	Normal	Media=10; Desv.estándar=1,50
4.37 Embarrado mezcla	Normal	Media=3; Desv.estándar=0,45
4.38 Colocar poliuretano	Normal	Media=5; Desv.estándar=0,75
4.39 Colocar ladrillo de 7cm	Normal	Media=40; Desv.estándar=6
5.40 Instalación de líneas eléctricas	Normal	Media=4; Desv.estándar=1,20
5.41 Instalación de cuadros	Normal	Media=2; Desv.estándar=0,60
5.42 Instalación de luminarias	Normal	Media=4; Desv.estándar=1,20
5.43 Instalación placas solares	Normal	Media=5; Desv.estándar=1,50
5.44 Instalar conductos y rejillas de ventilación	Normal	Media=4; Desv.estándar=1,20
5.45 Instalación máquinas climatización	Normal	Media=6; Desv.estándar=1,80
5.46 Instalar grifería y otros elementos de fontanería	Normal	Media=10; Desv.estándar=3
5.47 Colocación final de bajantes	Beta PERT	Min=2; Más prob.=3; Max=4
5.48 Instalación de elementos sensores y de detección del fuego	Normal	Media=4; Desv.estándar=1,20
5.49 Instalación de puertas y persianas cortafuegos	Normal	Media=3; Desv.estándar=0,90
5.50 Construcción de los spa	Normal	Media=20; Desv.estándar=6
5.51 Construir tabiquería de 7cm	Normal	Media=33; Desv.estándar=4,95
5.52 Colocación de pre marcos	Normal	Media=5; Desv.estándar=1,50
5.53 Proyectado de yeso y colocación de pladur	Normal	Media=22; Desv.estándar=3,3
5.54 Enfoscado de mono capa	Beta PERT	Min=28; Más prob.=30; Max=38
5.55 Colocación de azulejos y mármol	Normal	Media=23; Desv.estándar=3,30
5.56 Pulido de mármol	Normal	Media=8; Desv.estándar=1,20
5.57 Revestimiento fachada	Beta PERT	Min=32; Más prob.=34; Max=40
5.58 Colocación elementos aluminio	Normal	Media=25; Desv.estándar=7,20
5.59 Colocación elementos madera	Normal	Media=20; Desv.estándar=6



5.60 Pintado interior del edificio	Normal	Media=30; Desv.estándar=9
5.61 Revisiones de todas las instalaciones	uniforme	Mín.=1; Máx.=3

Tabla 18. Asignación de distribuciones de probabilidad a tareas para la simulación 2

La asignación de distribuciones de probabilidad a cada tarea se ha realizado clasificando varios tipos de tareas:

- Tareas que a la hora de realizarse tienen gran relación con el clima y factores externos se representará con una distribución Beta PERT con un tiempo pesimista mayor que el optimista
- Tareas realizadas por subcontratas cuyas variaciones se representarán con una normal y con una desviación muy baja del 15% ya que la propia subcontrata sabe el trabajo que tiene que hacer de antemano y se proporciona una partida de coste fija. La excepción es cuando se traten de tareas que tengan relación factores externos y se puedan retrasar como por ejemplo por el clima, entonces se le asignará una Beta PERT.
- Tareas realizadas en el interior del edificio que pueden retrasarse o adelantarse según los recursos estén siempre disponibles al igual que la materia prima. Para ello se le asigna una Normal con una desviación de 30% que contempla que la tarea pueda llevarse a cabo antes de lo previsto o después debido a retraso en materias primas o recursos disponibles.
- Tareas que sabemos casi con exactitud la duración porque son plazos estimados de antemano que nunca varían como son las tareas 4.33 y 5.61. A estas tareas se le asignará una Uniforme con los parámetros pertenecientes a los días que se estima que se ejecutará la tarea.

4.1.5.1 Análisis de la duración del proyecto para la Simulación 2

Ahora toca analizar qué pasaría con la duración del proyecto si a cada tarea se le asigna una distribución según el tipo que sea dicha tarea.

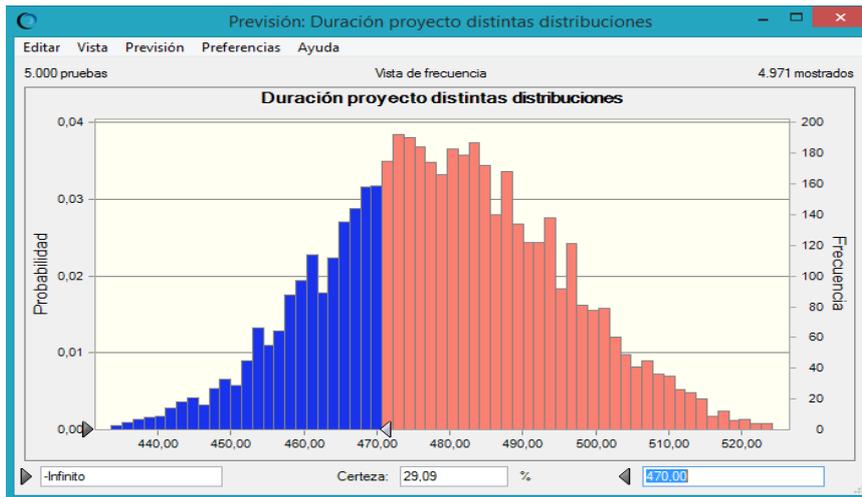


Figura 29. Simulación duración del proyecto en simulación 2

En este caso la probabilidad de que el proyecto se lleve a cabo en el periodo estimado inicialmente es del 29.09%. De nuevo habrá que estudiar que tareas están provocando estos retrasos y actuar sobre ellas.

La mediana en este caso es 478.64 días como se puede apreciar en la siguiente figura por lo que el valor repetido tan solo está a 8 días de cumplir con lo estimado inicialmente, sin embargo el retraso es grande en cuanto a probabilidad y será necesario ver las actividades críticas, su índice de criticidad y estudiar el análisis de sensibilidad para determinar las actividades que con este escenario están influyendo en mayor medida en el retraso.

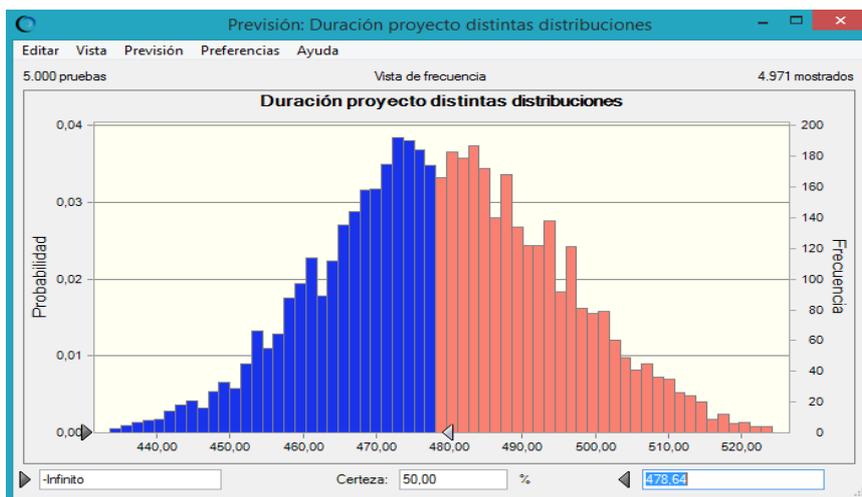


Figura 30. Mediana obtenida en la simulación 2



En la siguiente tabla se muestran el índice de criticidad obtenido para cada tarea con este escenario de simulación los cuales serán muy similares a los obtenidos en la simulación anterior.

Cabe recordar que al tratarse de tareas relacionadas con la construcción se añade un factor que es la importancia de no empezar una tarea hasta no acabar otra, factor obligado, como por ejemplo, no se puede empezar a construir la estructura del edificio sin tener la cimentación y a su vez, no se podrá realizar la cimentación si no se ha realizado anteriormente el desbroce de la parcela y las pertinente excavaciones.

Esto hace que la mayoría de tareas sea 100% críticas en todas las pruebas que se hacen por lo que habrá menos margen al retraso y el Project manager debe saber que hay una alta probabilidad de que el proyecto se retrase.

TAREA	ÍNDICE DE CRITICIDAD
E1. URBANIZADO	ENTREGABLE 1
P.1.1 Movimiento de tierras	PAQUETE DE TRABAJO
1.1 Desbroce del terreno	100%
1.2 Demoliciones	100%
1.3 Excavación a cielo abierto	100%
1.4 Escarificación y compactación	100%
1.5 Trazado y explanación del terreno	100%
P.1.2 Instalaciones urbanizado	PAQUETE DE TRABAJO
1.6 Alcantarillado	0%
1.7 Abastecimiento de agua	0%
1.8 Red de electricidad	100%
1.9 Red de alumbrado	100%
P.1.3 Construcción de viales	PAQUETE DE TRABAJO
1.10 Drenaje	100%
1.11 Firmado del terreno	0%
P.1.4 Acerado	PAQUETE DE TRABAJO
1.12 Instalar zahorra artificial	100%
1.13 Construir bordillos	100%
1.14 Pavimentación del acerado	100%
P.1.5 Jardinería y mobiliario	PAQUETE DE TRABAJO
1.15 Realizar plantaciones y labores de jardinería	100%
1.16 Instalar mobiliario urbano	100%
E.2 AFIRMADO DEL TERRENO	ENTREGABLE 2
P.2.1 Movimiento de tierras	PAQUETE DE TRABAJO
2.17 Desbroce del terreno	100%
2.18 Demoliciones	100%
2.19 Excavación a cielo abierto	100%
2.20 Escarificación y compactación	100%
2.21 Trazado y explanación del terreno	100%
E.3 CIMENTACIÓN Y SANEAMIENTO	ENTREGABLE 3



P.3.1 Ejecución de la cimentación	PAQUETE DE TRABAJO
3.22 Replanteo de la excavación	100%
3.23 Excavación hasta la cota de cimentación a cielo abierto	100%
3.24 Instalación de arquetas	100%
3.25 Toma de tierra	100%
P.3.2 Red de saneamiento	PAQUETE DE TRABAJO
3.26 Replanteo. Situación y trazado de la red	0%
3.27 Instalación de canalizaciones	0%
3.28 Instalación de colectores y bajantes	0%
E.4 ESTRUCTURA Y CERRAMIENTOS	ENTREGABLE 4
P.4.1 Estructura tipo forjado reticular	PAQUETE DE TRABAJO
4.29 Colocación losa de hormigón	100%
4.30 Soleras de hormigón	100%
4.31 Colocar muro de hormigón	100%
4.32 Estructura tipo forjado reticular	100%
4.33 Ensayo de hormigón y acero	100%
4.34 Colocar tela asfáltica, geotextil y capa de compresión	100%
4.35 Colocación de bolos	100%
P.4.2 Cerramiento tipo capuchina	PAQUETE DE TRABAJO
4.36 Perforado de 10	100%
4.37 Embarrado mezcla	100%
4.38 Colocar poliuretano	100%
4.39 Colocar ladrillo de 7cm	100%
E.5 INSTALACIONES Y ACABADOS	ENTREGABLE 5
P.5.1 Instalación eléctrica	PAQUETE DE TRABAJO
5.40 Instalación de líneas eléctricas	2%
5.41 Instalación de cuadros	2%
5.42 Instalación de luminarias	2%
5.43 Instalación placas solares	2%
P.5.2 Instalación ventilación	PAQUETE DE TRABAJO
5.44 Instalar conductos y rejillas de ventilación	0%
P.5.3 Instalación climatización	PAQUETE DE TRABAJO
5.45 Instalación máquinas climatización	0%
P.5.4 Instalación fontanería	PAQUETE DE TRABAJO
5.46 Instalar grifería y otros elementos de fontanería	1%
5.47 Colocación final de bajantes	1%
P.5.5 Instalación sistema contra incendios	PAQUETE DE TRABAJO
5.48 Instalación de elementos sensores y de detección del fuego	0%
5.49 Instalación de puertas y persianas cortafuegos	0%
P.5.6 Albañilería	PAQUETE DE TRABAJO
5.50 Construcción de los spa	100%
5.51 Construir tabiquería de 7cm	100%
5.52 Colocación de pre marcos	100%
5.53 Proyectado de yeso y colocación de pladur	100%
5.54 Enfoscado de mono capa	100%
5.55 Colocación de azulejos y mármol	100%
5.56 Pulido de mármol	100%
5.57 Revestimiento fachada	100%
P.5.7 Carpintería aluminio y madera	PAQUETE DE TRABAJO
5.58 Colocación elementos aluminio	70%
5.59 Colocación elementos madera	27%
P.5.8 Pintura	PAQUETE DE TRABAJO



5.60 Pintado interior del edificio	100%
P.5.9 Revisiones	PAQUETE DE TRABAJO
5.61 Revisiones de todas las instalaciones	100%
E.6 GESTIÓN DE PROYECTOS	ENTREGABLE 6

Figura 31. Índice de criticidad para la simulación 2

Por último se va a estudiar el análisis de sensibilidad arrojado por Crystal Ball que nos dirá en este escenario que tarea está influyendo más en el retraso que ese está produciendo.

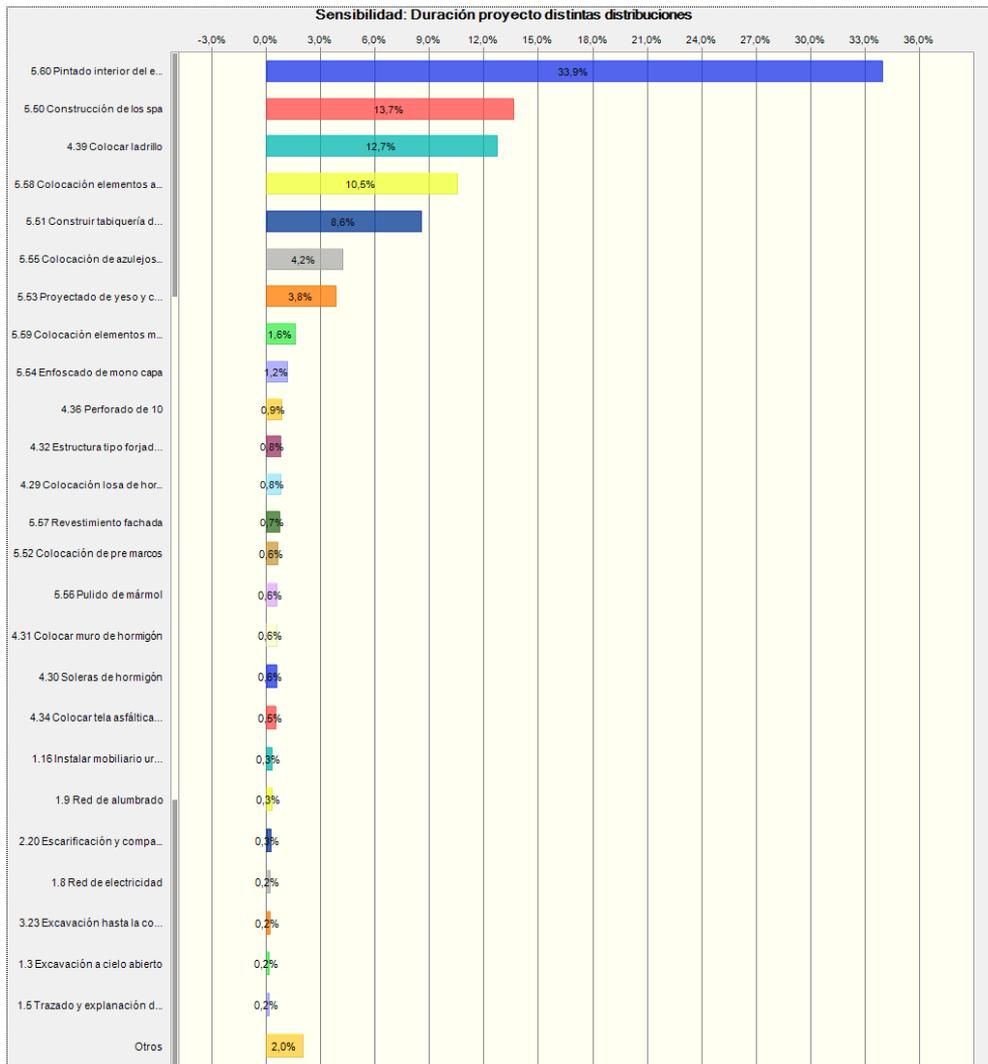


Figura 32. Análisis de sensibilidad para la simulación 2

Como se puede apreciar la tarea que más está influyendo en el retraso es la 5.60 Pintado interior del edificio, ya sea por la llegada de materia prima con retraso o la falta de recursos y personal por lo que habrá que corregirla inmediatamente por que el porcentaje de influencia es del 33.9%. En segundo lugar la tarea 5.50 Construcción de los Spa influye con un 13.7% y en tercer lugar de modo destacado la tarea 4.39 Colocar ladrillo con un 12.7%. Después influyen también



de manera importante la tarea 5.58, 5.51 o 5.55. Para todas ellos pero en especial para las primeras habrá que replanificar los recursos y asegurarse de que la recepción de materia prima y recursos necesarios para ejecutar la tarea lleguen a tiempo y coincida con la fecha que estimó para el inicio de la actividad laboral para esa tarea.

Como último análisis que se puede realizar una gráfica de superposición del resultado de la simulación de los tres escenarios diferentes contemplados. A continuación se muestra en la figura el gráfico de superposición.

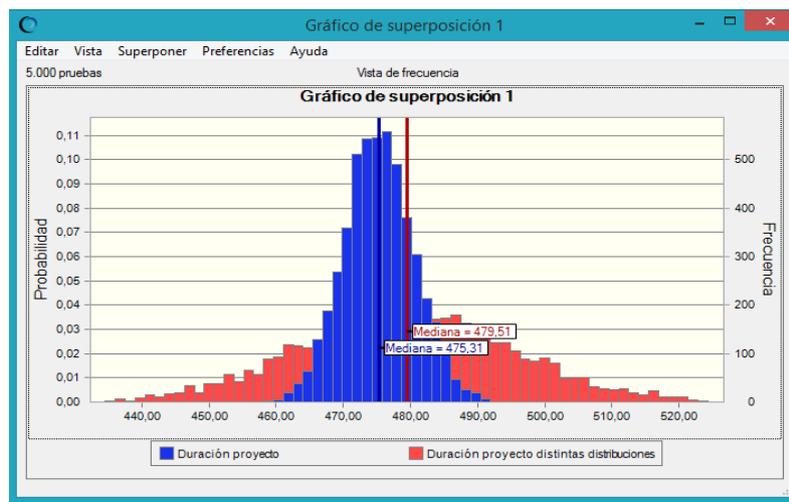


Figura 33. Gráfico de superposición de la simulación de la duración del proyecto

Como se puede apreciar la distribución Beta tiene un rango mucho más estrecho que la simulación realizada con distintas distribuciones. El amplio abanico que abarca la simulación 2 es debido a la desviación estándar que se le aplica a dicha distribución con la conclusión de la distribución normal. En cambio con la Beta PERT se establecen unos valores pesimista y optimista y el abanico no irá más allá de estos valores en ninguno de los casos.

4.1.5.2 Análisis de los costes del proyecto para la Simulación 2

Se va a llevar cabo una simulación del coste teniendo en cuenta la peculiaridad de que cada tarea lleva asociada una distribución, lo que la dará un carácter más real de la situación.

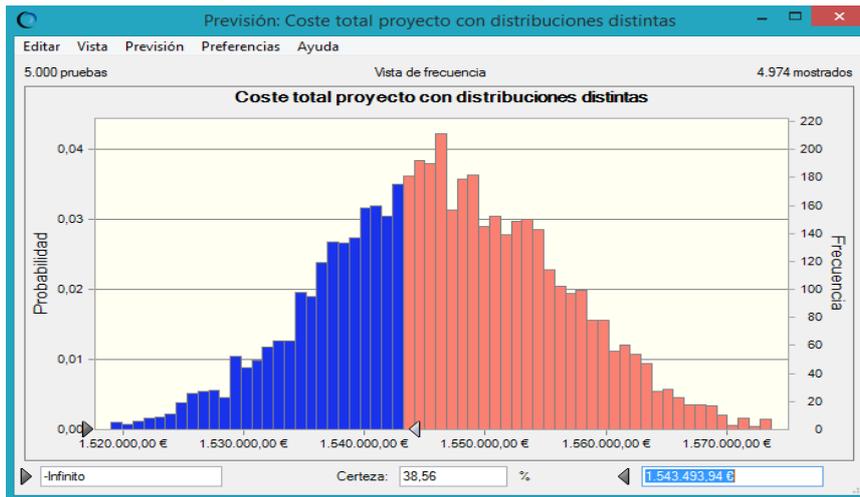
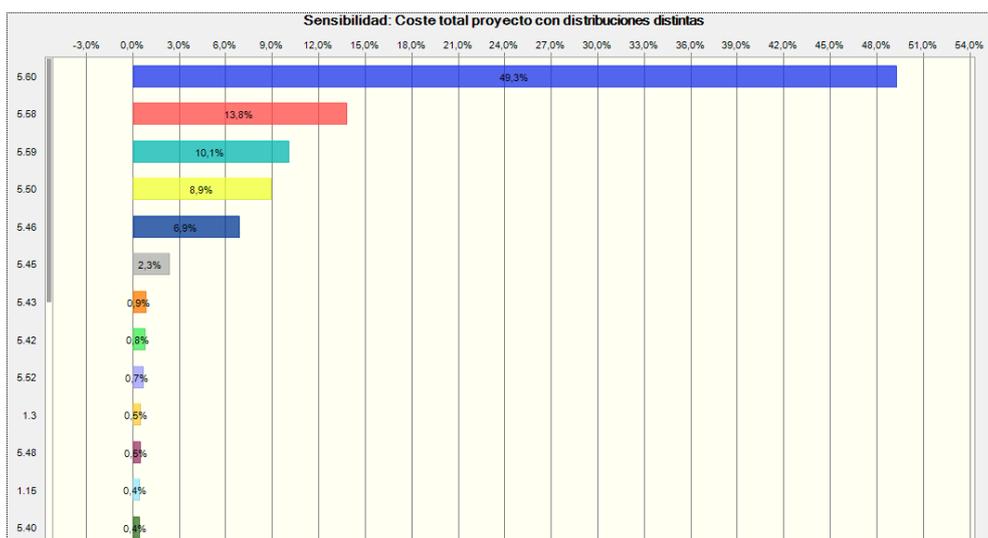


Figura 34. Simulación coste en simulación 2

En este caso también hay una probabilidad de sobrecoste muy alta (61.44%) que hace que de nuevo haya que plantearse que tareas están fallando y porqué. A raíz de esto habrá que tomar de nuevo acciones correctoras antes de que el proyecto se ejecute y evitar así lo que el software de simulación está anticipando que puede ocurrir con una probabilidad bastante alta. Los costes en su mayoría provendrán de tareas en las que se ha producido un retraso y hay que pagar días extra a los operarios y el alquiler de la maquinaria.

A continuación se muestra el análisis de sensibilidad para la simulación 2, que a priori tiene que ser diferente al realizado en la simulación 1 ya que para cada tarea se proporciona una distribución diferente y dependiendo del tipo de tarea que sea se le habrán asignado unos parámetros u otros:



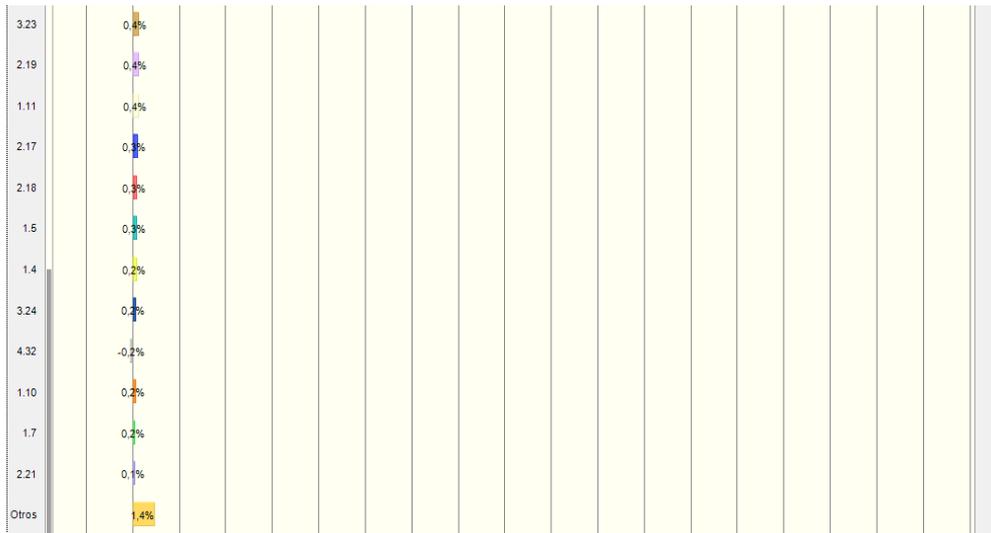


Figura 35. Análisis de sensibilidad para la simulación del coste en el escenario 2

En este caso hay cinco tareas que son las que están provocando una probabilidad de sobrecoste muy alta, pero una en especial que influye de manera más fuerte que las demás. Se trata de la tarea 5.60 Pintado interior del edificio que influye con un porcentaje del 49.3%. Es necesario actuar de manera inmediata sobre dicha tarea porque es la culpable casi al 50% de que el proyecto tenga sobrecostes. Habrá que replanificar recursos y controlar la llegada de materias primas. Después le siguen tareas como la 5.58, 5.59, 5.50 y 5.46 que influyen pero entorno a un 10%. En la tarea 5.60 será necesario controlar la llegada de materias primas, la utilización de recursos y que no se produzca retraso. Se muestra a continuación la superposición de la simulación de los dos escenarios:

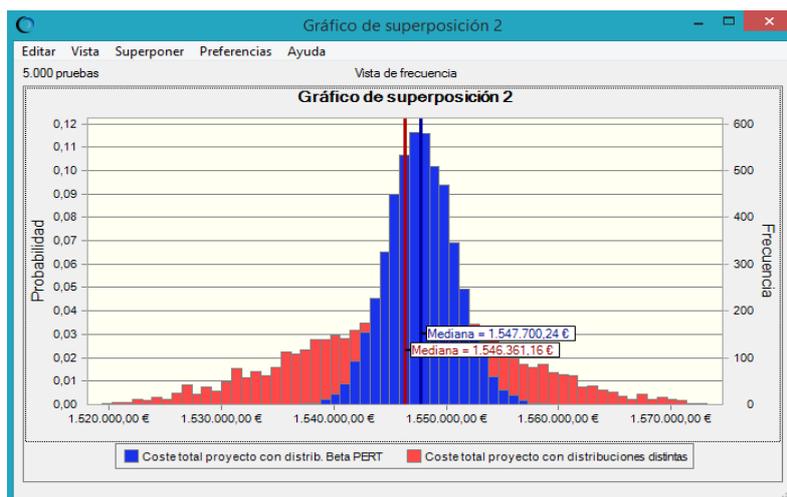


Figura 36. Gráfico de superposición de costes con los dos escenarios

Como se puede apreciar en el gráfico de superposición las probabilidades de la simulación 2 (simulación con distribuciones distintas para cada tarea) es distinta a la simulación 1 (Beta PERT)



que destaca respecto a la segunda por estar en una franja de presupuesto mucho más acotada. Esto ocurre porque la simulación 2 contiene la distribución normal y algunas de las tareas tienen una desviación estándar que hace que se alcancen máximos y mínimos que con la distribución Beta PERT no se consiguen. Por lo tanto el abanico de posibilidades de presupuesto para la simulación 2 es mucho más amplio que para la Beta PERT.

Así también podemos observar como la mediana más exacta que hay es el de la simulación 2 variándose apenas 200 € del presupuesto estimado inicialmente. Cabe destacar que la Beta PERT por ejemplo tiene una mediana más alta respecto a lo estimado debido a que cuando se establecieron los parámetros en cuanto a valores pesimistas y optimistas, siempre se estableció el pesimista mucho más mayor que el optimista lo que explica esta mediana por encima del presupuesto estimado inicialmente.



5. Gestión del valor ganado

5.1. Gestión del valor ganado según el PMBOK

La gestión del valor ganado (EVM) [1] es una metodología que combina medidas de alcance, cronograma y recursos para evaluar el desempeño y el avance del proyecto. Trata de medir el desempeño del proyecto integrando la línea base del alcance con la línea base de costes y con la línea base del cronograma lo que permitirá medir el desempeño y avance del proyecto. El EVM establece y monitorea tres dimensiones clave para cada paquete de trabajo y cada cuenta de control que están explicadas detalladamente en el apartado 2.5.3.1:

- *Valor planificado*
- *Valor ganado*
- *Costo real*

También se monitorearán las variaciones o desviaciones con respecto a la línea base aprobada:

- *Variación del cronograma*
- *Variación del costo*
- *Índice de desempeño del cronograma*
- *Índice de desempeño del costo*

5.2. Puntos de control o hitos

Para medir todos estos parámetros e índices hay que definir previamente unos puntos de control o hitos que será cuando se obtengan resultados en firme. Dichos parámetros e índices y se analizarán, tomando así las medidas pertinentes.

Como se reflejó en el Acta de Constitución, el presente proyecto constará de cuatro hitos que coinciden con la terminación de unos determinados entregables o tareas.

- Hito 1. Tendrá el quinto mes de trabajo coincidiendo con la finalización de la tarea 4.29 (día 104 de trabajo) en la fecha calculada por Microsoft Project que corresponde al jueves 23/06/16.



- Hito 2. Tendrá lugar el duodécimo mes de trabajo (día 258 de trabajo) y tendrá lugar coincidiendo con la finalización programada de la tarea 5.50 que según la herramienta Microsoft Project tendrá lugar el día miércoles 25/01/17.
- Hito 3. Tendrá lugar en el mes decimonoveno de trabajo (día 404 de trabajo), que coincide con la finalización de la tarea 5.56 que se tiene previsto que concluya el día jueves 17/08/17.
- Hito 4. El último punto de control evidentemente coincide con la fecha de finalización del proyecto que está estipulada para el mes 22 de trabajo (día 470 de trabajo) y cuya fecha en el calendario es el viernes 17/11/17.

5.3. Simulación del desarrollo del proyecto con Crystal Ball

Para realizar la gestión del valor ganado será necesario realizar una simulación con Crystal Ball que exprese como sería el proyecto si se llevará a cabo. Para ello se va a simular la duración con tan solo una prueba, simulando así una situación que sería que el proyecto solo se llevara a cabo una sola vez.

El escenario escogido para la simulación es el de la simulación 2 es el que se ha realizado con distintas distribuciones de probabilidad (Beta PERT, Normal, Uniforme). Con ello se consigue obtener los valores correspondientes a los valores del coste real (AC) a través de unas duraciones simuladas determinadas para cada tarea y el valor ganado (EV) a través de un porcentaje de avance de desarrollo de las tareas que tendrá para la fecha estipulada como hito.

Anteriormente en el apartado 3.6.3 ya se explicó la curva S y lo que representaba. Una vez simulada la duración con una sola prueba y habiendo obtenido los valores AC y EV para cada punto de control se puede volver a representar dicha curva donde se podrá observar la evolución del proyecto de forma gráfica.

Una vez obtenidos los valores PV, AC y EV se procederá a calcular las variaciones y los índices de desempeño.

5.3.1. Hito 1

Este punto de control se llevará a cabo el día 104 de trabajo y según la herramienta Microsoft Project si el proyecto se empieza el 01/02/2016, este punto de control se realizará el jueves 23/06/2016. En este hito ya estarán terminadas las tareas de urbanizado.



A continuación en la siguiente tabla se muestra la tabla con los valores representativos referentes al primer hito en cuanto al análisis del cronograma.

HITO	PV	AC	EV	SV	SPI
1	358.869,91 €	360.388,08 €	313.202,64 €	- 45.667,27	0,87

Tabla 19. Análisis de cronograma en el hito 1

En los 104 primeros días de trabajo pertenecientes al primer hito se observa que el proyecto se retrasa en valor de 45.667,27 €, es decir se ha avanzado menos de lo previsto ya que el SV tiene un valor negativo. En este hito el proyecto se retrasa en un valor tan alto debido a que en la fecha que estaba estipulada el hito se observa que la tarea 4.29 solo ha avanzado un 72,72% y esta tarea tiene una gran partida de coste por lo que el valor de lo no trabajado será grande como se puede apreciar

En un análisis minucioso tarea a tarea se puede observar que la única tarea que no se ha completado es la 4.29 (SPI<1). Esto se deberá a la propia tarea en cuestión pero también a las tareas predecesoras que van retrasando a esta última.

En la siguiente tabla se representa el análisis de costes con sus correspondientes valores representativos:

HITO	PV	AC	EV	CV	CPI
1	358.869,91 €	360.388,08 €	313.202,64 €	- 47.185,43 €	0,86

Tabla 20. Análisis de costes en el hito 1

En los 104 primeros días de trabajo se han gastado 47.175,43 € más de lo planificado. El CPI en el hito 1 es menor que 1 lo que significa que en general se ha sido ineficiente.

Analizando tarea a tarea solamente han sido eficientes (CPI>1) las tareas 1.1, 1.3, 1.4, 1.5, 1.8, 1.9, 1.11, 1.13, 1.14, 2.18, 3.23 y 3.28. El resto de tareas son ineficientes y hacen que en este primer hito el balance general sea ineficiente (CPI=0.86). Las tareas ineficientes son la 1.2, 1.6, 1.7, 1.10, 1.12, 1.15, 1.16, 2.17, 2.19, 2.20, 2.21, 3.22, 3.24, 3.25, 3.26, 3.27 y 4.29.

A continuación se muestra la curva S para los datos de PV, AC y EV en el hito 1 donde se podrá empezar a apreciar como el EV se aleja del AC y del PV:

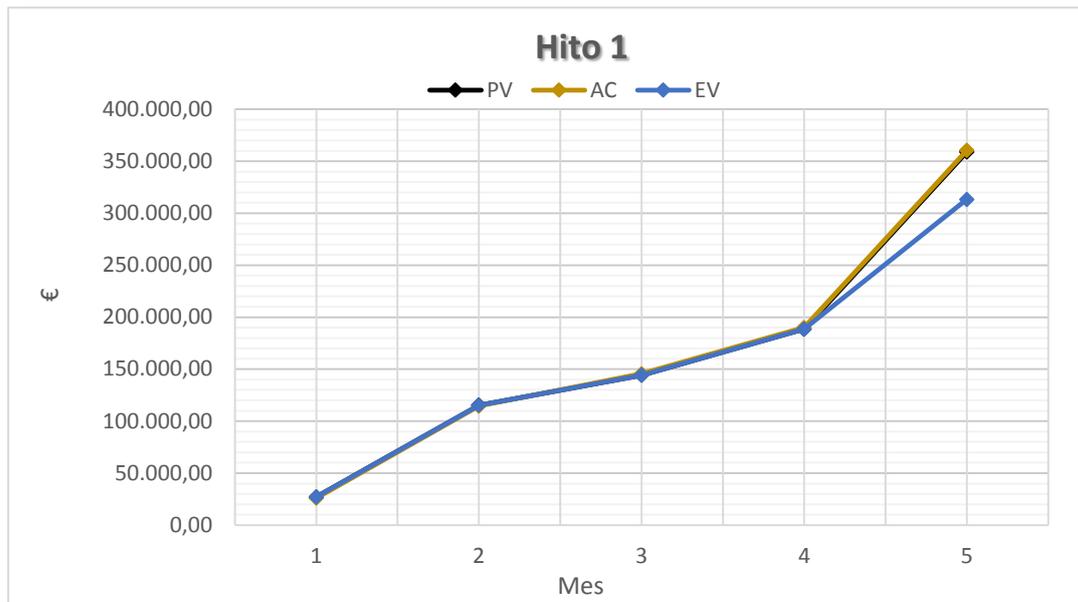


Figura 37. Gestión del valor ganado en el hito 1

- **Medidas a tomar en el hito 1**

En este primer hito realizado en el quinto mes de trabajo se han observado dos aspectos fundamentales.

El primero es que el proyecto lleva retraso y con un gran valor ya que la actividad que se está retrasando tiene una gran partida de coste. Será necesario una mejor planificación o replanificar las tareas con los recursos necesarios, al igual que revisar los tiempos de ejecución de tareas ya que la mayoría de tareas incluidas en este hito se llevan a cabo en el exterior y tienen gran probabilidad de que se puedan retrasar por distintos motivos como la meteorología y según ello sería importante la posibilidad de introducir horas extra para cumplir con el tiempo estimado. También será interesante tener maquinaria de repuesto ya que en estas tareas del primer hito se utilizan diversas maquinarias como excavadoras, desbrozadoras, rulos, camiones, etc... que pueden sufrir averías que retrasen la ejecución de la tarea.

En segundo lugar se produce un sobrecoste muy importante de 47.185,43 € que habrá que subsanar lo máximo posible tomando las mismas medidas que para el retraso es decir, la mayor parte del retraso de este hito proviene del retraso ya que cada alquiler de máquinas y cada operario que pasa en la edificación lleva un gran gasto por lo tanto a más días, más gastos. También se podría plantear una revisión de empresas que alquilen la maquinaria para conseguir mejor precio y que a pesar del retraso, el sobrecoste no sea tan elevado.



5.3.2. Hito 2

En este hito ya se habrá realizado a priori todo el saneamiento, cimentación, estructura y cerramientos del edificio.

En la siguiente tabla se muestran los datos obtenidos para el análisis del cronograma:

HITO	PV	AC	EV	SV	SPI
2	705.554,27 €	704.187,39 €	632.781,40€	- 72.772,87 €	0,89

Tabla 21. Análisis de cronograma en el hito 2

En este segundo hito ocurre lo mismo que en el primero pero de manera más acentuada. Ahora se observa que el proyecto se ha retrasado en un valor de 72.772,87 €, es decir, teniendo en cuenta el gran retraso que se traía del anterior hito, ahora se le suma el de la tarea 5.50 que tiene un porcentaje de avance del 25% a la hora de evaluarla lo que supone que se hayan trabajado 9.035,19 € de los 36.140,80 € que cuesta llevarla a cabo por completo. Así pues todas las tareas se han llevado al ritmo planificado (SPI=1) excepto la tarea 5.50 que tiene un SPI=0.25.

Ahora se procede a mostrar el análisis de costes y sus valores obtenidos:

HITO	PV	AC	EV	CV	CPI
2	705.554,27 €	704.187,39 €	632.781,40 €	- 71.405,99 €	0,89

Tabla 22. Análisis de costes en el hito 2

Hasta el día 258 de trabajo se han gastado 71.405,99€ más de lo previsto, es decir se ha gastado más de lo trabajado (CV<0). Se tiene un CPI=0.89, es decir CPI<1 por lo tanto se ha sido ineficiente de manera general.

En este hito hay algo reseñable que comentar y es que en general se ha sido ineficiente, pero esto es debido solo a las tareas 4.35 y 5.50 que tienen un CPI por debajo de la unidad. Sin embargo el resto de tareas que se han llevado a cabo hasta la fecha del hito tienen CPI=1 y esto es debido a que son tareas que las realizan una empresa subcontratada y el coste real (AC) siempre será igual al planificado (PV). Por lo tanto solo habrá cambios en el EV y en aquellas tareas que no se han completado al 100% y estas son la 4.35 y la 4.50. A continuación se muestra la curva S para los datos de PV, AC y EV en el hito 2:

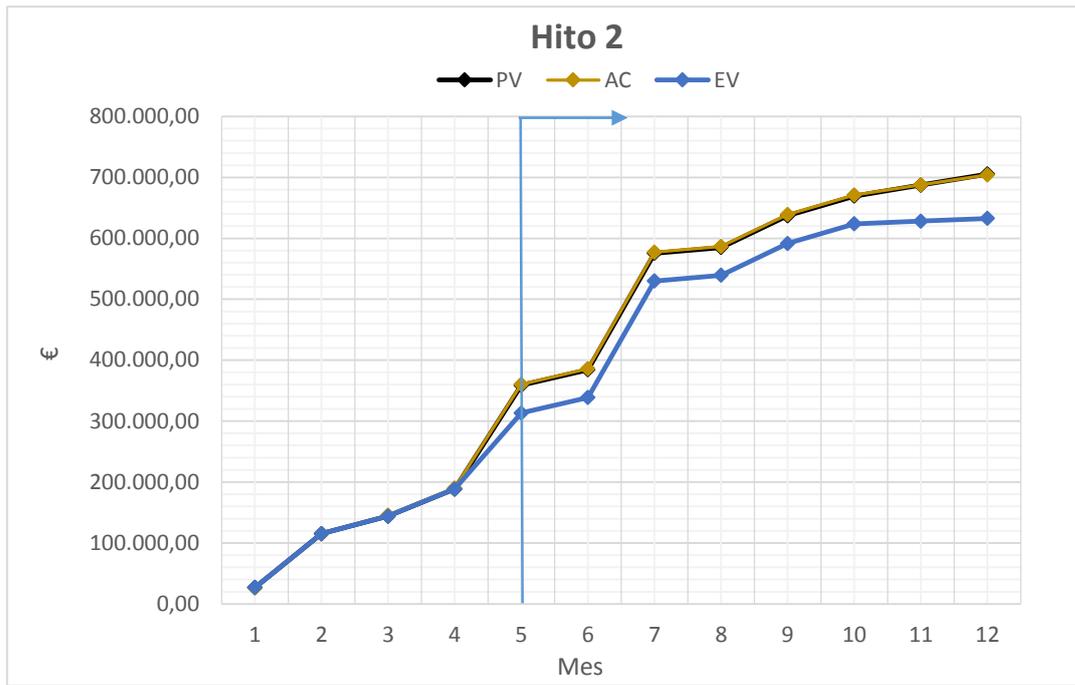


Figura 38. Gestión del valor ganado en el hito 2

- **Medidas a tomar en el hito 2.**

De nuevo se produce un retraso por gran valor de dinero. Será necesario aumentar los recursos para la construcción de los Spas tanto en herramienta necesaria como en mano de obra ya que actualmente hay solo 3 operarios de la constructora y un solo fontanero. También se produce un sobrecoste muy importante de 71.405,99 € debido a lo que se produjo en el hito primero. Habrá que revisar los materiales que se están comprando para ver las posibilidades de abaratarlo.

5.3.3. Hito 3

En este hito 3 coincide con la finalización de la tarea 5.56. En la siguiente tabla se muestran los valores del EVM para el hito 3 referentes al análisis del cronograma:

HITO	PV	AC	EV	SV	SPI
3	1.449.217,36 €	1.498.754,99 €	1.350.646,60 €	- 148.570,76 €	0,90

Tabla 23. Análisis de cronograma en el hito 3

En sintonía con los hitos anteriores de nuevo se obtiene un valor que indica que el proyecto de nuevo se ha retrasado en este hito ya que el $SPI < 1$. En este caso el proyecto se ha retrasado por un valor de 148.570,76 € esta vez debido a que cuando se establece el hito, la tarea 5.56 ni



había empezado y la tarea 5.55 iba al 65,21% de ejecución. Esto añadido al valor del retraso que se tenía en los anteriores hitos hace que la cifra aumente en gran magnitud.

Como se ha comentado anteriormente el SPI es menos que la unidad pero esto es debido al retraso que se llevaba de antes y a las tareas 5.55 y 5.56 que no se han ejecutado aún. Sin embargo el resto de tareas incluidas en este hito tienen un SPI igual a la unidad y aunque en su momento hayan tenido retraso a la hora de evaluarlas en la fecha del hito ya estaban realizadas.

En la siguiente tabla se muestran los valores para realizar el análisis de costes en el hito 3:

HITO	PV	AC	EV	CV	CPI
3	1.449.217,36 €	1.498.754,99 €	1.350.646,60 €	- 148.108,39 €	0,90

Tabla 24. Análisis de costes en el hito 3

Hasta el día 404 se ha gastado más de lo previsto por valor de 148.108,39 € tal y como lo refleja el índice CPI que es inferior a la unidad. Nos encontramos con tareas que han sido eficientes (CPI>1) y otras ineficientes. A continuación se muestra la curva S para los datos de PV, AC y EV en el hito 3:

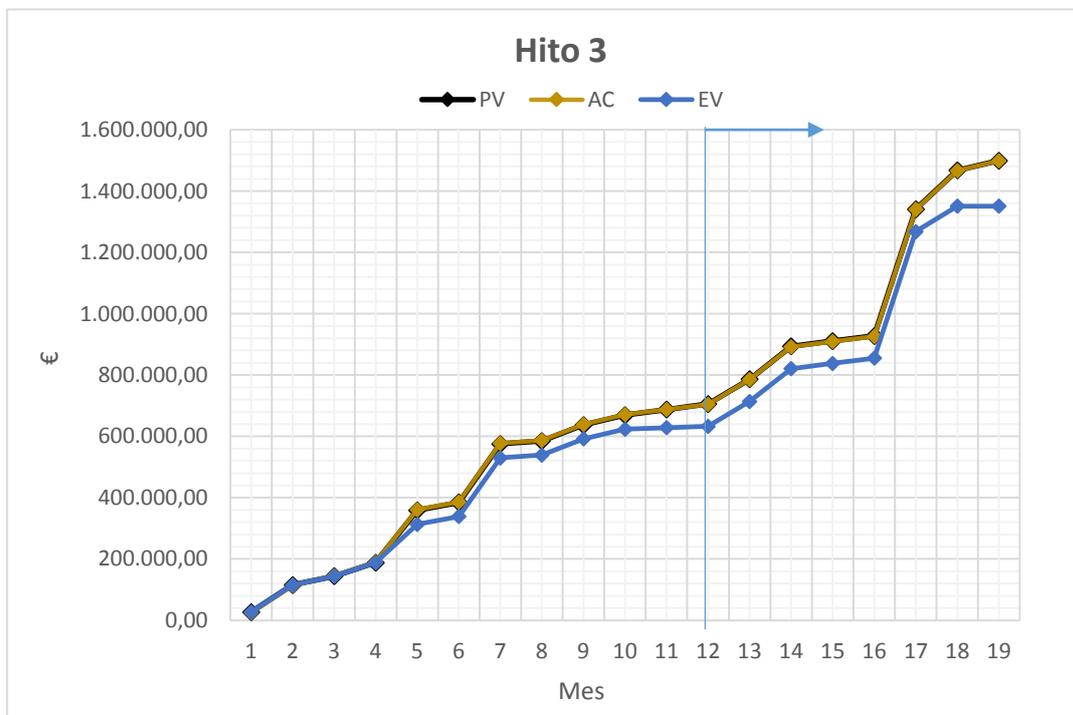


Figura 39. Gestión del valor ganado en el hito 3



- **Medidas a tomar en el hito 3**

Las medidas a tomar en este hito 3 de nuevo se repiten. Se produce sobrecoste y retraso por un valor bastante grande que ya se ha ido acumulando y que además se añade con el retraso de tareas que suponen una gran partida y que si se retrasan supondrán aun mayor coste del estimado. Será necesario la replanificación de actividades y aumento de recursos en aquellas tareas críticas que supongan un retraso o una amenaza de retraso y así se disminuirán los costes asociados a retrasos.

5.3.4. Hito 4: Finalización del proyecto

En la siguiente tabla se muestran los valores del EVM para la finalización del proyecto referentes al análisis del cronograma en el hito 4:

HITO	PV	AC	EV	SV	SPI
4	1.620.668,64 €	1.625.877,91 €	1.453.037,11 €	- 167.631,53 €	0,89

Tabla 25. Análisis de cronograma en el hito 4

Al finalizar el día 470 estimado para la finalización del proyecto se observa que se ha producido un retraso total por valor de 167.634,53 € y un SPI = 0.89 lo que significa que en este cuarto hito de nuevo se ha producido un retraso y ha aumentado el valor de dicho retraso debido a que la tarea 5.60 se ha completado al 66.6% y la tarea 5.61 al 0%.

En la siguiente tabla se muestran los valores para realizar el análisis de costes en el hito 4:

HITO	PV	AC	EV	CV	CPI
4	1.620.668,64 €	1.625.877,91 €	1.453.037,11 €	- 172.840,80 €	0,89

Tabla 26. Análisis de costes en el hito 4

De nuevo ha aumentado el valor de la cantidad gastada sobre la prevista en unos 24.000 €, por lo que se obtiene que al final del proyecto se ha gastado 172.840,80 € más de los previsto. En general el proyecto tiene un carácter eficiente aunque habrá tareas que son eficientes porque su CPI es mayor que la unidad. El retraso en la mayoría de tareas hace que se haya tenido que pagar más días de contratación a los operarios al igual que maquinaria. Las tareas subcontratadas cuyo coste no varía no se ven implicadas en este aspecto ya que el coste tienen es fijo, independientemente del tiempo de ejecución.



A continuación se muestra la curva S para los datos de PV, AC y EV en el hito 4 que será el último que se lleve a cabo y en el que se podrá apreciar por completo como ha ido evolucionando el proyecto.

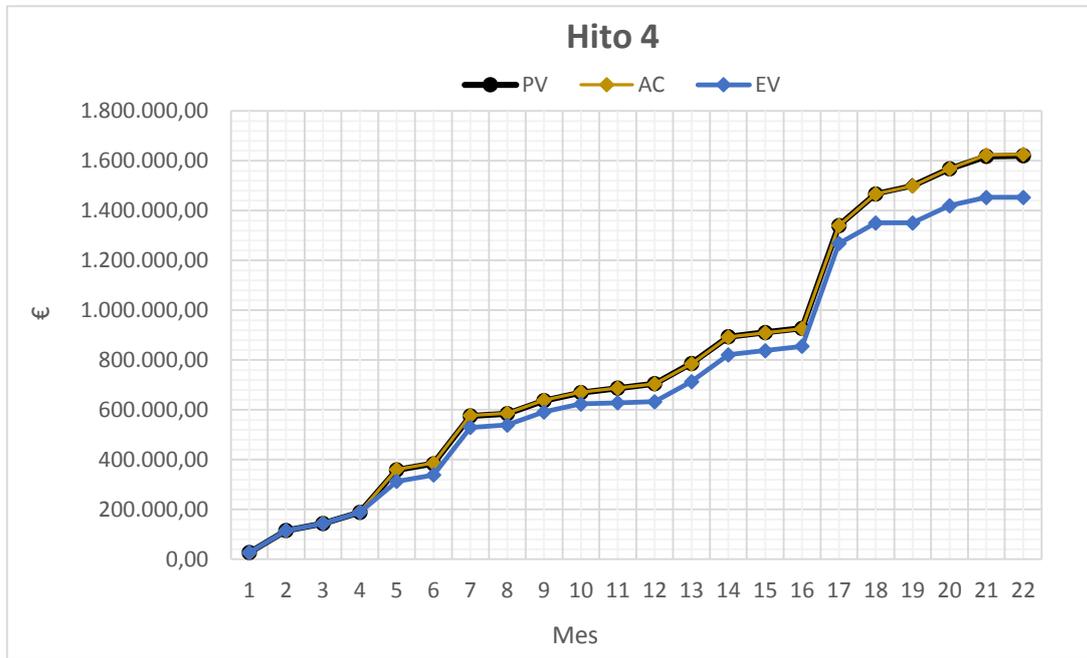


Figura 40. Gestión del valor ganado en el hito 4

Anteriormente ya se han comentado todas las semanas de la 19 atrás y ahora solo queda por ver de la 20 en adelante. Se ha aumentado la diferencia entre PV y AC con el EV. Esto se está produciendo por las tareas inacabadas a la hora de evaluar el fin del proyecto el día 470 de trabajo.

- **Medidas a tomar en el hito 4**

A la finalización del proyecto ya no se puede tomar ninguna medida para evitar retrasos, esas medidas se tendrían que haber tomado en los hitos anteriores.

- **Conclusiones**

Sin embargo si se puede sacar una serie de conclusiones interesantes a la hora de tomar medidas en meses anteriores. Se puede observar como las tareas de urbanizado que tienen una duración muy corta apenas provocan retraso ni sobrecoste, excepto algunas excepciones, y es a partir del urbanizado en el cuarto mes cuando se empiezan a observar retraso en las tareas. A partir de aquí en adelante empieza a incrementar los retrasos debido a que la mayoría de tareas que se realizan son al descubierto y el riesgo es más alto de retraso que cuando se realizan en el interior



de un edificio. Así se demuestra que en el mes 17 que es cuando se realizan las tareas interiores en el edificio se puede apreciar que el sobrecoste y retraso apenas incrementa.

Por lo tanto el sobrecoste y retraso estarán presentes continuamente en el proyecto y habrá que actuar aumentando los recursos o planificando horas extra necesarias para que se realicen en el tiempo estimado o incluso en menos tiempo de lo estimado para disponer de un margen, así evitaremos retrasos y sobrecostes que vienen determinados por tener que pagar a los operarios y a la maquinaria más días de lo estipulado.

Gracias a este análisis de valor ganado es posible conocer la evolución del proyecto e ir tomando acciones correctoras que hacen que los errores no se arrastren en el futuro y anteponerse a posibles contratiempos.



6. Conclusiones y líneas futuras

6.1. Conclusiones

El trabajo fin de grado “Análisis de Riesgos en la Construcción de un Hotel Enoturístico” se ha encargado de mostrar la versatilidad de las herramientas utilizadas en la gestión de proyectos basadas en las directrices que marca el PMBOK. A lo largo del trabajo se ha insistido en la importancia que tiene implicar a todos los interesados en la gestión de proyectos y la correcta planificación y evaluación de cada una de las tareas necesarias para ejecutar el proyecto en cuestión.

Siguiendo las directrices que marca el PMBOK se han desarrollado a lo largo del trabajo diferentes herramientas que tienen como objetivo la buena gestión de proyectos. Se estableció en primer lugar el Acta de Constitución que fue el punto de partida a través del cual se obtuvo un alcance que a su vez permitió establecer una EDT y cronograma con un presupuesto asociado. Seguidamente se realizó una identificación y análisis de riesgos que será uno de los puntos más importantes del proyecto, los cuales serán necesarios gestionarlos correctamente e implicar al personal involucrado en el proyecto para que el resultado que se obtenga sea correcto.

Posteriormente se ha establecido un modelo estocástico para las tareas componentes del proyecto con distintas distribuciones de probabilidad y se ha simulado y analizado con la herramienta “Crystal Ball”. Dicho análisis se lleva a cabo ya que el modelo determinista que se estableció desde un principio no aborda todos los contratiempos y, en general, los riesgos a los que se presentan un proyecto. Con dicho análisis se ha conseguido visualizar que el proyecto va a tener una grandísima probabilidad de que se retrase y lleve sobrecostes. Esto resulta menos extraño cuando se observa el dato proporcionado por el PMBOK de que el 95% de los proyectos no cumplen alguna de las tres características principales en la gestión de un proyecto que son plazo, presupuesto y especificaciones.

Sin embargo, teniendo en cuenta la continua implicación, evaluación y gestión proactiva del proyecto, y sabiendo mediante el análisis de sensibilidad de Crystal Ball las tareas que más influyen negativamente, se han proporcionado acciones correctoras para cada tipo de distribución que trate de eliminar o suavizar los retrasos y sobrecostes que se están produciendo. De esta manera se ha llevado a cabo un análisis muy completo de la ejecución del proyecto en forma de simulación y con distintas distribuciones de probabilidad que abordan un abanico amplio de lo que podría ser la realidad.



Por último se ha realizado un análisis de valor ganado con el que se trata de ver la evolución de la ejecución del proyecto y tomar medidas correctoras lo antes posible y que no se arrastren más adelante en la propia ejecución. Para ello se han establecido tres hitos intermedios y un hito final y a los que se les ha signado una fecha gracias a la programación del cronograma en la herramienta "Microsoft Project". En todos ellos el análisis ha arrojado que el proyecto se ejecutará con retraso y sobrecostos siendo dichos retrasos y sobrecostos más pronunciados en unos hitos que otros dependiendo del tipo de tareas que se estén ejecutando. En general las acciones correctoras que se proporcionan son la replanificación de tareas y el aumento de recursos tanto humanos como temporales para adaptar la ejecución real de la tarea a lo planificado inicialmente.

Por último, es importante reseñar la importancia y versatilidad de las que se componen estas herramientas y la gran utilidad para los distintos proyectos para los que se puede utilizar. Estos aspectos únicos serán los que hagan que las herramientas para el análisis de riesgo sean de las herramientas más utilizadas en todo el mundo y sean reconocidas por libros y distintos autores a nivel internacional.

6.2. Líneas futuras

En la gestión de proyectos uno de los aspectos más importantes y lo que diferenciara a un buen Project Manager de otro será capacidad de anteponerse a problemas y contratiempos que solo esa persona puede visualizar ya sea por sus facultades especiales o por su experiencia en el mundo de la gestión de proyectos. Esto evidentemente se consigue con un Project Manager reconocido y experimentado que haya demostrado su eficacia a la hora de gestionar proyectos pero también con un equipo a sus espaldas que le dotan de información y estadísticas muy importantes que hacen que al analizar el proyecto en forma de simulación sea bastante parecido a lo que sería la realidad.

La primera carencia de información se produce a la hora de establecer las duraciones y el costo de cada una de las tareas. Es necesario disponer de un equipo de personal perteneciente al mundo de la construcción y con experiencia para que concuerden una duración y un costo más ajustado a la realidad del que puede ofrecer una persona que no tiene relación ninguna con el mundo de la construcción.

La construcción de un modelo que precise un mayor nivel de detalle hará una representación más fiel de lo que supone la realidad. Sin embargo acceder a informaciones y estadísticas,



incluso a personal que gestione dicho contenido tiene un valor económico alto que se tendrá que compatibilizar con el presupuesto que se dispone para realizar el proyecto en su conjunto. De esta manera para el presente proyecto no se ha podido disponer ni de la información ni del personal adecuado.

En esta línea, una de las medidas interesantes sería disponer de información estadística y un personal que gestione datos como podría ser datos históricos de proyectos similares y las duraciones de tareas que se llevaron a cabo al igual que el coste y materiales que se utilizaron, realizando una comparación.

También es de gran importancia el tema de la meteorología y disponer de datos históricos que hagan tomar decisiones acerca de cuándo sería más conveniente empezar a ejecutar el proyecto y ciertas tareas todo ello contando en la zona de España en la que nos encontramos.

Por otro lado a la hora de establecer una duración de las tareas y conformar un cronograma se ha realizado a través de la herramienta "Microsoft Project". Esto ha permitido establecer unas fechas de calendario para el principio y fin de cada tarea. A pesar de ello, no sea conseguido exprimir al 100% dicha herramienta a la que se le pueden asignar recursos en función de la tarea. En esta línea se puede realizar una asignación de recursos que se podrá ir variando a medida que se realizan hitos y se toman medidas correctoras de manera que se puedan recalcular las fechas de finalización de las tareas sucesoras, dato interesante para manejar fechas de finalización del proyecto. A través de dicha herramienta también es posible comparar otro proyecto que nos permitiría tomar decisiones basadas en la experiencia.

Así pues este trabajo fin de grado perteneciente a la gestión de proyectos es el punto de partida para iniciar un trabajo y una utilización más a fondo de las diferentes herramientas y software disponibles para cualquier Project Manager, así como desarrollar nuevas caminos hacia la mejora de la gestión de proyectos.



7. Bibliografía

- [1] Guía de los fundamentos de la dirección de proyectos”, (Guía del PMBOK). Quinta edición, año 2013.
- [2] Plan General de Ordenación Urbana. Montilla, 4 de Mayo de 2011.
- [3] Apuntes y transparencias de la asignatura Gestión de Proyectos, Grado de Ingeniería de Organización Industrial. Curso 2013-2014. Universidad de Sevilla.
- [4] *Denominación de Origen Montilla-Moriles*: <<http://www.montillamoriles.es/conoce-montilla-moriles/la-denominaci%C3%B3n-de-origen/un-poco-de-historia>> [Consulta: 26-03-2015]
- [5] *Bodegas Alvear*: < <http://www.alvear.es/index.php/es/alvear-bodega>> [Consulta 27-03-2015]
- [6] *Bodegas Cruz Conde*: < <http://www.bodegascruzconde.es/instalac.htm>> [Consulta: 27-03-2015]
- [7] ESPEJO ALONSO, R.A. (2015). *Hotel Enoturístico en Bodegas Alvear*. Proyecto Fin de Carrera. Sevilla: Universidad de Sevilla.
- [8] RIVERO CASTRO, P. (2011). *Análisis de Riesgos en la Implantación de una Infraestructura de Recarga para Vehículos Eléctricos*. Proyecto Fin de Carrera. Sevilla: Universidad de Sevilla.
- [9] ABAURREA CASTRO, F. (2014). *Análisis de Riesgos en la Gestión de Proyectos. Aplicación en la Ampliación de una Central Agroalimentaria*. Trabajo Fin de Grado. Sevilla: Universidad de Sevilla.
- [10] “Manual de uso de Crystal Ball 7.2. Guía de Inicio”, Decisioneering, Inc., año 2006.



Anexo I. Manual Crystal Ball

ÍNDICE

1. Crystal Ball.....	115
2. Comenzar Crystal Ball	116
3. Definir variables de entrada.....	117
4. Definir pronósticos.....	119
5. Ejecutar la simulación	120
6. Ejecutar un paso un simple.....	122
7. Opciones avanzadas.....	122
8. Cerrar Crystal Ball.....	125



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 computadora.



Figura A1.1. 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.

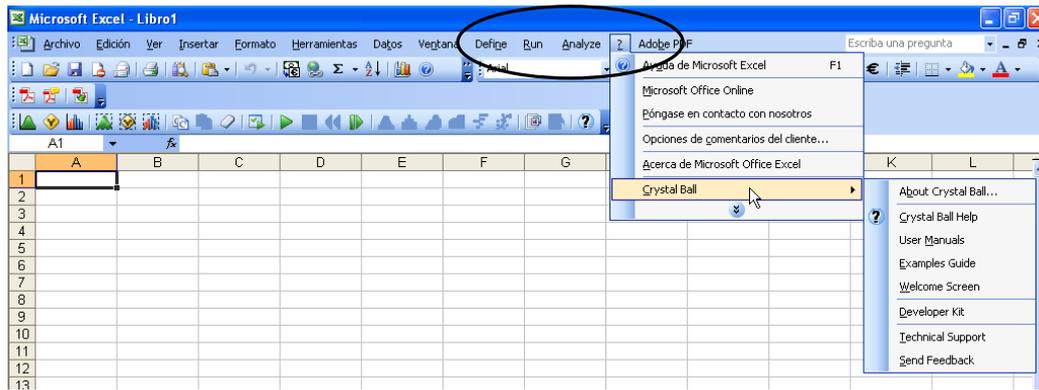


Figura A1.2. Menús de Crystal Ball en Excel

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 A1.3. 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.

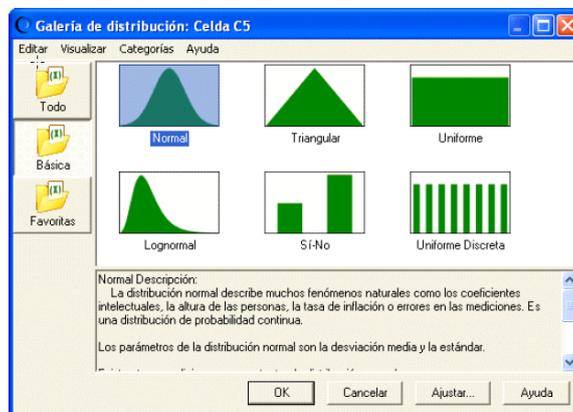


Figura A1.4. Galería de distribución

3. Haga clic en la Distribución deseada.

4. Haga clic en OK.

Aparecerá el diálogo de la distribución elegida.

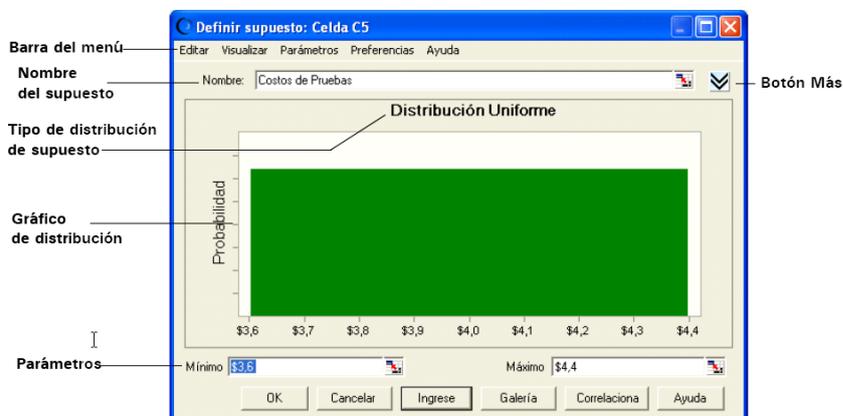


Figura A1.5. Distribución uniforme

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.

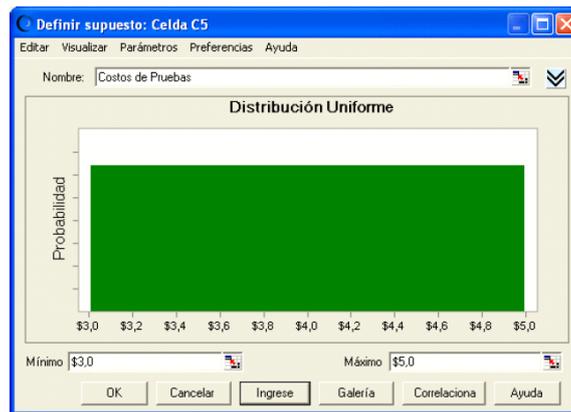


Figura A1.6. Distribución uniforme final

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.

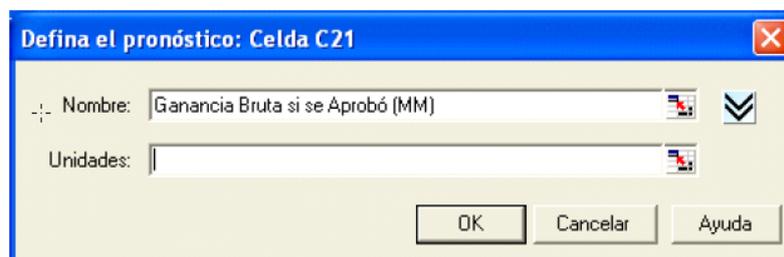


Figura A1.7. Dialogo de definición de pronóstico

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 A1.8.

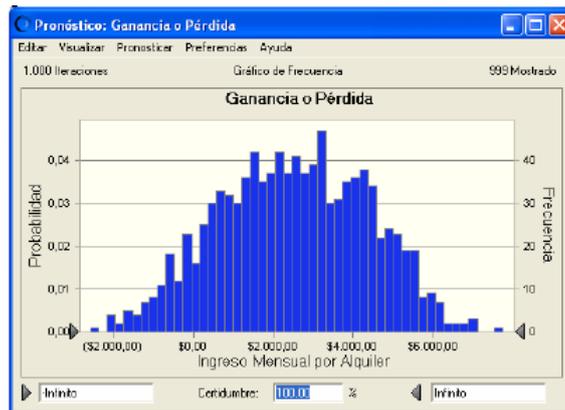


Figura A1.8. Pronóstico de Pérdidas y Ganancias

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.

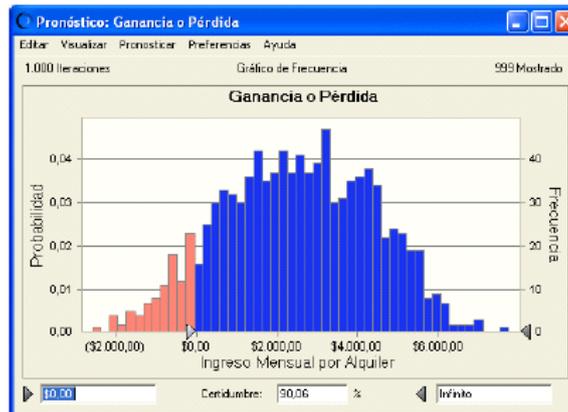


Figura A1.9. Posibilidad de generar ganancias

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.

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 un 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 A1.10. 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.

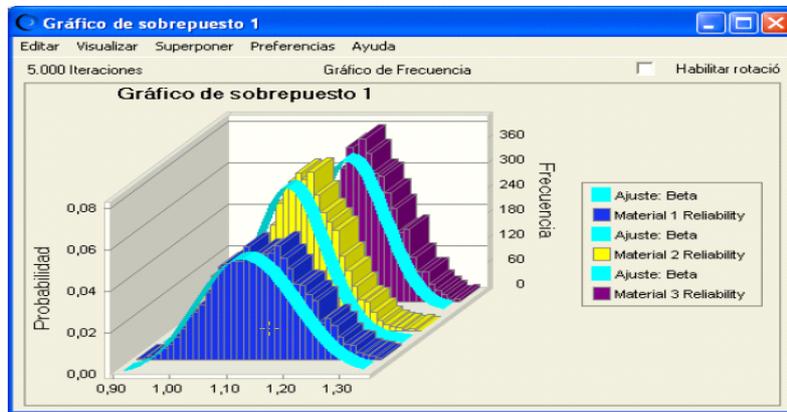


Figura A1.11. Gráfico de Sobrepuesto con pronósticos y líneas de mejor ajuste

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 A1.12. 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.

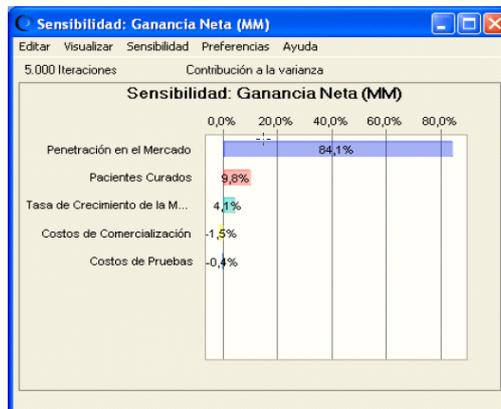


Figura A1.13. Efectos de los supuestos sobre la Ganancia Neta

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.

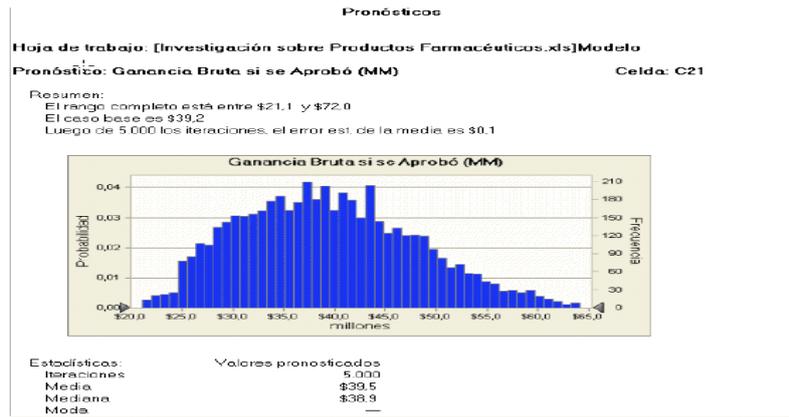


Figura A1.14. Ejemplo de informe de pronóstico

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	Coficiente de Asimetria	-0,0403	-0,0127
9	Curtosis	2,92	2,97
10	Coficiente 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	\$6.033

Figura A1.15. 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 Reseteo o en Ejecutar > Reseteo 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.