

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID  
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS EN TOPOGRAFÍA,  
GEODESIA Y CARTOGRAFÍA

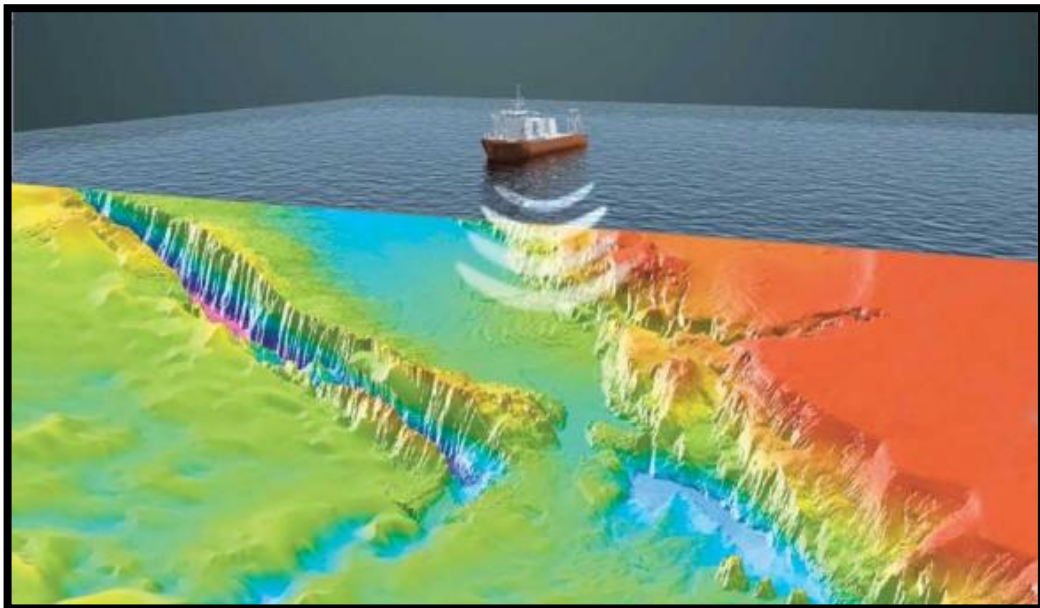
TITULACIÓN DE INGENIERO TÉCNICO EN TOPOGRAFÍA



**PROYECTO FIN DE CARRERA**



**GESTIÓN DE RIESGOS EN PROYECTOS: APLICACIÓN A  
CAMPAÑA BATIMÉTRICA**



Madrid, (Abril 2014)

*Tutores: Rafael Guadalupe García  
César García Aranda*

*Alumno: Lorenzo Sánchez Pacheco*







*A Rafael Guadalupe y Cesar García por toda su experiencia y conocimiento transmitido.*

*A Guisell, por estar ni cuando yo estaba. Te quiero.*

*A todos aquellos que de alguna u otra forma habéis formado parte de este largo camino, (no me atrevo a dar nombres que 10 años dan 'pa mucho).*

*Gracias, junto a vosotros todo fue más llevadero.*

*A mi familia, por todas esas velitas que alumbraron el camino,  
No las apaguéis aún.*

*Y especialmente a mis padres, Lorenzo y Charo, por su apoyo en todo lo hago, por su paciencia y la ilusión y pasión que me inspiran. Sé que también os quitáis un gran peso de encima. Os Quiero*

*Gracias a Todos.*





## Tabla de contenido

Tabla de Ilustraciones.....	1
Capítulo 1- Introducción y descripción del Proyecto.....	5
1. Introducción.....	5
2. Descripción del Proyecto .....	5
2.1. Objetivos.....	5
2.2. Metodología .....	6
Capítulo 2 - Gestión de Riesgos .....	7
1. Introducción.....	7
1.1. Clasificación de los Riesgos .....	8
1.2. Factores que afectan a un Riesgo.....	8
1.3. Actitud frente al Riesgo .....	9
1.4. Áreas de Tolerancia y Umbrales de Riesgo .....	9
2. Proceso de Gestión de Riesgos .....	10
2.1. Procesos para la Gestión de los Riesgos y su interacción .....	11
2.2. Roles en el proceso de Gestión de los Riesgos.....	12
3. Identificar los Riesgos: .....	14
3.1. Identificar los Riesgos.....	14
4. Evaluar los riesgos:.....	17
4.1. Antes de Evaluar los Riesgos .....	17
4.2. ¿Cómo Evaluar los Riesgos? .....	18
4.2.1. Análisis Cualitativo: .....	18
4.2.2. Análisis Cuantitativo:.....	19
4.3. Resultados del proceso Evaluar los Riesgos .....	19
5. Tratar los riesgos:.....	20
5.1. Antes de Tratar los Riesgos .....	20
5.2. ¿Cómo Tratar los Riesgos? .....	20
5.2.1. Estrategias para tratar los riesgos negativos o amenazas.....	20
5.2.2. Estrategias para tratar los riesgos positivos u oportunidades.....	21
5.3. Salidas de Tratar los Riesgos.....	21
6. Controlar los riesgos: .....	22
6.1. Antes de Controlar los Riesgos.....	23
6.2. ¿Cómo Controlar los Riesgos? .....	23
6.3. Salidas de Controlar los Riesgos .....	24



Capítulo 3: Descripción de proyecto: Campaña batimétrica .....	25
1. Introducción .....	25
2. Objetivos del proyecto .....	25
3. Aspectos técnicos previos a la toma de datos .....	25
3.1. Red Topográfica .....	25
3.2. Mareógrafos.....	26
3.3. Ecosonda Multihaz.....	27
3.3.1. Instalación de equipos.....	29
3.3.2. Calibración de la ecosonda.....	30
3.4. Sensor de velocidad del sonido en agua.....	31
3.5. Sensores de movimiento .....	32
3.6. Sistemas informáticos.....	33
4. Técnicas de posicionamiento durante la toma de datos .....	34
4.1. Posicionamiento de la embarcación.....	34
5. Trabajo de Campo .....	35
5.1. Definición de zonas .....	35
5.2. Rutina de sondeo y Toma de datos .....	36
6. Trabajos de Gabinete .....	37
6.1. Procesado de datos.....	37
6.2. Análisis de datos .....	39
6.3. Móldele Digital.....	39
Capítulo 4: Planificación de la Campaña .....	41
1. Introducción .....	41
2. Proyecto Nuevo.....	41
2.1. Establecimiento de las variables de entorno.....	42
2.2. Establecimiento de las variables del plan.....	44
3. EDT.....	45
4. Duración de las Actividades. ....	48
5. Establecimiento de Precedencias (vínculos).....	49
6. Creación de una base de datos de recursos .....	49
7. Asignación de recursos a las actividades .....	50
8. Análisis de la planificación .....	51
8.1. Inconsistencias en la planificación.....	51
8.1.1. Calendarios: .....	51





8.1.2.	Restricciones: .....	52
8.1.3.	Predecesores / Sucesores: .....	52
8.1.4.	'Lógica' (relaciones y dependencias entre las actividades): .....	52
8.1.5.	Tipo de Actividades: .....	52
8.1.6.	Tipo de Duración: .....	52
8.1.7.	Opciones de planificación: .....	53
8.1.8.	Holguras: .....	53
8.1.9.	WBS: .....	53
8.1.10.	Actividad ID:.....	53
8.1.11.	Nombre de la actividad: .....	53
Capítulo 5: Aplicación del Análisis de Riesgos .....		59
1.	Introducción.....	59
2.	Resumen del proceso.....	60
3.	Método Determinista .....	61
4.	Método probabilístico .....	62
4.1.	Incertidumbre en la planificación.....	62
4.2.	Simulación Monte-Carlo sobre la incertidumbre del Riesgos.....	63
4.3.	Resultados de la Incertidumbre de riesgo.....	64
4.3.1.	Camino crítico.....	64
5.	Análisis de Riesgos .....	71
5.1.	Análisis cualitativo.....	71
5.2.	Análisis cuantitativo.....	74
6.	Eventos de Riesgo .....	75
6.1.	Construir Plan de Riesgos Impactados .....	76
6.1.1.	"Plan" Original:.....	77
6.1.2.	"Plan" Pre-mitigado:.....	77
6.1.3.	"Plan"Post-mitigado:.....	78
6.2.	Simulación Monte Carlo de los eventos de riesgo.....	78
6.3.	Información Resultados para Eventos de Riesgo .....	80
6.3.1.	Gráficas de Distribución .....	80
6.3.2.	Gráficas tornado:.....	84
6.4.	Comparación de los resultados.....	86
Capítulo 6: Presupuesto.....		89
1.	Planificación del Proyecto Fin de Carrera.....	89



---

2. Tabla de costes .....	90
3. Resumen Presupuesto de Planificación .....	91
3.1. Presupuesto de la Planificación .....	91
Capítulo 7: Conclusiones .....	93
Capítulo 8: Bibliografía .....	97
1. Documentos .....	97
2. Programas Informáticos .....	98
3. Páginas Web .....	98
Capítulo 9: Anexos.....	99
Anexo 1: Informes del Análisis de Riesgos (OPRA).....	99
Anexo 2: Manual Primavera Risk Analysis.....	99



## Tabla de Ilustraciones

Ilustración 1: Proceso de Gestión e Integración del Riesgo (ISO21500) .....	11
Ilustración 2: Esquema de Registro de Riesgos .....	16
Ilustración 3: “causa – riesgo –efecto” .....	17
Ilustración 4: Equipos de la medición de las bases topográficas.....	26
Ilustración 5: Situación y colocación de mareógrafo.....	27
Ilustración 6: Esquema del funcionamiento de una ecosonda.....	28
Ilustración 7: Equipo combinado (ecosonda multihaz y sonar de barrido lateral) .....	29
Ilustración 8: Soportes retractiles para la instalación de las ecosondas.....	30
Ilustración 9: Sensor de velocidad del sonido .....	31
Ilustración 10: Detalle transductor y reflector .....	31
Ilustración 11: Balanceo, Cabeceo, Rumbo. ....	32
Ilustración 12: Sensor de movimientos Octans (Cabeceo, Balanceo, Rumbo y Oleaje). 33	
Ilustración 13: Software HYPACK.....	33
Ilustración 14: Posicionamiento GPS. ....	34
Ilustración 15: Equipos de posicionamiento.....	35
Ilustración 16: Cobertura entre pasadas. ....	36
Ilustración 17: Correcciones de la marea .....	37
Ilustración 18: Velocidad del sonido en el agua .....	38
Ilustración 19: Edición y filtrado de datos .....	39
Ilustración 20: Modelo digital del terreno.....	40
Ilustración 21: Nuevo plan .....	42
Ilustración 22: Opciones de la planificación .....	43
Ilustración 23: Información del Plan.....	44
Ilustración 24: Unidades de planificación.....	44
Ilustración 25: Mapa mental de la campaña batimétrica.....	45
Ilustración 26: Introducción de la EDT.....	46
Ilustración 27: EDT .....	47
Ilustración 28: Duración de las actividades .....	48
Ilustración 29: Establecimiento de Precedencias .....	49



Ilustración 30: Creación de recursos.....	50
Ilustración 31: Asignación de Recursos.....	51
Ilustración 32: Opciones de la validación del calendario.....	54
Ilustración 33: Informe de validación del calendario.....	54
Ilustración 34: Diagrama espacio-tiempo Campaña Batimétrica .....	55
Ilustración 35: Diagrama espacio-tiempo de las zonas.....	56
Ilustración 36: Diagrama espacio-tiempo de los Trabajos de Campo.....	56
Ilustración 37: Diagrama espacio-tiempo de los Trabajos de Gabinete .....	57
Ilustración 38: Resumen del proceso de Análisis de Riesgo .....	60
Ilustración 39: Calendario Determinista .....	61
Ilustración 40: Opciones de incertidumbre.....	62
Ilustración 41: Incertidumbre en la Duración .....	63
Ilustración 42: Simulación Monte Carlo.....	63
Ilustración 43: Informe de distribución del perfil crítico .....	65
Ilustración 44: Opciones del Informe del camino critico .....	66
Ilustración 45: Informe del camino critico .....	66
Ilustración 46: Gráfico de Distribución de las Fechas de Finalización .....	67
Ilustración 47: Gráfico de Distribución de las Fechas de Finalización .....	68
Ilustración 48: Sensibilidad de la Duración .....	69
Ilustración 49: Sensibilidad del Coste.....	69
Ilustración 50: Risk Scoring.....	71
Ilustración 51: Riesgos Cualitativos.....	72
Ilustración 52: Matriz de Riesgo Pre- mitigada .....	73
Ilustración 53: Matriz de Riesgo Post- mitigada .....	73
Ilustración 54: Riesgos Cuantitativos Pre-mitigados.....	74
Ilustración 55: Riesgos Cuantitativos Post-mitigados .....	74
Ilustración 56: Plan de Riesgos Impactados .....	76
Ilustración 57: Plan Original .....	77
Ilustración 58: "Plan" Pre-mitigado.....	77
Ilustración 59: "Plan" Post-mitigado .....	78



Ilustración 60: Simulación Monte Carlo (Plan Pre-mitigado) .....	79
Ilustración 61: Simulación Monte Carlo (Plan Post-mitigado).....	79
Ilustración 62: Gráfica de Distribución de las Fechas de Finalización (Plan Pre-mitigado) .....	80
Ilustración 63: Gráfica de Distribución de las Duraciones (Plan Pre-mitigado).....	81
Ilustración 64: Gráfica de Distribución de los Costos (Plan Pre-mitigado).....	81
Ilustración 65: Gráfica de Distribución de las Fechas de Finalización (Plan Post- mitigado).....	82
Ilustración 66: Gráfica de Distribución de las Duraciones (Plan Post-mitigado) .....	82
Ilustración 67: Gráfica de Distribución de los Costos (Plan Post-mitigado) .....	83
Ilustración 68: Gráfica Tornado, Sensibilidad de las Duraciones (Plan Pre-mitigado) ...	84
Ilustración 69: Gráfica Tornado, Sensibilidad del Coste (Plan Pre-mitigado).....	84
Ilustración 70: Gráfica Tornado, Sensibilidad de las Duraciones (Plan Post-mitigado)..	85
Ilustración 71: Gráfica Tornado, Sensibilidad de los Costos (Plan Post-mitigado).....	85
Ilustración 72: Comparación de las Fechas de Finalización.....	86
Ilustración 73: Comparación de las Duraciones (días).....	86
Ilustración 74: Comparación de los Costes.....	86
Ilustración 75: Comparación gráfica de las Fechas de Finalización .....	87
Ilustración 76: Comparación gráfica de los Costes.....	87
Ilustración 77: Planificación de la realización del PFC.....	89



Universidad Politécnica de Madrid  
Titulación en Ingeniero Técnico en Topografía  
**Gestión de Riesgos en Proyectos: Aplicación a  
Campaña Batimétrica**

---





# Capítulo 1- Introducción y descripción del Proyecto

---

## 1. Introducción

Los métodos tradicionales de planificación tienen una escasa eficacia para la gestión de los riesgos.

En la mayoría de los proyectos se planifica mediante métodos deterministas, es decir, se predetermina que actividades deben hacerse para terminar un proyecto. Se asume que todas las actividades se harán antes o después y que la terminación de todas marca el final del proyecto. La duración de una actividad es lo único que se considera incierto.

Para muchos tipos de proyectos, particularmente aquellos en los cuales los procesos no son bien conocidos, hay muchas más cosas inciertas que se deberían considerar.

Los nuevos recursos accesibles principalmente la creciente capacidad de los ordenadores, ha permitido hacer viable la simulación de modelos de predicción y su recogida de datos en diversos ámbitos.

## 2. Descripción del Proyecto

### 2.1. Objetivos

El objetivo global de este proyecto es el estudio del análisis de los riesgos en proyectos. Los temas a tratar serán los siguientes:

- Estudiar los métodos y las herramientas de la gestión de análisis de los riesgos en proyectos.
- Creación de un proyecto tipo para su posterior aplicación de los procesos de análisis de riesgos, en concreto un proyecto tipo de características sensibles y en nuestro caso una campaña batimétrica.



- Diseño de una planificación adecuada y sin inconsistencias.
- Identificar los riesgos del proyecto tipo.
- Realizar el análisis cualitativo de Riesgos.
- Realizar el análisis cuantitativo de Riesgos.
- Planificar las respuestas a los Riesgos.
- Analizar las distintas respuestas de los riesgos.
- Comparar las diferencias entre la planificación determinista y la realizada tras el análisis de riesgos.

## **2.2. Metodología**

El paso inicial del proyecto será el estudio y la documentación sobre proyectos batimétricos para poder ajustar la posterior planificación y análisis de los riesgos todo lo posible teniendo en cuenta que se trata de una campaña batimétrica tipo.

Tras la documentación y estudio de la campaña batimétrica tipo, y siguiendo las metodologías 21500, 31000 y PMBOK, se realizará la ETD de la misma y se estimarán los recursos, asignaremos los recursos a las actividades, se realizará la red de precedencias, calcularemos el camino crítico y estableceremos el plan de hitos para posteriormente utilizando las funciones de distribución adecuadas, realizar el análisis de riesgo mediante el método Monte Carlo, es decir, se calculará la incertidumbre de las actividades, se realizará la identificación de los riesgos tanto cualitativos como cuantitativos, se asignará los riesgos a las actividades, y se evaluará las acciones de mitigación para los riesgos, crearemos el impacto de estos en las actividades y crearemos los calendarios pre y post mitigados de la planificación para su posterior análisis.





# Capítulo 2 - Gestión de Riesgos

---

## 1. Introducción

¿Cuándo acabará el proyecto? ¿Cuánto costará? Estas son las preguntas que surgen en cualquier planificador, incluso de cualquier persona a la hora de planear un proyecto, sin importar de la materia de la que se trate.

Todos coinciden en una cosa, se preguntan por el “riesgo”.

Antes de comenzar, definiremos ¿Que es un riesgo?

Según el *PMBOK*: riesgo es un evento incierto o condición que, si ocurre, tiene un efecto positivo o negativo en los objetivos del proyecto. Objetivos, pueden ser por ejemplo alcance, plazo, coste y calidad.

Según *la ISO 31000:2009 – Gestión de riesgos. Principios y guías*: riesgo es el efecto de la incertidumbre en los objetivos.

La *ISO21500* no da una definición de riesgo como tal pero indica que: “La finalidad de identificar los riesgos es determinar eventos de riesgo potenciales y sus características, que, si ocurren, pueden tener un impacto positivo o negativo sobre los objetivos del proyecto”.

Podemos observar que las tres definiciones están muy alineadas unas con las otras.

Existe la idea que asocia el riesgo a algo negativo. Los riesgos pueden tener un impacto negativo sobre los objetivos en cuyo caso lo denominaremos amenaza o pueden tener un impacto positivo en cuyo caso lo denominaremos oportunidad. Podemos y debemos gestionar oportunidades para mejorar el resultado de nuestros proyectos y compensar el impacto negativo de las amenazas.

Como vemos todo proyecto tiene riesgos. Aquellos proyectos que triunfan son los que identifican y gestionan los riesgos. La gestión del riesgo permite ahorro de tiempo, y dinero, cuantificando tanto los riesgos como las oportunidades.



En este capítulo nos adentraremos en la gestión de los riesgos en los proyectos, siguiendo muy de cerca la guía del PMBOK y el estándar ISO21500.

## 1.1. Clasificación de los Riesgos

Existen diferentes formas de clasificar los riesgos.

Nos encontramos con dos tipos de riesgos, los riesgos del negocio y el riesgo puro:

- **Riesgo del negocio:** existe un riesgo de ganar o perder (nuevo negocio)

- **Riesgo puro (asegurable):** solo existe riesgo de pérdida (incendio)

Categorías de riesgos:

También los riesgos pueden ser clasificados por categorías:

- **Financieros:** (mercados, fiscalidad, falta de liquidez, tipos de interés, insuficiencia de capital propio, cambios macro-económicos)

- **Normativos:** (cambios regulatorios, incumplimiento de acuerdos, códigos éticos y de conducta)

- **Estratégicos:** (riesgo tecnológico, inadecuación de la estructura organizativa, pérdida de personal clave en la organización)

- **Operacionales:** (elaboración inadecuada de ofertas, insuficiente control de costes, fallos en el servicio y soporte al cliente, inseguridad en los sistemas de información)

## 1.2. Factores que afectan a un Riesgo

El riesgo puede estar afectado por diversos factores que harían que de ser elevados, incrementarían la ocurrencia del riesgo:

- **Probabilidad:** la probabilidad de que un riesgo (amenaza u oportunidad) pueda ocurrir. En el caso de que la probabilidad sea del 100% ya no es un riesgo, *es un hecho, es decir un problema.*



- **Impacto:** el efecto en el proyecto si el riesgo ocurre. (Consecuencia)
- **Tiempo esperado:** cuando podría ocurrir durante la vida del proyecto.
- **Frecuencia del evento:** cuantas veces podría ocurrir el riesgo durante la vida del proyecto.

### 1.3. Actitud frente al Riesgo

La actitud ante el Riesgo es “una respuesta escogida ante la incertidumbre que importa, conducida por la percepción”, los individuos y los grupos adoptan actitudes ante el riesgo inconsciente o conscientemente, dentro de un rango entre “reacio al riesgo” y “buscador de riesgo”.

### 1.4. Áreas de Tolerancia y Umbrales de Riesgo

Es importante determinar en qué áreas la compañía y las principales partes interesadas del proyecto están dispuestas a aceptar el riesgo.

Normalmente las áreas de tolerancia al riesgo son asociadas a las restricciones del proyecto (alcance, tiempo, coste, calidad, riesgos, recursos y satisfacción del cliente). Otras áreas de tolerancia al riesgo pueden ser el tiempo de inactividad de los trabajadores y de la maquinaria o las reclamaciones.

Estas áreas son tenidas en cuenta después de la identificación de los riesgos para su **priorización**.

El Umbral de riesgo viene ligado a lo anterior. Significa “cuanto es demasiado”, refiriéndose tanto a todo el proyecto o a un área de tolerancia.



## 2. Proceso de Gestión de Riesgos

El proceso de gestión de riesgos nos permite tomar el control de los proyectos mediante el conocimiento y reducción de las incertidumbres. Los objetivos de la gestión de riesgos en los proyectos es incrementar la probabilidad e impacto de las oportunidades y disminuir la probabilidad e impacto de las amenazas. La gestión de riesgos no es una actividad opcional, es esencial para una óptima gestión de proyectos.

En la realización de una planificación desde un punto de vista determinista se establecen caminos críticos y fechas de cumplimiento de hitos. Un análisis cuantitativo de riesgos analiza la incertidumbre de las duraciones estimadas (por ejemplo mediante un análisis Monte Carlo) pudiendo establecer fechas alternativas y caminos críticos más realistas con los riesgos del proyecto.

El proceso de gestión de riesgos no sustituye al resto de los procesos de gestión de proyectos. Por el contrario necesita de su realización con las mejores prácticas posibles, para posteriormente añadir la perspectiva del riesgo, estableciendo si son precisas las **contingencias** oportunas de plazo y coste para cubrirlos.

En el caso de que se llegaran a producir estos riesgos, se dispondrá de estas contingencias, pero si fruto de nuestra gestión de los riesgos, los eliminamos, reducimos su impacto o reducimos su probabilidad, habremos conseguido un ahorro y una mejora de los costes y/o plazo del proyecto.

## 2.1. Procesos para la Gestión de los Riesgos y su interacción

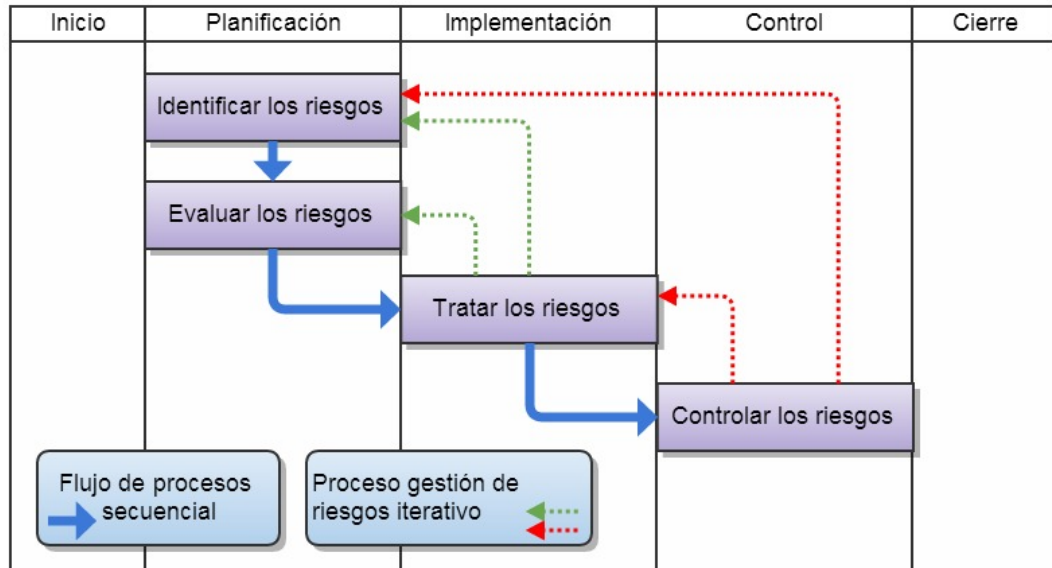


Ilustración 1: Proceso de Gestión e Integración del Riesgo (ISO21500)

Podemos observar en el gráfico adjunto que encontraremos procesos relacionados con el riesgo en los grupos de planificación, implementación y control.

De manera secuencial tendríamos:

- Identificar los riesgos
- Evaluar los riesgos
- Tratar los riesgos
- Controlar los riesgos

Asimismo es importante destacar el carácter iterativo de la gestión de riesgos, representado por:

- Flujo de vuelta del proceso “Controlar los riesgos” hacia los procesos “Identificar riesgos” y “Tratar los riesgos”
- Flujo de vuelta del proceso “Tratar los riesgos” hacia los procesos “Identificar riesgos” y “Evaluar los riesgos”.



Estos flujos de vuelta son debidos a que en la naturaleza de los proyectos las circunstancias cambien con respecto a cómo son planificados y ejecutados. Asimismo, la cantidad de información disponible sobre los riesgos aumentará normalmente según el tiempo pasa.

## **2.2. Roles en el proceso de Gestión de los Riesgos**

Un riesgo específico importa principalmente a alguien cuyo objetivo este en riesgo, por lo que todos somos gestores de riesgos (aunque estos podrían implicar a otras personas para ayudarles).

Las buenas prácticas sugieren que la gestión de los riesgos debe involucrar no solo a los miembros de los equipos de proyecto, sino que debe incluir al patrocinador y a las partes interesadas que se consideren necesarias.

Este concepto es importante, aunque haya un Departamento de Gestión de Riesgos en la organización, no es el único que debe gestionar riesgos, su función será principalmente el cumplimiento de los procesos de gestión de riesgos, animar e inspirar al personal a involucrarse y coordinar los datos y los informes.

Este departamento junto con la Oficina de Gestión de Proyectos, en caso de que exista, constituye en las organizaciones lo que se denomina la Gobernanza de Riesgos.

Es el responsable del proyecto y debe participar activamente en el proceso de Gestión de Riesgos de la siguiente forma:

- Determinar los niveles aceptables de riesgo del proyecto de acuerdo con las partes interesadas.
- Facilitar una comunicación abierta y honesta sobre los riesgos tanto con el equipo de proyecto como con la gerencia y las partes interesadas.
- Participar en todos los aspectos del proceso de gestión de riesgos.
- Aprobar las medidas para los riesgos así como sus acciones asociadas previo a su implementación.



- Aplicar las contingencias para tratar con los riesgos identificados que se produzcan durante el proyecto.
- Regularmente reportar el estatus de los riesgos a las partes interesadas clave del proyecto, con recomendaciones para mantener el nivel aceptable de exposición al riesgo del proyecto.
- Escalar los riesgos identificados a la gerencia que están fuera de la autoridad o control del Director de Proyecto.

En ocasiones por la magnitud del proyecto, puede haber un recurso especialista en la gestión de riesgos dedicado a dichas funciones asignado a dicho proyecto.

En el caso de que el Director de proyectos no gestione los riesgos, el proyecto quedara expuesto a todas las incertidumbres que lo rodean, pues es inherente a su naturaleza que las haya y que algunas se produzcan.

En ese caso, al no estar dotado de contingencias, tendrá un impacto importante entre otros objetivos en el coste y el plazo del proyecto pudiendo llegar incluso a la suspensión del mismo.

A continuación, veamos en detalle cada uno de los procesos incluidos en la Gestión de los Riesgos.



### **3. Identificar los Riesgos:**

#### **3.1. Identificar los Riesgos**

Según la Norma ISO 21500, la principal entrada para la identificación de los riesgos son los planes de proyecto, que ayudaran en la Gestión de la integración de todos los planes. Están compuestos por el Plan del Proyecto, Plan para la Dirección y Gestión del Proyecto y Planes Subsidiarios.

Además de las entradas mencionadas, las mejores prácticas en Dirección de Proyectos proponen disponer y analizar información sobre los siguientes aspectos:

- Plan de Gestión de los Riesgos: Abarca la definición de los objetivos del proyecto, definición de los elementos del proyecto (recursos, metodología, herramientas, técnicas, etc.) y la definición de las áreas de tolerancia al riesgo y los umbrales de riesgo. El plan de gestión de riesgos que se obtiene de este proceso deberá ser documentado, comunicado y revisado por las partes interesadas para asegurar un común entendimiento del alcance y los objetivos del proceso de gestión de riesgos.
- Estimación de costos y duración de las actividades.
- Línea base del alcance. (Enunciado del Alcance del Proyecto, EDT y el Diccionario de la EDT).
- Registro de las partes interesadas.
- Información sobre los factores ambientales de la empresa y activos de procesos de la organización
- Documentos del proyecto y documentos de las adquisiciones

El proceso de identificación de riesgos determinará tantos riesgos conocidos como sea posible.

Es importante distinguir los riesgos, de los no riesgos (causas, efectos, problemas, etc.). Existe una gran variedad de técnicas de identificación de riesgos, cada una con





sus fortalezas y debilidades. Para cubrir las necesidades de cada proyecto deberían seleccionarse varias de las técnicas y combinarlas de manera apropiada.

La identificación de los riesgos se debe realizar de manera iterativa con el objeto de encontrar riesgos que no eran evidentes al inicio del proyecto, obteniendo entradas de la mayor cantidad posible de las partes interesadas así como de información histórica de otros proyectos y lecciones aprendidas.

Todos los riesgos identificados deben ser registrados. Es recomendable que se asigne un **responsable del riesgo** a cada riesgo identificado de manera que lo lidere y gestione a lo largo del resto del proceso.

Las técnicas y herramientas usadas para la identificación de los riesgos podrían ser entre otras:

- Revisiones de Documentos
- Técnicas de Recopilación de la Información (Tormenta de Ideas, Delphi, Entrevistas, Análisis Causa – Raíz)
- Lista de Verificación
- Análisis de Supuestos
- Diagramas (Causa – Efecto, Flujo de Procesos, de Influencia)
- Análisis DAFO (Debilidades, Amenazas, Fortalezas, Oportunidades)
- Juicio de Expertos

Tras estos estudios de identificación de los riesgos obtendremos un registro de riesgos, que es la información de los riesgos del proyecto. Este registro de riesgos incluirá la definición del riesgo (causa – evento incierto – efecto), la potencial respuesta al riesgo, su responsable, disparador del riesgo y la categoría del riesgo.



Ilustración 2: Esquema de Registro de Riesgos

Uno de los errores más comunes es considerar riesgos cosas que no lo son, siendo en realidad hechos, es decir, 100% probables. Una manera de evitar este error común es considerar todo evento con un porcentaje de probabilidad (es habitual el 80%) como un hecho y tratarlo como tal. Por ejemplo, si sabemos que no hay suficiente tiempo para completar un proyecto, no es un riesgo sino un hecho. Por tanto esto se debe tener en cuenta en el plan de proyecto y aplicar las técnicas adecuadas de planificación (compresión, ejecución rápida) o mediante una reducción de alcance.

El disparador de un riesgo es un aviso temprano de que un riesgo ha ocurrido o está a punto de ocurrir y por tanto indica cuando se debe implementar los planes de contingencia.

Una buena práctica para diferenciar riesgos de los hechos así como definir adecuadamente los riesgos es utilizar el formato “causa – riesgo –efecto”. Este metalenguaje define un riesgo de la siguiente manera: Como resultado de una causa – un evento incierto puede ocurrir - el cual podría resultar en un efecto.



Ilustración 3: “causa – riesgo –efecto”

#### 4. Evaluar los riesgos:

Este proceso evalúa las características clave de los riesgos con el objeto de priorizarlos para los siguientes pasos.

La evaluación de los riesgos puede realizarse usando técnicas cualitativas para evaluar los riesgos de una manera individual, usando técnicas cuantitativas para considerar el efecto global sobre el proyecto o utilizar una combinación de ambas.

Las técnicas cualitativas son usadas para conseguir un mejor entendimiento de los riesgos, considerando para ello la probabilidad, el impacto, calidad de la información, urgencia, etc. Entender y priorizar los riesgos es esencial por lo que estas técnicas son usadas en la mayoría de los proyectos.

Las técnicas cuantitativas tienen en cuenta los efectos probabilísticos, tales como la correlación entre los riesgos, interdependencia, etc. y pueden no ser requeridas en todos los proyectos (especialmente en los proyectos pequeños).

##### 4.1. Antes de Evaluar los Riesgos

Según la Norma ISO 21500, las principales ENTRADAS para la evaluación de los riesgos son los siguientes:

Antes de comenzar a evaluar los riesgos el director de proyectos necesitará:

- Planes de Proyecto: Plan del Proyecto, Plan para la Dirección y Gestión del Proyecto y Planes Subsidiarios. (Ayudarán en la Gestión de la Integración de todos los planes).



- Registro de riesgos: Información de los riesgos del proyecto.

Sin embargo, las mejores prácticas en Dirección de Proyectos proponen también disponer y analizar información sobre los siguientes aspectos:

- Línea base del alcance. (Ayudará a conocer mejor los riesgos)
- Información sobre los factores ambientales de la empresa y activos de procesos de la organización: información procedente de proyectos similares completados, de bases de datos de riesgos o estudios de la industria de proyectos similares realizados por expertos en riesgos.
- Plan de Gestión de los Riesgos

## **4.2.¿Cómo Evaluar los Riesgos?**

Para la evaluación de los riesgos disponemos de las siguientes herramientas.

### **4.2.1. Análisis Cualitativo:**

Consiste en priorizar los riesgos, evaluando y combinando tanto su probabilidad de ocurrencia como su impacto en los objetivos del proyecto.

Es importante priorizar para focalizar los esfuerzos en los riesgos de alta prioridad, que serán los más urgentes y de mayor impacto en los objetivos del proyecto.

Por este motivo, en este proceso vamos a evaluar y determinar, para todos los riesgos identificados:

- Probabilidad de ocurrencia.
- Impacto en los objetivos del proyecto.
- Plazo de respuesta en caso de que llegara a materializarse el riesgo.
- Tolerancia al riesgo de los stakeholders (interesados).

Con este análisis establecemos las prioridades para la planificación de las respuestas a los riesgos.



Al igual que la Identificación de riesgos debe revisarse a lo largo de todo el ciclo de vida del proyecto, el análisis cualitativo también, ya que puede verse modificado por el desarrollo del proyecto.

#### **4.2.2. Análisis Cuantitativo:**

Consiste en cuantificar la severidad de los riesgos, evaluando con mediciones y combinando tanto su probabilidad de ocurrencia como su impacto en los objetivos del proyecto.

Generalmente se realiza a partir de los riesgos priorizados, eligiendo aquellos que pueden ocasionar impacto significativo en los objetivos del proyecto.

Este proceso, al igual que los procesos identificar riesgos y realizar el análisis cualitativo de riesgos, debe repetirse a lo largo del ciclo de vida del proyecto, para adaptar el registro de riesgos a la realidad cambiante del proyecto.

A medida que avancemos en el proyecto, la iteración en estos procesos nos proporcionará información sobre la tendencia de los riesgos del proyecto, que nos indicará si es preciso poner más medios para mantener los riesgos dentro de las tolerancias establecidas.

### **4.3. Resultados del proceso Evaluar los Riesgos**

Los resultados de esta evaluación de los riesgos son:

- Priorización de riesgos: Nos permitirá establecer que riesgos son los más prioritarios y en consecuencia pasarán a ser tratados o en su defecto pasarán a la lista de supervisión para su seguimiento futuro.

Además de la probabilidad y el impacto se debe considerar la urgencia para determinar las respuestas necesarias a corto plazo.

Para ello puede combinarse la urgencia con la probabilidad y el impacto. También en esta salida se debe incluir la fecha límite para tratar estos riesgos urgentes.



En el caso de que no se evaluarán los riesgos el director de proyecto no será capaz de establecer la prioridad, lo que le impedirá gestionarlos.

Esto derivará en el uso poco eficiente de los recursos, atendiendo a riesgos poco prioritarios y dejando de lado a aquellos que ponen en peligro el éxito del proyecto.

## **5. Tratar los riesgos:**

Este proceso determina las estrategias de respuesta adecuadas y las acciones para cada riesgo de manera individual y a nivel global del proyecto y las integra dentro del plan de gestión del proyecto.

Existe un rango de estrategias de respuesta tanto para amenazas como oportunidades. El responsable del riesgo debe elegir la más adecuada para cada riesgo, basándose en sus características y prioridad, asegurándose de que la estrategia es alcanzable, asequible, efectiva económicamente y apropiada.

### **5.1. Antes de Tratar los Riesgos**

Antes de comenzar a tratar los riesgos, el director de proyecto necesitará los siguientes documentos para tratar los riesgos:

- Planes de Proyecto: Plan del Proyecto, Plan para la Dirección y Gestión del Proyecto y Planes Subsidiarios. (Ayudarán en la Gestión de la Integración de todos los planes).
- Registro de riesgos: (Informa de los riesgos del proyecto).

Además de las entradas anteriores, las mejores prácticas en Dirección de Proyectos proponen disponer y analizar información sobre los siguientes otros aspectos:

- Plan de Gestión de los Riesgos

### **5.2.¿Cómo Tratar los Riesgos?**

#### **5.2.1. Estrategias para tratar los riesgos negativos o amenazas.**



- Evitar: Implica cambiar los Planes de Proyecto a fin de eliminar por completo la amenaza. Ej. Reducción del alcance.
- Transferir: Transferir a un tercero todo o parte del Impacto negativo de una amenaza. Ej. Seguro.
- Mitigar: Reducir a un umbral aceptable la probabilidad y/o el impacto de un efecto adverso. Ej. Un prototipo.
- Aceptar: Asumir el impacto del riesgo pudiendo proveerse de una contingencia (aceptación activa).

### **5.2.2. Estrategias para tratar los riesgos positivos u oportunidades.**

- Explotar: Implica asegurarse de que la oportunidad se produce. Ej. Asignación mejores recursos.
- Compartir: Asignar parte o toda la propiedad de la oportunidad a un tercero para capturarla. Ej. Unión temporal de empresas.
- Mejorar: Aumentan la probabilidad y/o el impacto de una oportunidad. Ej. Asignar más recursos.
- Aceptar: Tomar ventaja si se produce la oportunidad pero sin buscarla de manera activa.

Aunque la norma ISO21500 diferencia entre amenazas y oportunidades a la hora de definir las medidas sólo nombra las relativas a las amenazas: evitar, mitigar, desviar el riesgo (o lo que es lo mismo transferir) o desarrollar los planes de contingencia si el riesgo ocurre (aceptación activa).

### **5.3.Salidas de Tratar los Riesgos**

Las principales SALIDAS son:

- Respuestas a los riesgos.
- Solicitudes de cambio.

Además de las salidas anteriores:



- Actualización del registro de riesgos. Si bien aparece como una salida del proceso identificación de riesgos este documento se debe ir actualizando al final de cada proceso añadiéndole nueva información. En este estadio puede incluir:
  - *Riesgos identificados y sus categorías*
  - *Propietarios del riesgo y sus responsabilidades*
  - *Prioridad del riesgo*
  - *Estrategias de respuesta y sus acciones específicas*
  - *Disparadores y contingencias previstas*
  - *Riesgos residuales y secundarios esperados*
  - *Planes de contingencia frutos del análisis cuantitativo*
- Acuerdos contractuales relacionados con riesgos. (Permite establecer como transferir los riesgos a través de los contratos lo cual sirve de entrada al proceso de adquisiciones)
- Planes y documentos del proyecto actualizados

En el caso de que el director de proyecto no trate los riesgos, no se podrán establecer estrategias para cada uno de los riesgos considerados prioritarios, no se podrán tomar acciones, asignar responsables y recursos, determinar disparadores, etc.

Si esto es así, cuando el riesgo se produzca no estaremos preparados y que aunque lo hayamos identificado y priorizado no podremos evitar su impacto.

## **6. Controlar los riesgos:**

Este proceso da seguimiento a la implementación de las acciones acordadas, revisa los cambios en el nivel de exposición al riesgo, identifica nuevas acciones adicionales y mide la efectividad del proceso de gestión de riesgos.

El gestor del riesgo debe seguir la implantación de las acciones para ver si son eficaces así como si generan riesgos secundarios. Es esencial que se implementen pues de otra manera el nivel de exposición al riesgo del proyecto permanecería inalterable.





Asimismo este proceso se recomienda se revise periódicamente, para detectar fortalezas y debilidades, detectar mejoras y capturar lecciones aprendidas.

### **6.1. Antes de Controlar los Riesgos**

Las principales entradas para la evaluación de los riesgos son los siguientes:

- Planes de Proyecto: Plan del Proyecto, Plan para la Dirección y Gestión del Proyecto y Planes Subsidiarios.
- Registro de Riesgos: (Informa de los riesgos del proyecto).
- Datos de progreso: (Informa del avance del proyecto. Ayudará a analizar cómo están afectando los riesgos a los objetivos y si las estrategias definidas son eficaces). Entre otros incluye:
  - *Estado de los entregables.*
  - *Avance del cronograma.*
  - *Costos incurridos.*
- Respuestas a los riesgos: (Define la estrategia para cada uno de los riesgos priorizados).

### **6.2. ¿Cómo Controlar los Riesgos?**

- Análisis de la reserva: Compara las contingencias no consumidas con la cantidad de riesgo restante en un momento del proyecto, para determinar si la reserva es suficiente.
- Auditorías de riesgo: para evaluar si se sigue el sistema de gestión de riesgos establecido y para determinar si es adecuado.
- Reevaluación de los riesgos: Asegurar que el ciclo completo de gestión de los riesgos es repetido tal y como se requiere para asegurar un control efectivo.
- Reuniones de seguimiento: Permite realizar un seguimiento de los riesgos del proyecto así como potencia la comunicación del equipo de proyecto sobre este proceso.
- Análisis de tendencias: Consiste en la evolución de los valores a lo largo del tiempo para ver cómo evoluciona el perfil de riesgos.



- Análisis de las variaciones: Permite comparar previsiones frente a impactos reales. Puede servir de disparador para tomar acciones.

### **6.3.Salidas de Controlar los Riesgos**

Las principales SALIDAS son:

- Solicitudes de cambio: (Proponiendo alteraciones al proyecto que se dirigen al proceso 4.3.6 Controlar los cambios)
- Acciones correctivas: (Para definir actividades que modifican el desempeño del trabajo para ajustarlo al planificado)

Además de las salidas anteriores, otras salidas adicionales, como son:

- Actualización del registro de riesgos. En este estadio puede incluir adicionalmente:
  - Los resultados de las reevaluaciones, auditorias y revisiones periódicas de los riesgos. Incluye nuevos riesgos y el cierre de los que no aplican.
  - Los resultados reales de los riesgos del proyecto y de las respuestas a los mismos. Esto puede ser útil para futuros proyectos.
- Actualización a los activos de procesos de la Organización: plantillas correspondientes al plan de gestión de los riesgos, categorías y lecciones aprendidas.

En el caso de que el director de proyecto no controlase los riesgos, no sabrá si las respuestas eran las adecuadas, si se están realizando las acciones o identificando nuevos riesgos.

Por lo tanto no tendrá control sobre el proceso y no podrá analizar cómo evoluciona y tomar acciones que mantengan el nivel de riesgo del proyecto dentro de lo esperado.



# Capítulo 3: Descripción del Proyecto: Campaña Batimétrica

---

## 1. Introducción

Para la aplicación de los riesgos en proyectos, se optó por la creación de un modelo tipo para abarcar la mayor cantidad de situaciones y de posibles inconvenientes que podrían surgir en un proyecto real.

Partiendo de un prototipo de campaña, se intenta abarcar todas las posibles situaciones y metodologías, tal y como lo harían las campañas más extensas.

En este apartado se detallan los detalles de la campaña creada, para su posterior planificación, análisis y estudio de riesgos.

## 2. Objetivos del proyecto

Los objetivos del proyecto se centran en la toma de datos y el procesado de los mismos para la obtención de un modelo digital del fondo marino. Este, posteriormente, podrá ser utilizado en futuros proyectos para el estudio de la geología, biología, y demás áreas y sus posibles aplicaciones.

## 3. Aspectos técnicos previos a la toma de datos

### 3.1. Red Topográfica

Para el posicionamiento de la embarcación se empleará la técnica de posicionamiento diferencial conocida como RTK. Para ello primero se establecerá una red de bases fijas observadas mediante técnicas GPS.



Ilustración 4: Equipos de la medición de las bases topográficas

El método utilizado en la observación de la red será el estático diferencial. Consiste en hacer observaciones simultáneas con al menos dos receptores, obteniendo los vectores entre ellos.

La observación de la red se dividió en dos fases: enlace con los vértices de referencia y observación de la red interior.

El tiempo mínimo de observación, para puestas simultáneas, será de 15-20 minutos entre vértices de la red interior, y de mayor duración en los vértices exteriores, dependiendo básicamente de la longitud del vector y del número de satélites visibles.

### 3.2. Mareógrafos

Mareógrafo es el instrumento capaz de observar las variaciones continuas que, por efecto de la marea, sufre el océano en un punto.

Tratándose este proyecto de un levantamiento del fondo marino es imprescindible cada vez que se sale a navegar, previamente consultar el estado de las aguas y después obtener los datos de marea que da el mareógrafo. Por estas razones el mareógrafo se convierte en una herramienta imprescindible ya que se necesita saber la altura media del nivel de las aguas en el momento de la toma de datos.

En nuestro caso suponemos que no hay mareógrafos cercanos por lo que se opta por poner mareógrafos portátiles en las inmediaciones de la zona de nuestro proyecto.



Ilustración 5: Situación y colocación de mareógrafo.

Se debe establecer una de las bases de la red en el entorno de trabajo, de la cual se determinaran sus elevaciones ortométricas. Esta base debe garantizar la estabilidad de la instalación de un mareógrafo y estar al abrigo del oleaje, de forma que las mediciones estén libres del ascenso y descenso del oleaje.

El mareógrafo registra los datos de la variación de altura de marea, con lo que se construye una curva de mareas locales que será comparada con la curva del puerto de referencia, determinando así los desfases con respecto a este y estableciendo la cota local.

### 3.3.Ecosonda Multihaz

La finalidad de las batimetrías como en cualquier levantamiento, es la obtención de las coordenadas X, Y, Z de los puntos sumergidos. La determinación de la profundidad recibe el nombre de sondeo y consiste en medir la distancia vertical entre el nivel del agua y la superficie del fondo.

Hoy en día se utilizan métodos en el que el barco se posiciona con la ayuda de técnicas de posicionamiento global y se obtienen datos de profundidad mediante técnicas sónicas utilizando ecosondas multihaz.

La ecosonda o sonda es un instrumento, que opera mediante ondas de sonido, usado para medir la distancia existente entre la superficie del agua y el fondo marino, así como objetos suspendidos en ésta o que reposan en el fondo.

El principio de funcionamiento de este aparato, se basa en transmitir fuertes impulsos sonoros que envía el transductor para luego captar y clasificar los ecos, en este caso con la finalidad de la obtención de profundidades.

El sistema consta de una pantalla que se instala en el puente de mando y además está compuesto de un registrador, un transmisor, un receptor y un transductor.

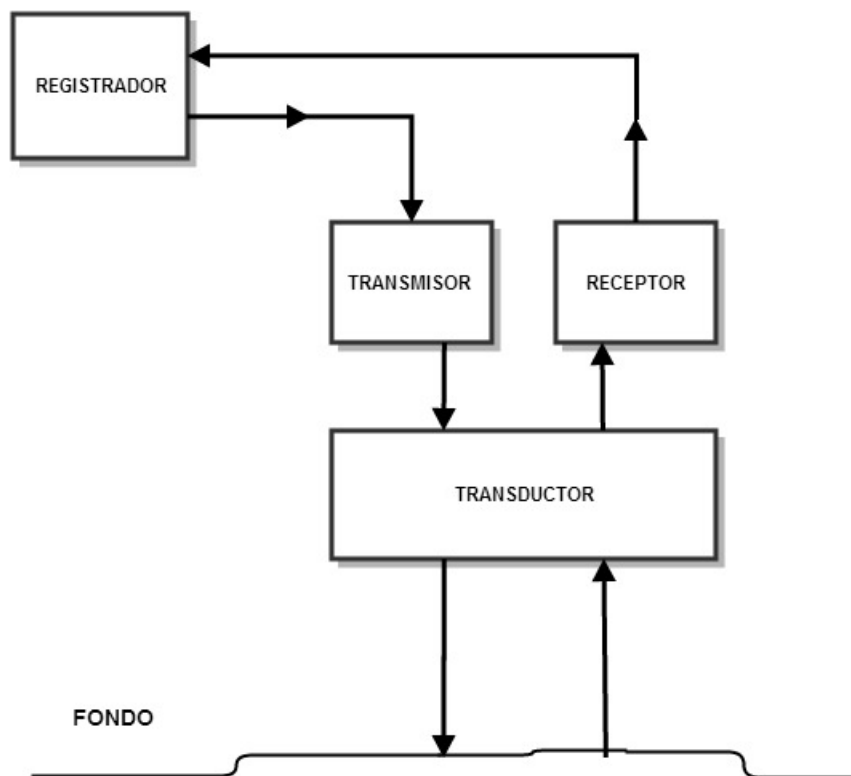


Ilustración 6: Esquema del funcionamiento de una ecosonda

La onda emitida por el transductor viaja hasta el fondo, produciendo un eco que regresa al sensor, el cual mide el tiempo de respuesta (el retardo). Con la velocidad de

sonido de la columna de agua ( $V_s$ ) y el tiempo empleado en regresar la señal ( $t$ ), se puede conocer la distancia, en este caso la profundidad.



Ilustración 7: Equipo combinado (ecosonda multihaz y sonar de barrido lateral)

Normalmente va montado en la parte baja del casco del barco, como norma general en el primer tercio de la eslora (longitud del barco), para evitar el ruido de las hélices y las burbujas de aire que se forman en la superficie cuando el barco navega. En nuestro caso se instalarán en un soporte en la eslora del barco del que hablaremos en el siguiente apartado.

En nuestro proyecto hemos optado por el uso de un sistema combinado, como podemos ver en la ilustración 7, en el mismo equipo se unen la ecosonda multihaz y el sonar de barrido lateral.

### 3.3.1. Instalación de equipos

Contemplaremos que los barcos necesarios para la campaña no tienen instalados los equipos para este cometido. Por ello se requiere instalación en los mismos.

Se instalarán unos soportes retráctiles en los barcos, a los que irán fijados las ecosondas.

En las siguientes imágenes se muestran los soportes mencionados.



Ilustración 8: Soportes retráctiles para la instalación de las ecosondas.

### 3.3.2. Calibración de la ecosonda

La calibración, es fundamental para compensar los errores tanto accidentales como sistemáticos que se producen en la instalación física de los componentes del sistema Multihaz.

La velocidad del sonido depende de la temperatura, salinidad y presión del agua que actúa como medio para transmitir el sonido, variando por tanto según las características de la columna de agua en cada región, así como por los cambios climáticos estacionales para una misma región. El valor de propagación del sonido en el agua oscila en torno a 1500 m/s.

Por tanto, el objetivo de la calibración es obtener con la mayor exactitud posible la velocidad de propagación del sonido a su paso por la columna de agua, para introducir dicho dato en la ecosonda antes de las mediciones batimétricas, o bien para corregir durante el post proceso los datos registrados en la ecosonda, mediante la aplicación de un perfil de velocidad del sonido.

Para calibrar la ecosonda se suele ubicar una plancha bajo el transductor, a diferentes profundidades conocidas y calcular así la diferencia o error entre la profundidad real y la registrada por la ecosonda. De este modo se puede, o bien regular la velocidad de transmisión del sonido por la ecosonda antes de realizar el estudio batimétrico, para minimizar dicho error, o bien, durante el post proceso, corregir los datos de la



ecosonda para obtener la profundidad real. Este método de calibración se emplea cuando la zona de estudio no supera los 20 o 30 metros de profundidad.

Como método alternativo se puede emplear el perfilador de velocidad del sonido, que permite obtener la velocidad real de propagación del sonido, tanto en zonas someras como en zonas más profundas y calibrar así la ecosonda de nuevo antes de la campaña o bien corregir los datos en post proceso.

### 3.4. Sensor de velocidad del sonido en agua

Para calcular la velocidad del sonido en función de la temperatura, la salinidad y la presión del agua, se emplea instrumentación capaz de reproducir el perfil de la velocidad del sonido en toda la columna de agua. El instrumento más común para esta práctica es el “Velocímetro de Sonido”.



Ilustración 9: Sensor de velocidad del sonido



Ilustración 10: Detalle transductor y reflector

Estos sensores incorporan un sensor de presión que permite medir la profundidad a la que hace la medición, y un transductor y reflector colocados a una distancia conocida, que nos permite, según el tiempo que tarde la señal acústica en recorrer esa distancia, conocer la velocidad del sonido.

El valor medio de la velocidad del sonido en agua dulce es de 1435m/s y de 1500m/s (valor estándar) para agua de mar.

### 3.5.Sensores de movimiento

El comportamiento de una nave consiste en tres rotaciones en los tres ejes ortogonales convencionales definidos para la nave. El sistema de coordenadas de la nave es definido de manera que el eje X apunta a estribor, el eje Y apunta a proa y el eje Z apunta hacia arriba perpendiculares a los anteriores.

- **Balaceo:** corresponde a la rotación en el eje Y
- **Cabeceo:** corresponde a la rotación en el eje X
- **Rumbo:** corresponde a la rotación en el eje Z

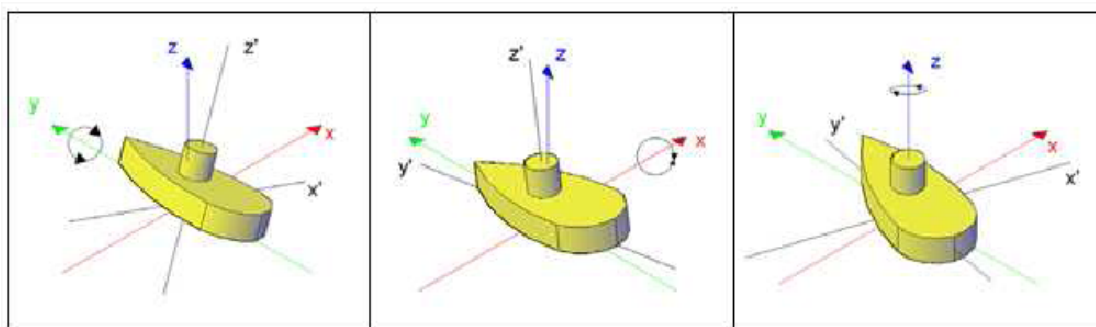


Ilustración 11: Balanceo, Cabeceo, Rumbo.

Los sensores inerciales con un sensor de rumbo (usualmente un girocompás) o sensores inerciales con la integración de información GPS son usados para medir el comportamiento (balanceo, cabeceo y rumbo) de la nave de levantamiento.



Ilustración 12: Sensor de movimientos Octans (Cabeceo, Balanceo, Rumbo y Oleaje)

### 3.6. Sistemas informáticos

Un aspecto muy importante que hay que trabajar en el proyecto, es la integración de todos los datos que se han recogido de los diferentes sensores. Para realizar esta tarea se utilizará un software creado para este tipo de actividades.

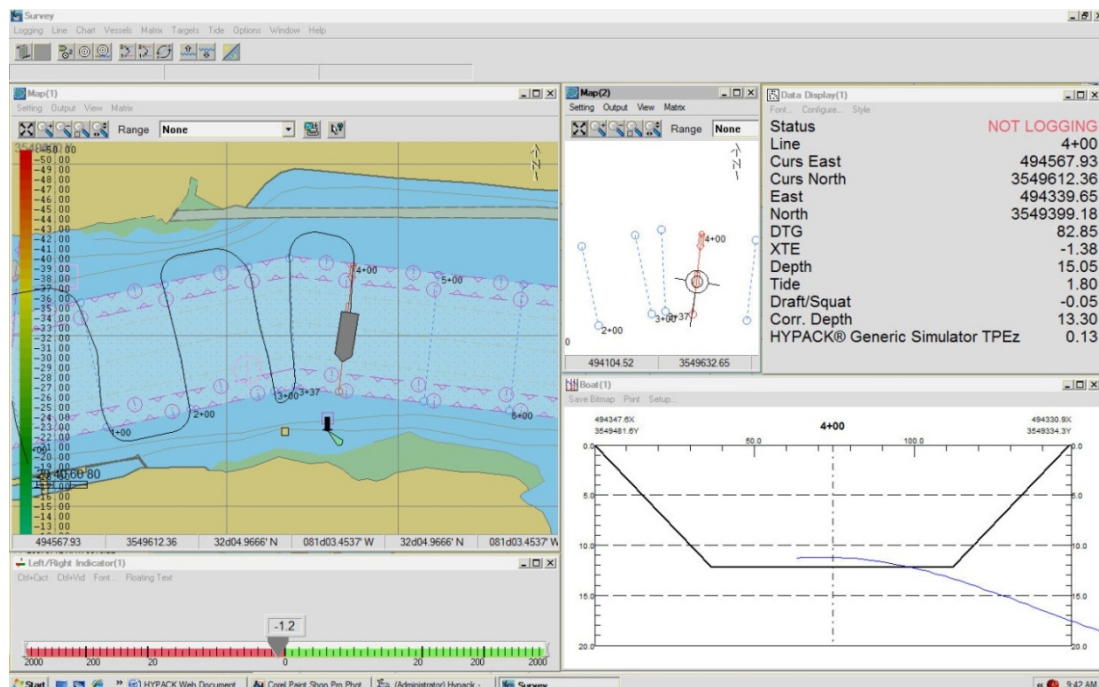


Ilustración 13: Software HYPACK

Hypack permite la integración de los datos de los diferentes sensores utilizados en la toma de datos mediante las herramientas necesarias para diseñar

levantamientos, toma de datos, procesado de los mismos, reducirlos y generar los productos finales.

#### **4. Técnicas de posicionamiento durante la toma de datos**

La determinación de la posición para puntos de la superficie terrestre requiere el establecimiento de las coordenadas en el sistema de referencia geodésico de trabajo con el posicionamiento mediante sistemas de posicionamiento global por satélite no es obligatorio tener visual entre la embarcación y la estación.

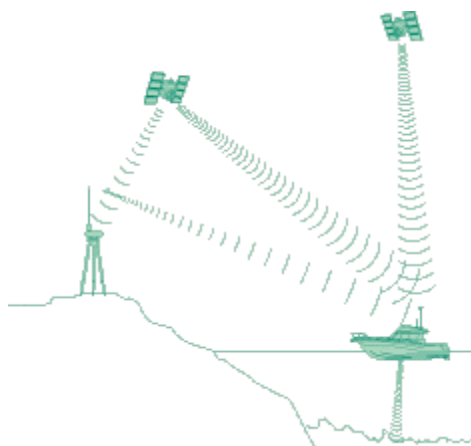


Ilustración 14: Posicionamiento GPS.

##### **4.1. Posicionamiento de la embarcación**

El posicionamiento de la embarcación se consigue mediante un sistema de posicionamiento diferencial de fase para obtener posición en tiempo real (RTK). Es necesario disponer de dos receptores, uno de ellos conocido como “base”, que se sitúa en un punto de coordenadas conocidas y el segundo llamado “receptor móvil” ubicado a bordo del barco.



Ilustración 15: Equipos de posicionamiento

El proceso sobre el posicionamiento de la embarcación se lleva a cabo de la siguiente manera: el receptor base se encarga de enviar la información sobre la posición corregida, que recibe del receptor móvil ubicado en la cubierta del barco, facilitando que el hidrógrafo y el patrón de la embarcación observen en tiempo real donde se localiza el barco en todo momento.

## 5. Trabajo de Campo

Conocidos los objetivos del proyecto para el cual, van a ser utilizados los datos de la batimetría, es conveniente hacer una planificación detallada del levantamiento batimétrico. Se deben organizar las tareas para reducir el tiempo total lo máximo posible con el fin de alcanzar nuestro objetivo.

### 5.1. Definición de zonas

Lo primero que se debe conocer es el área a levantar, con la ayuda de cartografía previa se delimitará el contorno de las zonas que serán la referencia de nuestro levantamiento. En nuestro caso, serán tres las zonas a levantar, cada una de ellas por un barco diferente. Dentro de cada contorno se dibujaran las líneas de sondeo a seguir, donde la equidistancia entre ellas estará en función de la profundidad y el nivel de detalle que se quiera conseguir.

El solape es uno de los puntos importantes a tener en cuenta ya que cuando el ángulo de la sonda está muy abierto se generan errores en los extremos, aumenta

la refracción y el error de propagación, para evitar esto se solapa el 50% de una pasada con la siguiente.

## 5.2. Rutina de sondeo y Toma de datos

Antes de iniciar el proceso de la toma de datos, y la navegación se ha de configurar el programa e introducir los datos de la calibración, red geodésica para que se vayan aplicando a los datos registrados.

Durante el levantamiento el ingeniero técnico en topografía con la ayuda del software Hypack/Hysweep supervisará toda la información que la ecosonda vaya adquiriendo. Podrá comprobar en tiempo real todos los parámetros que estabilizan la sonda durante la batimetría, (profundidad, oleaje, balanceo cabeceo, rumbo...). También dispondrá de un mapa de colores que mostrará la profundidad del fondo marino y otro que mostrará una presentación de los barridos en 3D. Además aparecerá un perfil transversal donde se representan los haces junto con los metros de cobertura en ese instante.

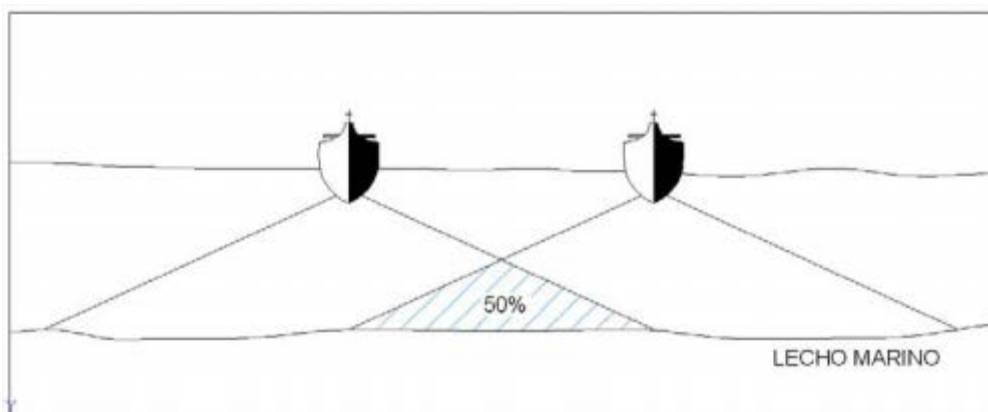


Ilustración 16: Cobertura entre pasadas.

Por último, el ingeniero técnico en topografía al igual que el patrón visualizan una pantalla donde se ven las líneas de sondeo sobre la cartografía base y en ellas el rumbo de la embarcación en tiempo real con su mapa de colores, que representan las profundidades.

## 6. Trabajos de Gabinete

En los siguientes apartados se describirán las fases generales de los trabajos de edición, análisis y obtención de los productos finales.

Estos procesos se tratarán desde un software específico, en este caso, para el procesado posterior, se optará por sus altas capacidades por el software hidrográfico HIPS&SIP 8.0.

### 6.1. Procesado de datos

Toda la información recogida, por los sistemas estarán referidas a una posición (x, y, z) y a un instante de tiempo. Por ello esta fase del trabajo permite cargar los ficheros a los que se les asocian las correcciones y las mediciones que se tomen desde los equipos complementarios de la ecosonda, como la velocidad del sonido en el agua, las correcciones de la marea, etc.

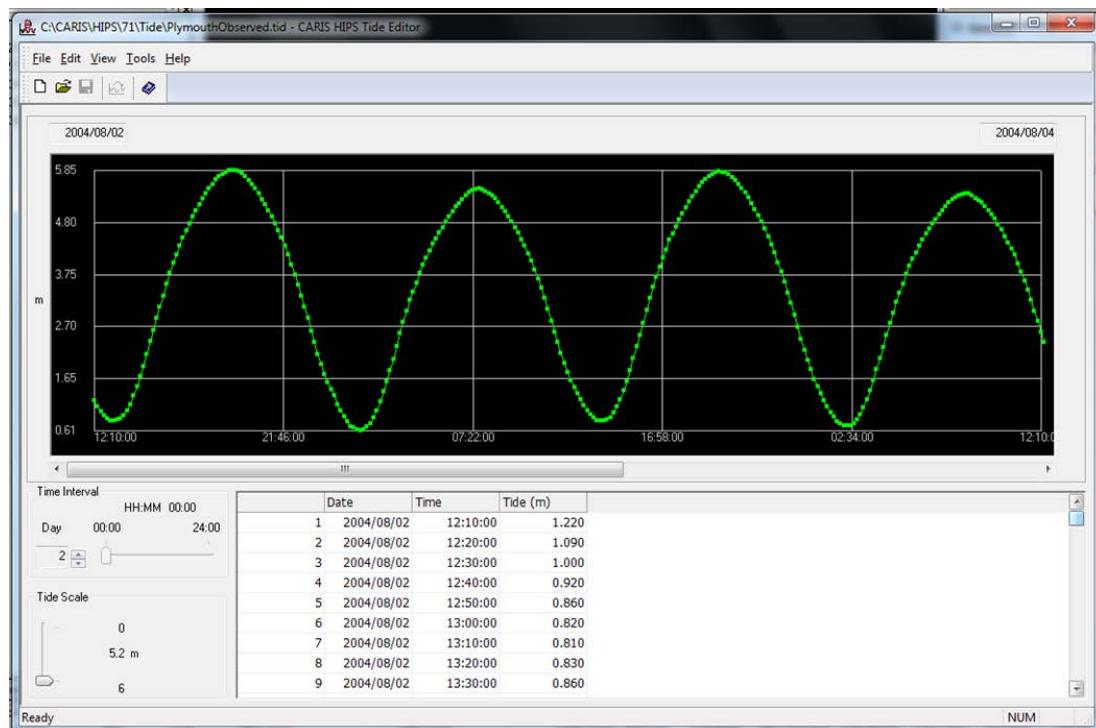


Ilustración 17: Correcciones de la marea

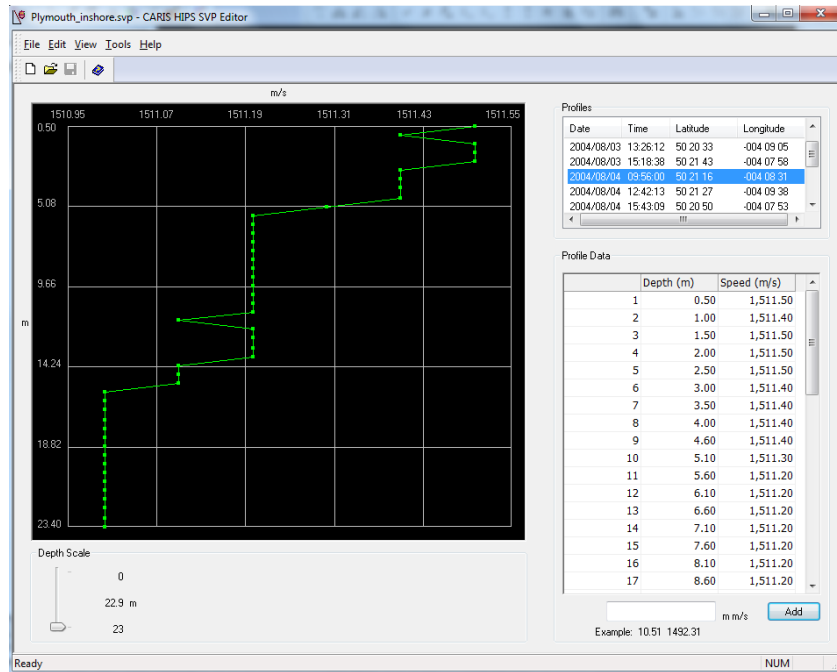


Ilustración 18: Velocidad del sonido en el agua



## 6.2. Análisis de datos

En esta fase se editarán los datos ya corregidos y se realizarán filtrados de los mismos mediante las diferentes herramientas de las que dispone el software.

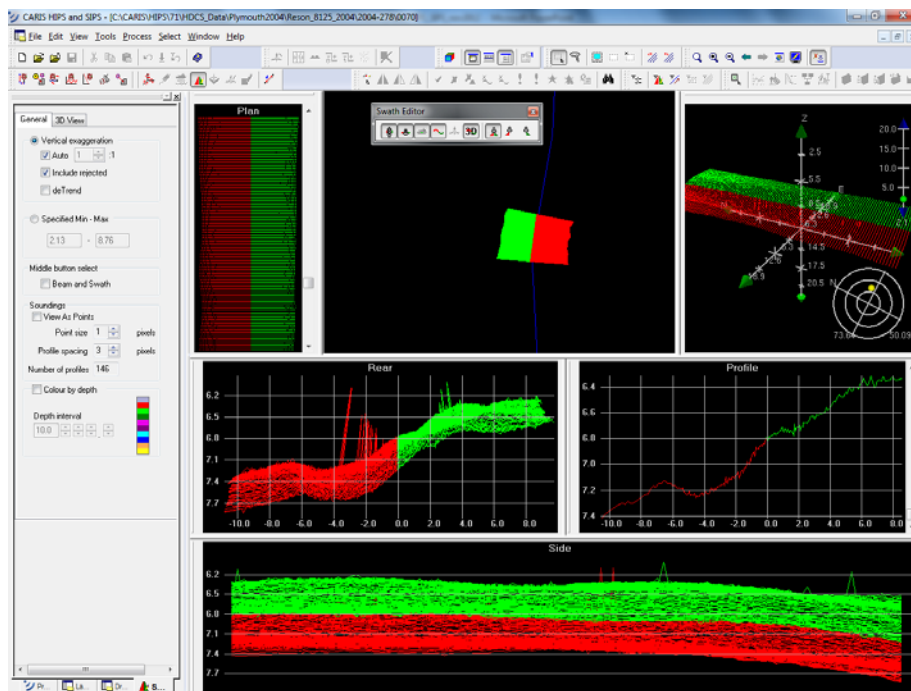


Ilustración 19: Edición y filtrado de datos

En esta fase será muy importante el apoyo del operador en los datos adquiridos con el sonar de barrido lateral, que permitirá analizar la confianza de los datos recogidos a través de la ecosonda multihaz.

## 6.3. Modelo Digital

Tras el procesado y el análisis de los datos se obtendrán los ficheros editados de cada línea de navegación. Con ellos se podrá obtener cualquier producto que ofrezca el software, como planos de curvas de nivel, modelos digitales del terreno, ficheros de puntos XYZ, etc.

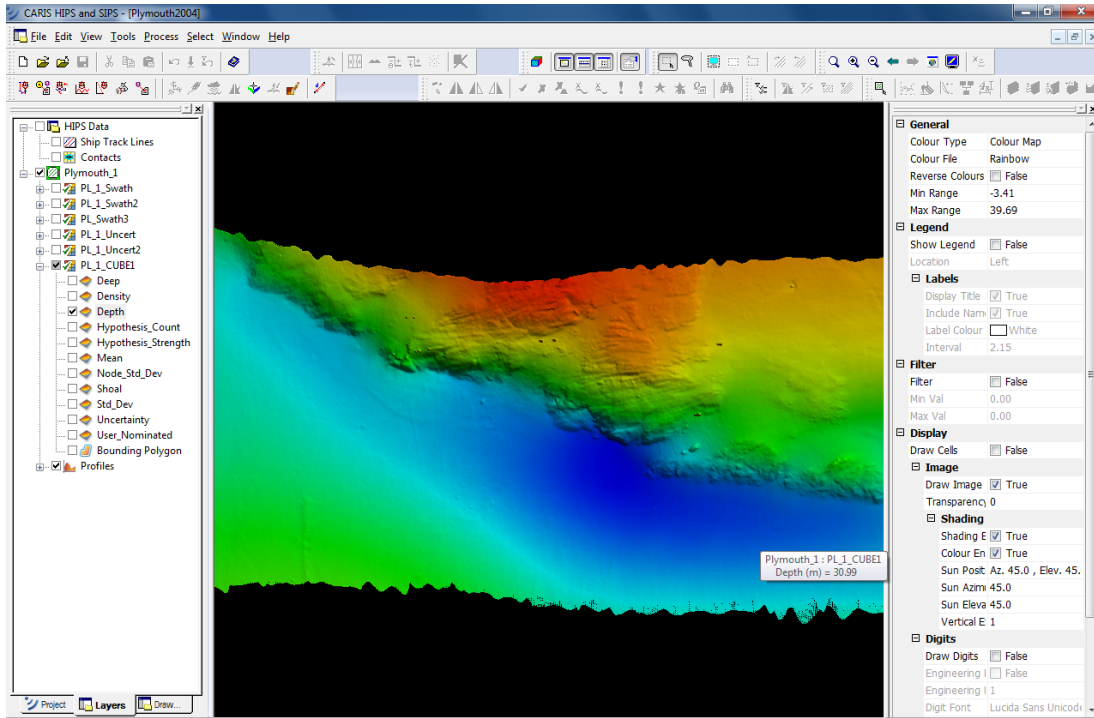


Ilustración 20: Modelo digital del terreno



# Capítulo 4: Planificación de la Campaña

---

## 1. Introducción

A continuación se mostrarán los pasos para la planificación de un proyecto en el programa Primavera Risk Analysis.

Se abarcará desde la creación del proyecto hasta el análisis del mismo. Para ello se partirá del capítulo anterior, "Capítulo 3: Descripción de la campaña batimétrica" para conseguir una planificación acorde con la necesidad de la campaña.

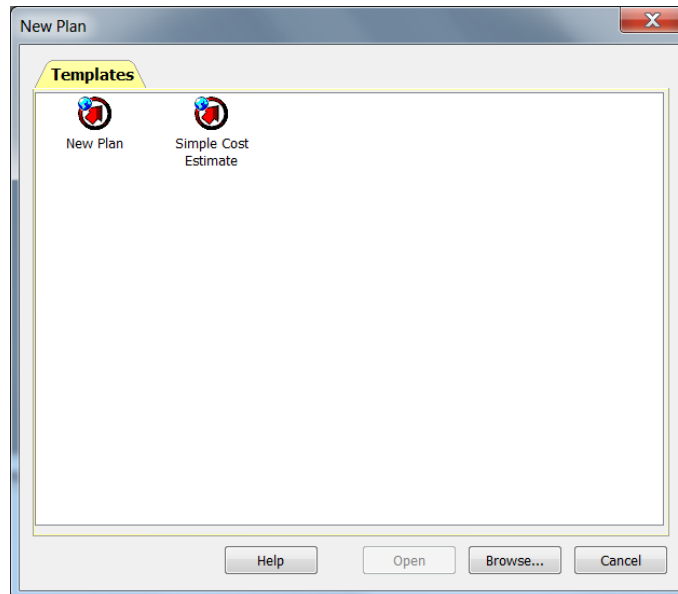
Una vez conocidas las necesidades del proyecto a estudiar y los requisitos del mismo, se analizarán la organización de las fases por las que el proyecto pasará y la estructura de desagregación del trabajo, la creación de los recursos y análisis de las inconsistencias en la planificación.

Muchas de las opciones que se encuentran en este capítulo, se explican en el **Anexo 2 - Manual de Primavera Risk Analysis**.

## 2. Proyecto Nuevo

Se Creará un proyecto nuevo mediante el menú Archivo/Nuevo.

Seguidamente aparecerá una ventana emergente donde podrá elegirse entre dos opciones, un plan nuevo o una estimación simple del coste.



**Ilustración 21: Nuevo plan**

- Seleccionaremos Nuevo plan y clicaremos en abrir.
- Una vez abierto el nuevo archivo podremos guardar con el nombre que deseemos.
- Archivo/guardar como...

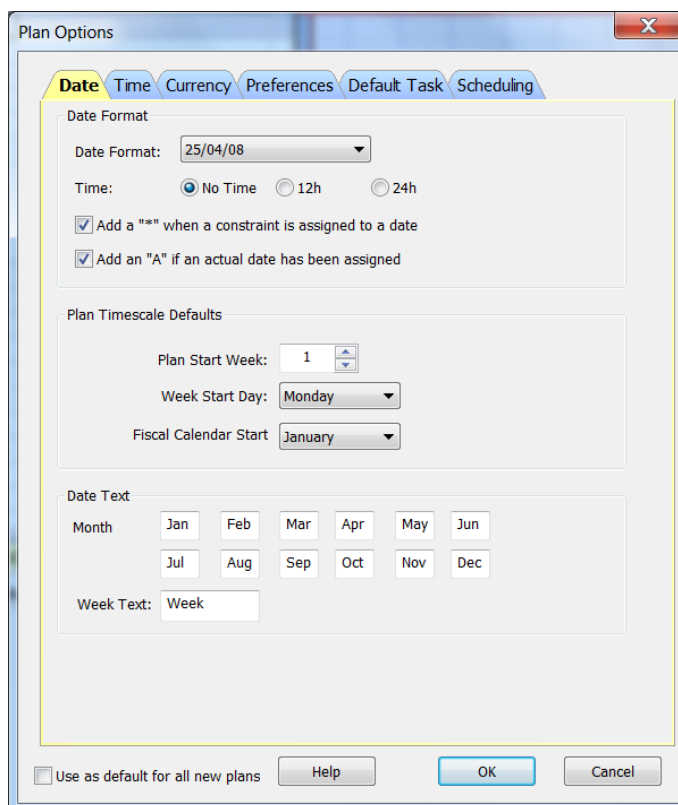
En nuestro caso lo llamaremos "Campaña Batimétrica".

## **2.1. Establecimiento de las variables de entorno**

A la hora de introducir los datos en un programa de planificación, existen algunos parámetros que hay que tener en cuenta para el correcto funcionamiento y la congruencia de los datos de salida.

Previamente de comenzar la introducción de las actividades y tareas debemos configurar las variables del entorno del programa.

Para ello nos dirigiremos a Menú Plan/opciones...



**Ilustración 22: Opciones de la planificación**

Aparecerá una ventana emergente con varias pestañas donde podremos configurar las variables de entorno.

En nuestro caso:

- En la pestaña Fecha: Configuraremos formato de la fecha y lunes como primer día de la semana.
- En la pestaña Tiempo: Duración en pantalla de días, se trabajará 5 días a la semana y 8 horas por día. Fijaremos también la hora de comienzo de la jornada de trabajo a las 9 am.
- En la pestaña de moneda fijaremos el € como símbolo de moneda, el punto como símbolo decimal y la coma como símbolo separador de miles.
- Las demás pestañas se quedarán con los valores predeterminados.
- Aceptamos.

## 2.2. Establecimiento de las variables del plan

En el establecimiento de las variables de la planificación, lo encontraremos en el menú Plan/Información del plan

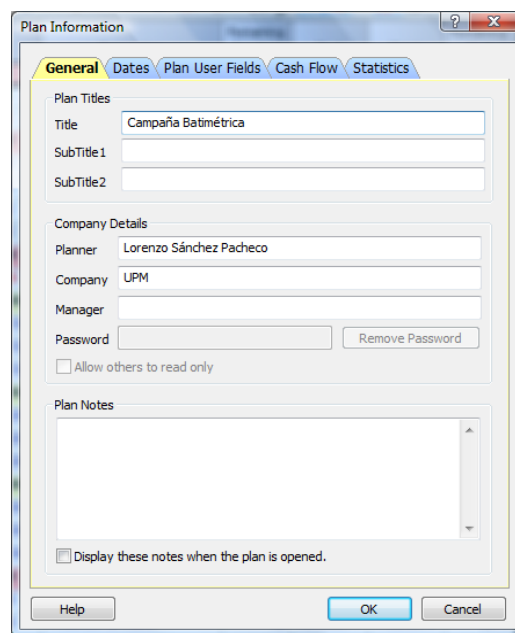


Ilustración 23: Información del Plan

En el podremos completar la información y detalles sobre el proyecto.

En la pestaña Fecha elegiremos la fecha de comienzo del proyecto, en nuestro caso el 5 de mayo del 2014. Las demás pestañas no se modificarán por ahora.

Seguidamente definimos las unidades en la que vamos a trabajar en el menú Plan/Unidades. Elegimos *día* como la unidad de planificación.

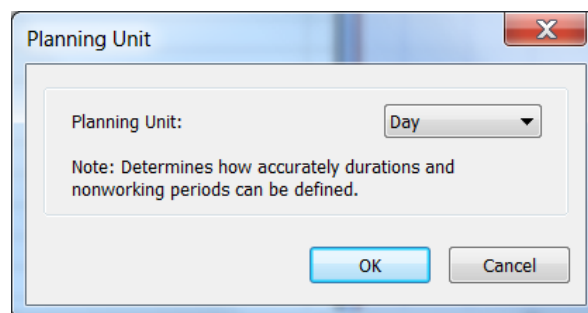


Ilustración 24: Unidades de planificación

### 3. EDT

Una vez establecidos las variables de entorno y de la planificación, procedemos a la introducción de la Estructura de desagregación del trabajo.

Es importante tener en cuenta la numeración de los id por lo que antes de introducir los datos en el PRA, se procede a hacer un mapa mental de la planificación y su estructura de desglose.

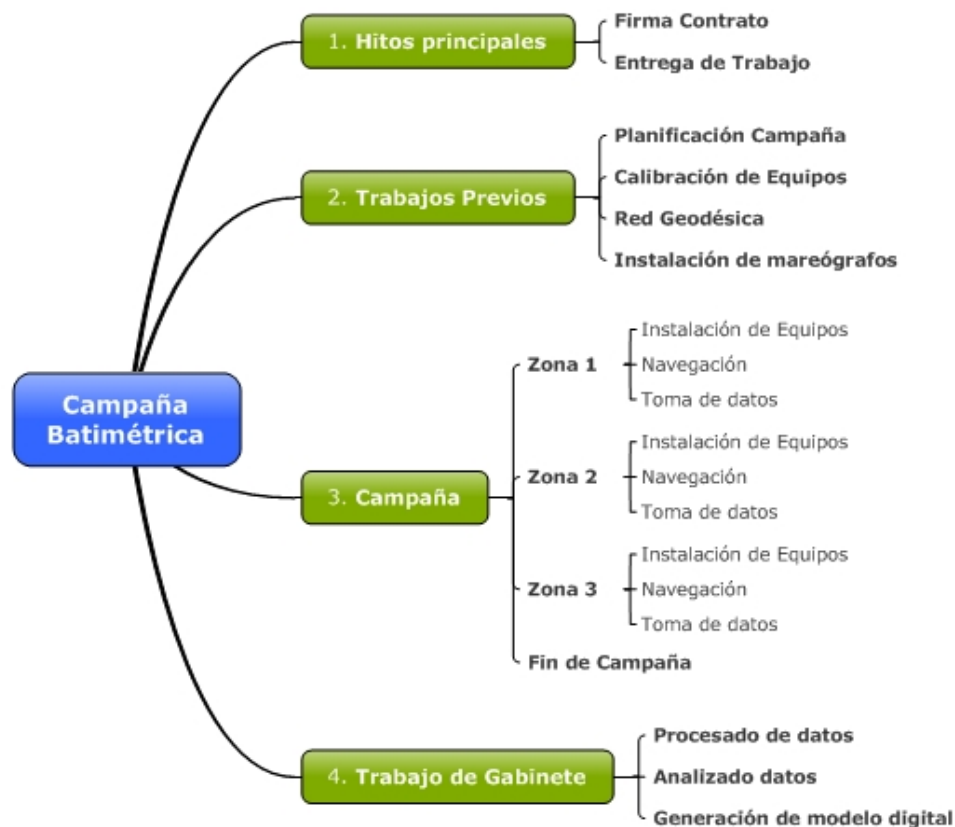


Ilustración 25: Mapa mental de la campaña batimétrica

Una vez clara la EDT, procedemos a la incorporación de esta en PRA para ello, comenzamos introduciendo desde los niveles mayores a los menores.

Sería posible la importación<sup>1</sup> desde otra herramienta de planificación como primavera P6 o Microsoft Project. En este proyecto se optó por crear la EDT y la planificación asociada desde el PRA.

Para la mejor identificación de los ID de las actividades realizaremos una codificación semi-inteligente que codificará las actividades anteponiendo al número, las iniciales de la sección de la EDT a la que pertenezca.

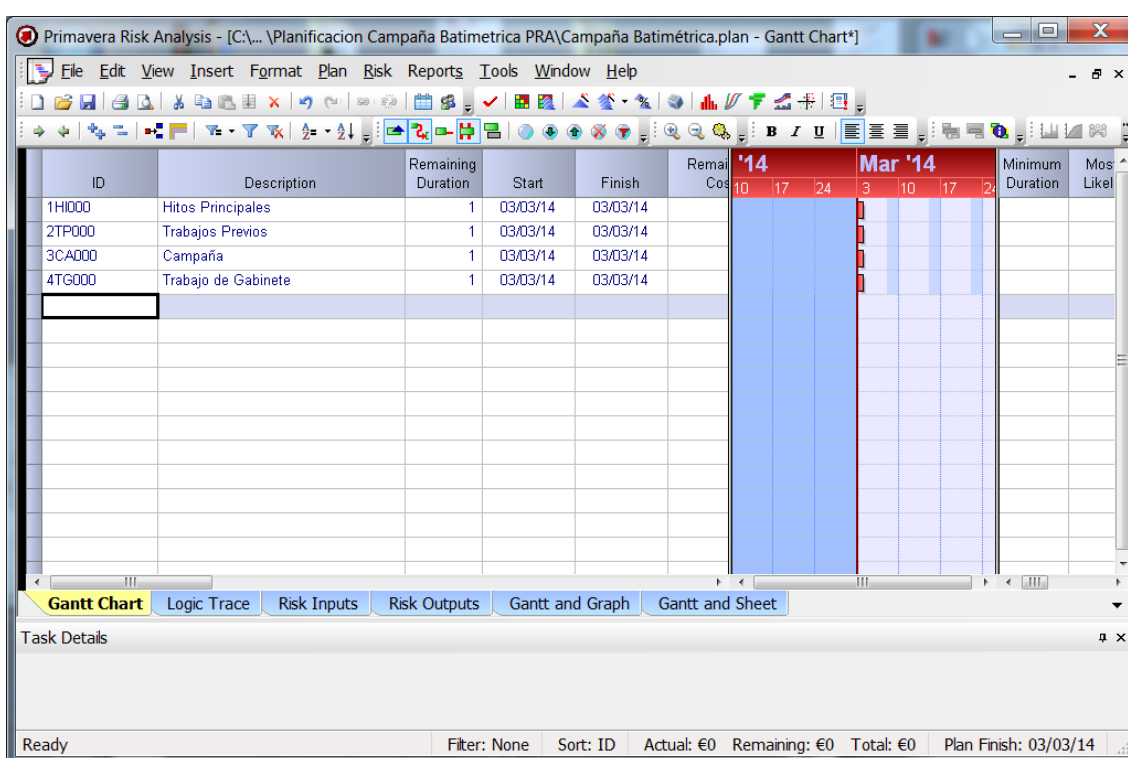


Ilustración 26: Introducción de la EDT

Seguidamente incorporamos los niveles inferiores de la EDT. Para anidar unas actividades en las de nivel superior, utilizaremos las opciones de aplicar sangría o endentar.

<sup>1</sup> Puede ver el proceso de importación en: Anexo 2 : Manual de Primavera Risk Analysis



Finalmente una vez introducida la EDT:

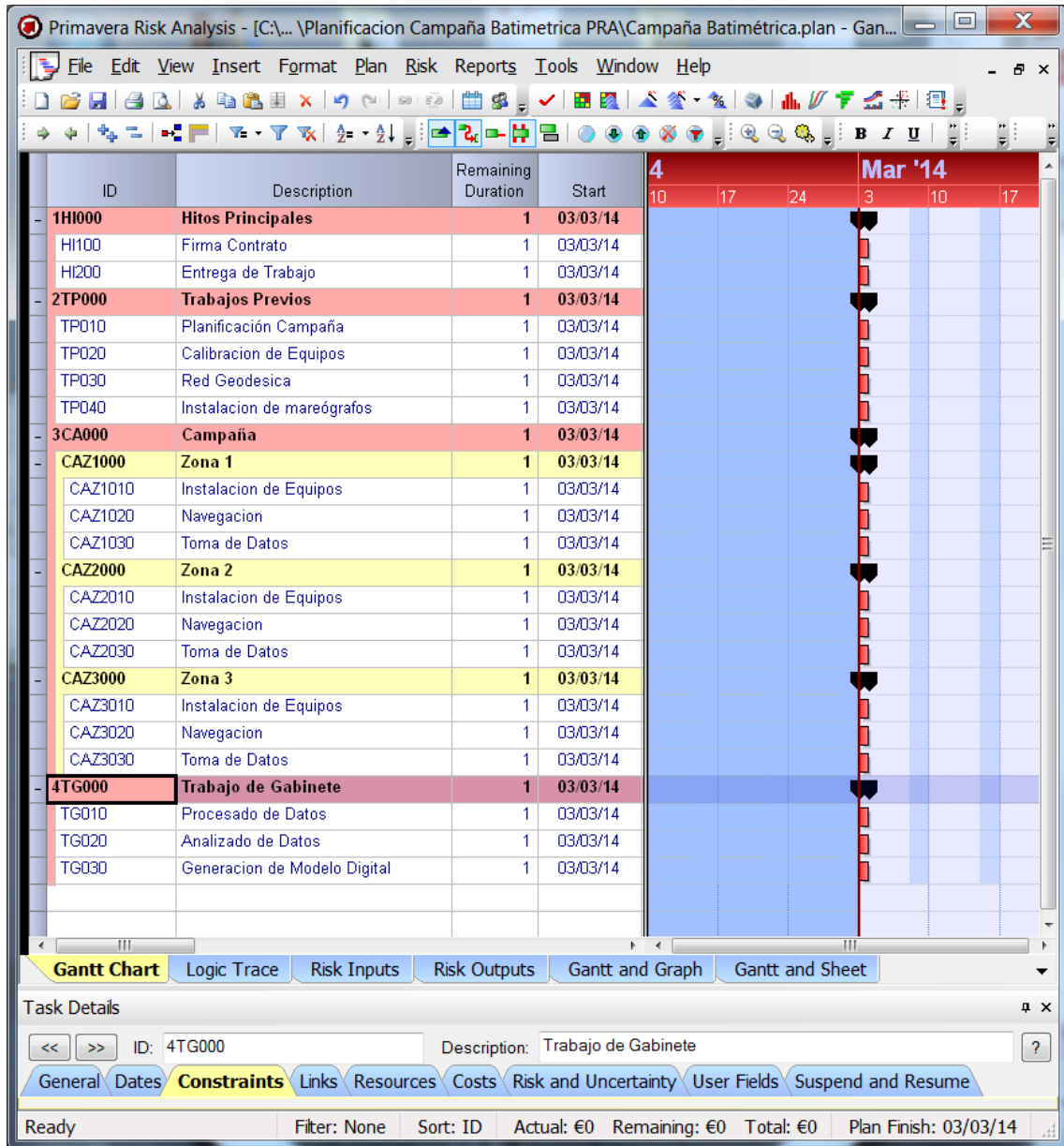


Ilustración 27: EDT

## 4. Duración de las Actividades.

En el siguiente paso estimamos la duración de las actividades. En la columna correspondiente, exceptuando a los hitos, ya que no tienen duración.

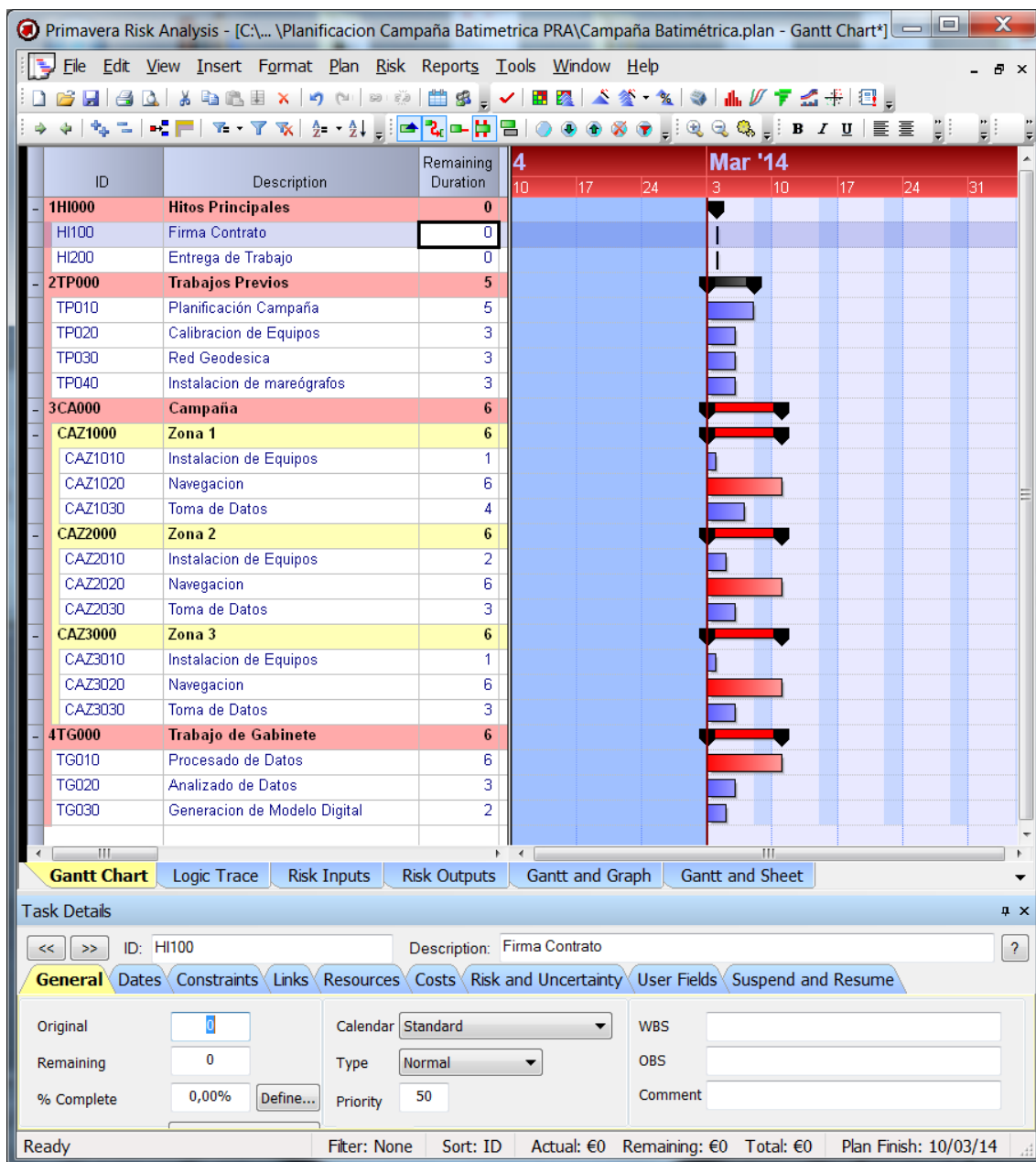


Ilustración 28: Duración de las actividades

## 5. Establecimiento de Precedencias (vínculos)

En el establecimiento de precedencias, vincularemos todas las actividades. Toda actividad tiene que tener un sucesor y un predecesor menos los hitos de inicio y fin.

De forma predeterminada todas las actividades son de tipo normal. En el caso de los hitos, debemos cambiar el tipo a hito de inicio o de fin, según el caso.

Una vez establecimos las precedencias, queda un diagrama de Gantt de la siguiente manera:

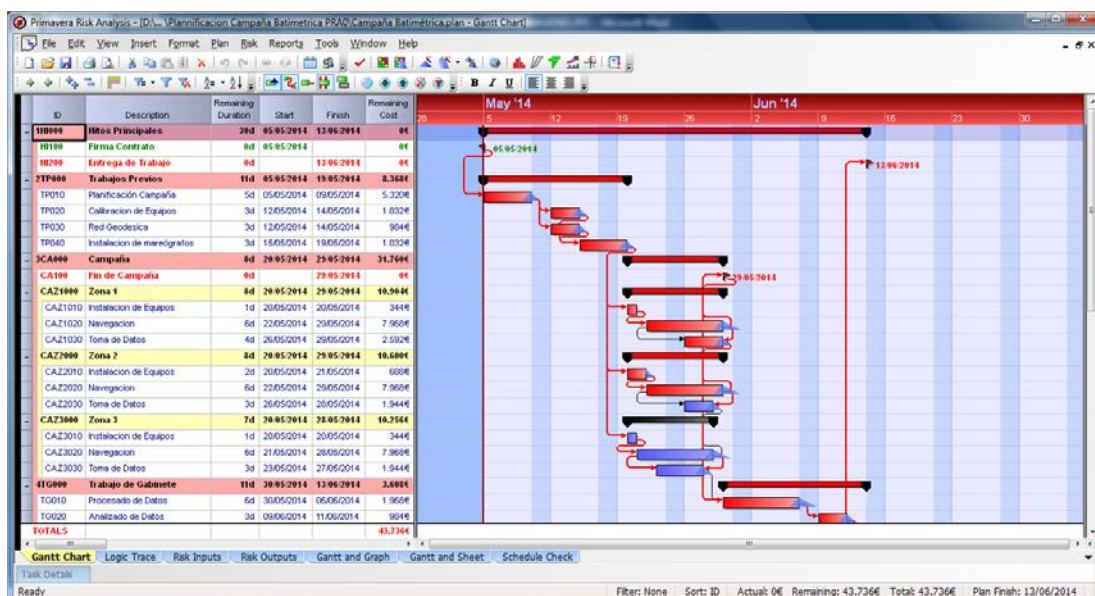


Ilustración 29: Establecimiento de Precedencias

## 6. Creación de una base de datos de recursos

Para crear una base de recursos en nuestro proyecto nos dirigiremos a Menú plan/Recursos, donde se abrirá una ventana que nos permitirá introducir todos los recursos necesarios.

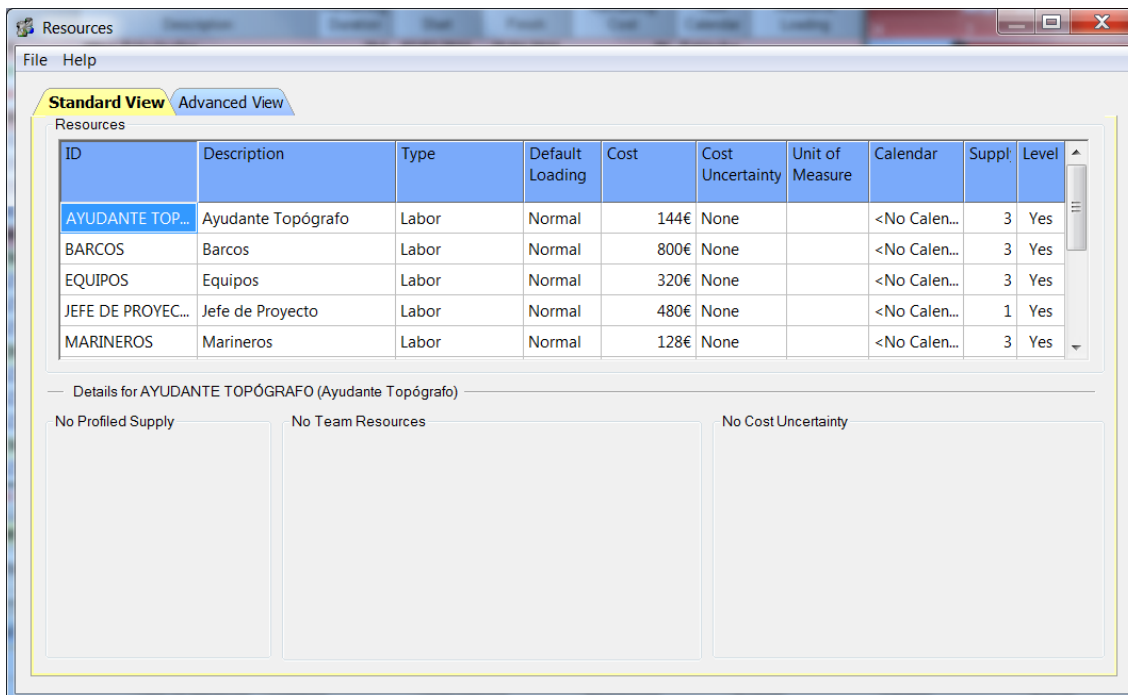


Ilustración 30: Creación de recursos

## 7. Asignación de recursos a las actividades

Tras la creación de los recursos se asignan estos a las actividades.

Para ello vamos a la pestaña de Recursos de la vista de los detalles de la tarea.

Esta pestaña nos permitirá al seleccionar una tarea, asignarle los recursos correspondientes, mediante una ventana desplegable. En ella podremos elegir entre los recursos que fueron creados anteriormente.

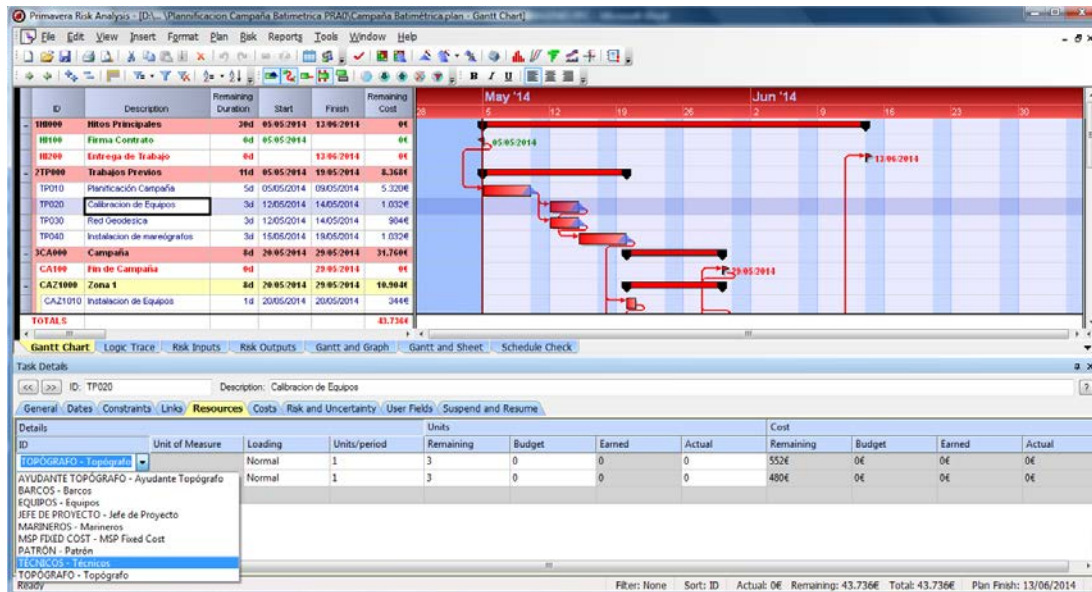


Ilustración 31: Asignación de Recursos

La asignación de recursos la haremos para todas las unidades de la planificación.

## 8. Análisis de la planificación

Una vez asignados los recursos y establecidas las precedencias se procede a la comprobación de los datos para detectar posibles inconsistencias. Este es un paso crucial para el correcto análisis de los riesgos.

### 8.1. Inconsistencias en la planificación

Los pasos recomendados para comprobar que una planificación es robusta son:

#### 8.1.1. Calendarios:

- Asignación de las actividades al calendario "correcto".
- Asegúrese de que haya:
  - Un calendario de 7 días/semana, 52 semanas/año.
  - Calendario personalizado: 5 días/semana, fiestas, vacaciones, fines de semana...
- Consistencia en las horas totales por día en los calendarios.



- Consistencia entre la 'Hora de inicio y de finalización "para cada día de la semana, en los calendarios.
- “Retrasos en la lógica”, revisar Duración Original
- No importar las vacaciones y excepciones del calendario mundial.
- Comprobar las horas por periodo de tiempo.
- Inclemencias meteorológicas:
  - Estaciones húmedas y secas.
  - Realizar Análisis de lluvia / calor / frío / viento

#### **8.1.2. Restricciones:**

- Uso "limitado", pero apropiado las Restricciones.
- Tipos de restricciones:
  - ASAP ( lo más pronto posible)- Predeterminada
  - START - Start Obligatoria, Start en o antes, inicio en o después
  - FINAL - Final Obligatoria, Finalizar en o antes, Finalizar en o después
  - ALAP (Lo más tarde posible)

#### **8.1.3. Predecesores / Sucesores:**

- Todas las actividades tienen que tener sucesoras y predecesoras excepto los hitos de inicio(que solo tendrán sucesora) y los hitos de finalización (que solo tendrán predecesora)

#### **8.1.4. 'Lógica' (relaciones y dependencias entre las actividades):**

- Uso excesivo de conductores

#### **8.1.5. Tipo de Actividades:**

- Generales: Hito de inicio, hito de fin, tarea dependiente, LOE, WBS

#### **8.1.6. Tipo de Duración:**

- Cuando el 'Programa' es Not Resource Driven.
- Por lo general:
  - Duración y unidades fijas (LOE tarea dependiente)



- Duración y unidades/hora fijas (Hitos de inicio y fin)
- Unidades/hora fijas (Hitos de inicio y fin)

#### **8.1.7. Opciones de planificación:**

- Al avanzar la planificación usar lógicas de la red.
- Calcular el retraso (lag) inicio-inicio desde: Early Start.
- Definir actividades críticas como: actividades con holgura total menor o igual a "cero" o "x días"
- Calcular holgura total como:  $Holgura\ Fin = Límite\ de\ finalización - Acabado\ Temprano$ .

#### **8.1.8. Holguras:**

- Asegúrese de que no existan holguras negativas.
- Revisar "Ruta Crítica", la Holgura Total = 0.
- Revisar caminos subcríticos.

#### **8.1.9. WBS:**

- Revisión de la 'Estructura'

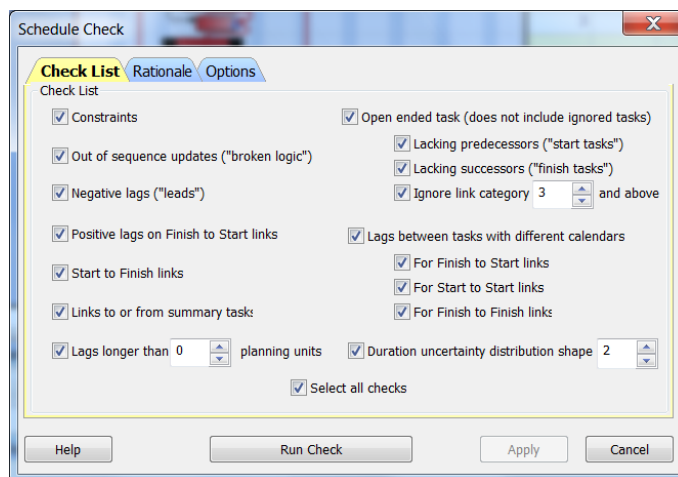
#### **8.1.10. Actividad ID:**

- 'Convención de Numeración': alguna forma de dar 'significado' a los identificadores de actividad. Por ejemplo añadiendo al ID las iniciales de la actividad.

#### **8.1.11. Nombre de la actividad:**

- Asegúrese de que cada nombre de actividad es 'único'. Las actividades las se denotarán con verbo + nombre y los hitos con nombre + verbo. Por Ejemplo pintar paredes (actividad) y paredes pintadas(hitos)

OPRA nos permite obtener un informe con estas inconsistencias. Antes de ejecutar el análisis podemos seleccionar lo que nos interesa que se muestre en dicho informe.



**Ilustración 32: Opciones de la validación del calendario**

Una vez seleccionadas las opciones damos click sobre ejecutar análisis. En el Anexo 1 adjunto se muestra el informe de salida completo.

Plan Summary	
Title	Campaña Batimétrica
File name	D:\Planificación Campaña Batimétrica PRA0\Campaña Batimétrica plan
Plan finish date	13/05/2014
Plan remaining duration	40d
Normal tasks	16
Summary tasks	7
Milestone tasks	3
Hammock tasks	0
Monitor tasks	0
Calendars	5
Links	27
Resources	14
Tasks with no progress	26
In progress tasks	0
Completed tasks	0
Total tasks	26
Resource assignments	39
Budget cost	0€
Remaining cost	43.736€
Actual cost	0€
Total cost	43.736€

Report Summary	
Task view	All tasks
Constraints	0
Open-ended tasks (Does not include ignored links)	2
Out of sequence updates ("broken logic")	0
Lags longer than 0 units	5
Negative lags ("leads")	2
Positive lags on Finish-to-Start links	1
Start-to-Finish links	0
Lags between tasks with different calendars	0
Links to / from summary tasks	0
Duration uncertainty distribution shape 2	0

**Ilustración 33: Informe de validación del calendario**



Este informe nos permite a parte de conocer las posibles inconsistencias de la planificación, conocer el presupuesto del proyecto, recursos, duraciones, etc., de una forma determinista.

Como complemento comprobamos la robustez de la planificación gráficamente. En los gráficos siguientes podemos ver mediante rectas, la representación de cada una de las tareas resumen y como van interactuando entre ellas.

El siguiente software fue realizado por Rafael Guadalupe, para la realización de los diagramas espacio tiempo en el año 2000.

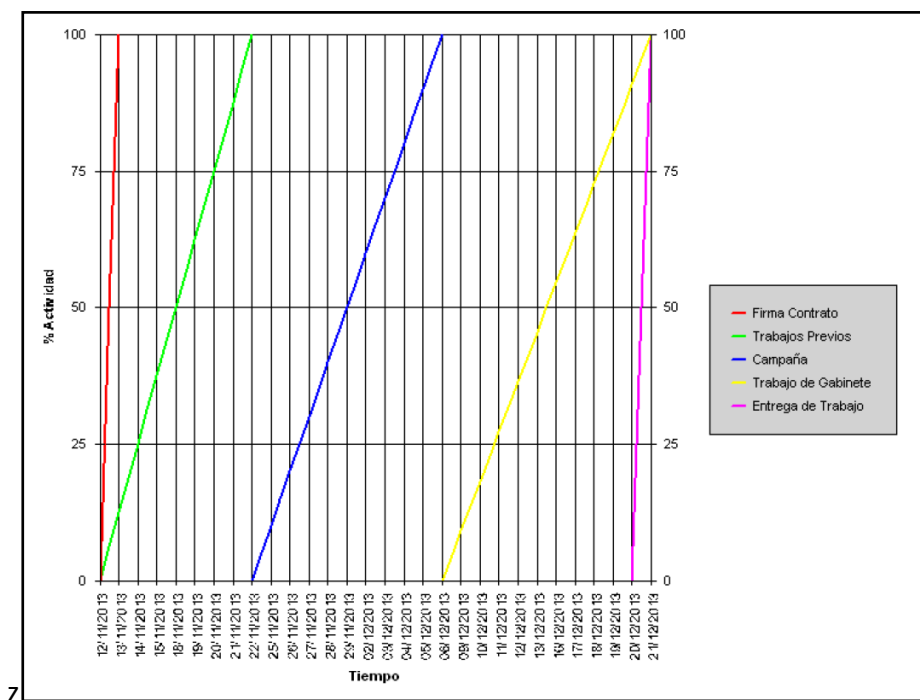


Ilustración 34: Diagrama espacio-tiempo Campaña Batimétrica

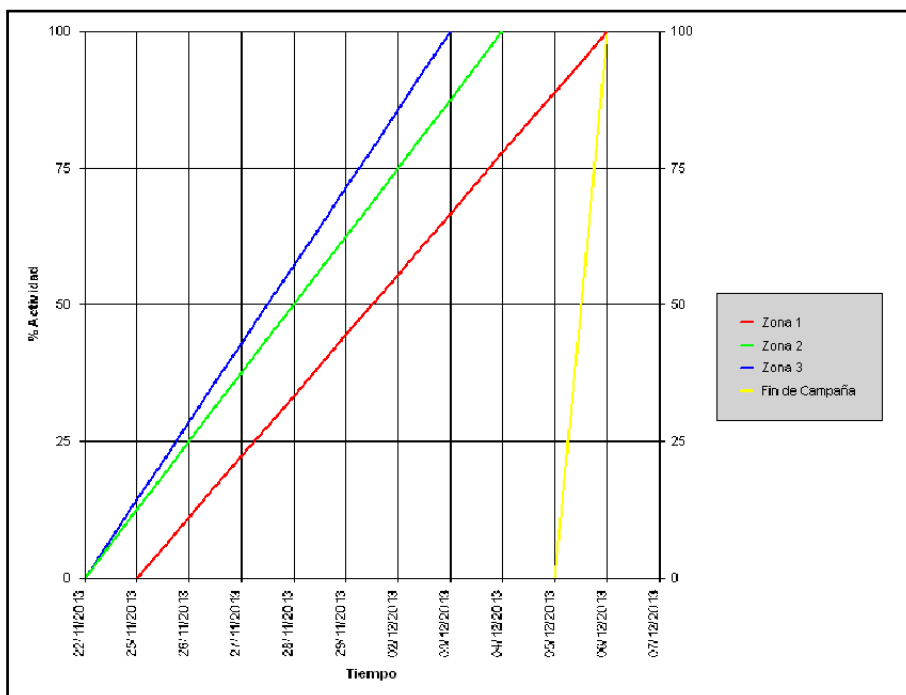


Ilustración 35: Diagrama espacio-tiempo de las zonas

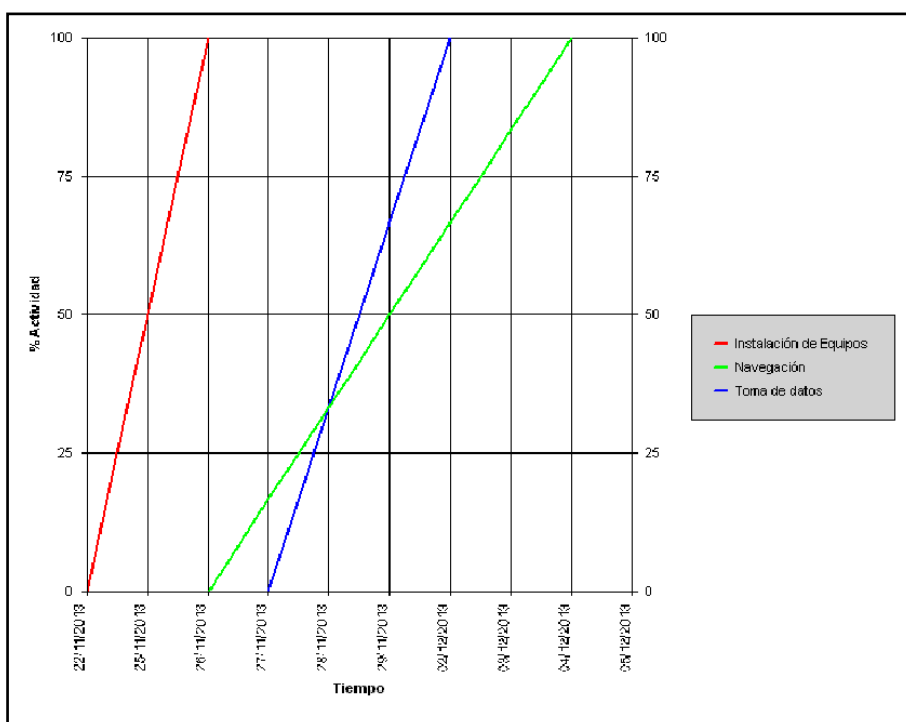


Ilustración 36: Diagrama espacio-tiempo de los Trabajos de Campo

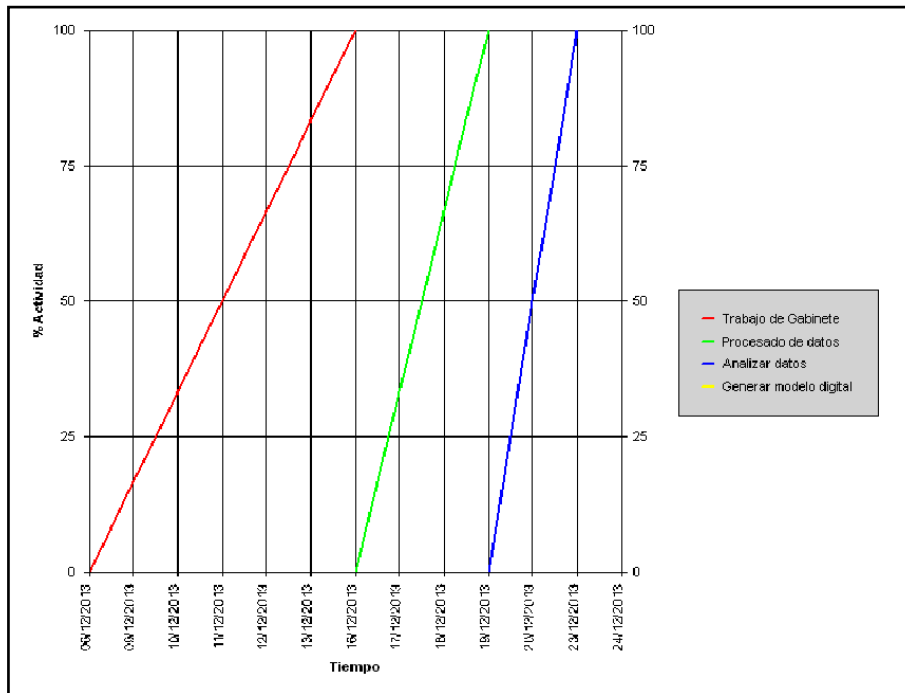


Ilustración 37: Diagrama espacio-tiempo de los Trabajos de Gabinete

Debido a que la mayoría de las actividades están dentro del camino crítico, sus líneas son en la mayor parte de los casos paralelas y no se cortan entre sí.

En la ilustración 36, se observa como la navegación y la toma de datos se cruzan, esto es debido a que la navegación comienza antes de que se empiecen a tomar los datos, y finaliza después de la finalización de la toma de datos, donde los barcos vuelven a puerto pero sin tomar datos.



Universidad Politécnica de Madrid  
Titulación en Ingeniero Técnico en Topografía  
**Gestión de Riesgos en Proyectos: Aplicación a  
Campaña Batimétrica**

---





# Capítulo 5: Aplicación del Análisis de Riesgos

---

## 1. Introducción

El Análisis de riesgos en la planificación, es una técnica que modela el tiempo, los costos, el alcance, la calidad, etc. asociados a un proyecto, a través de simulaciones de Monte Carlo para proporcionar niveles de confianza de los posibles resultados. El Análisis de riesgos en la planificación debe ser un subconjunto del proceso de análisis de riesgos, identificando los riesgos que puedan afectar a ese proyecto.

Primavera Risk Analysis permite modelar los riesgos y permite:

- Variar las duraciones de las actividades permitiendo así representar la incertidumbre en las estimaciones del tiempo para las actividades.
- Insertar actividades adicionales como eventos de riesgo que no se incluyen normalmente.

Mediante la simulación Monte Carlo en los distintos escenarios, y con un número seleccionado de iteraciones, esta avanzará y retrocederá por el calendario, donde cada iteración variará según los riesgos que se estén modelando. Los resultados de la simulación serán una "fecha final" específica y los costos asociados con cada una de las iteraciones, de los cuales se puede elegir un intervalo de confianza. El intervalo P80 es una fecha donde el 80% de los resultados son iguales o anteriores a esa fecha.

Como vimos en el capítulo anterior donde se muestran los pasos fundamentales para la revisión de la planificación. Es importante que esta, sea robusta antes de la aplicación del análisis de riesgo.

## 2. Resumen del proceso

En el siguiente diagrama se muestra un esquema del proceso para la realización de un Análisis de riesgos en una planificación:

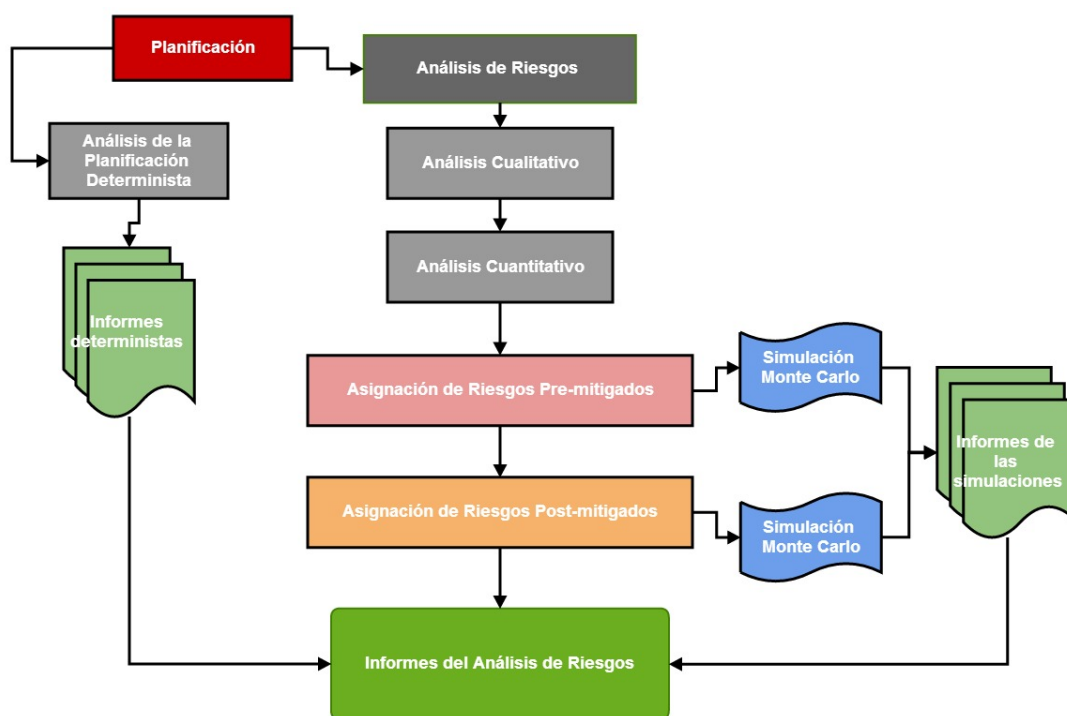


Ilustración 38: Resumen del proceso de Análisis de Riesgo

### 3. Método Determinista

La siguiente imagen muestra nuestra planificación, explicada en el capítulo anterior y a la que aplicaremos el registro de riesgo. Las claves de este calendario son:

- Fecha de inicio de 5 mayo de 2014.
- Fecha de finalización de 13 de junio de 2014.
- Coste del proyecto: 43.736€

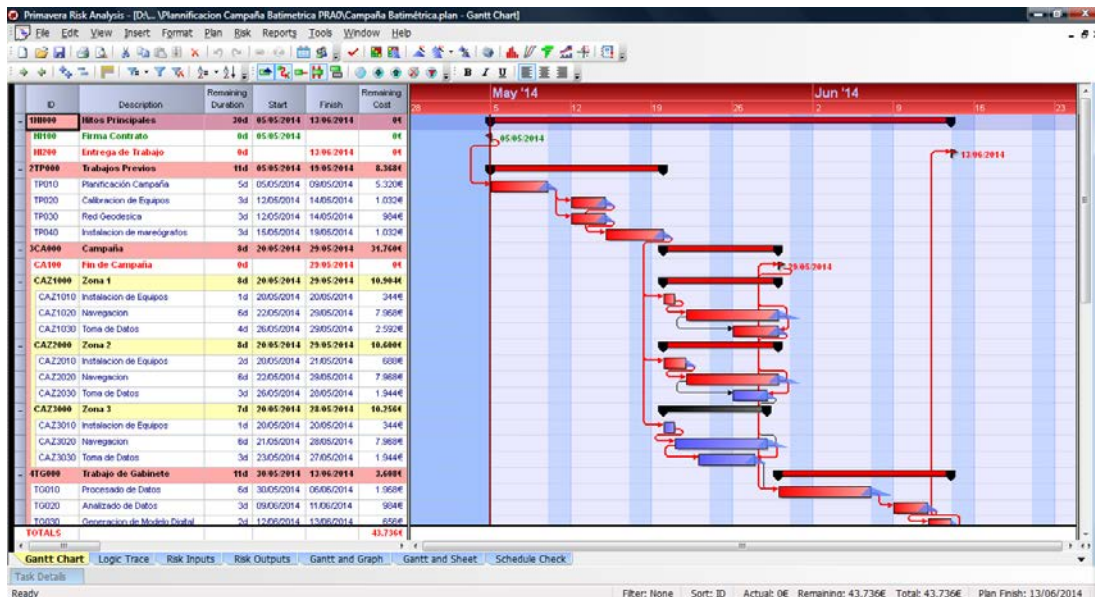


Ilustración 39: Calendario Determinista

## 4. Método probabilístico

### 4.1. Incertidumbre en la planificación.

La incertidumbre sobre las duraciones la introduciremos a través de lo que se denomina un análisis rápido de riesgos. Partiendo de la planificación determinista, podemos establecer que las estimaciones son más o menos el 30% de la duración determinista.

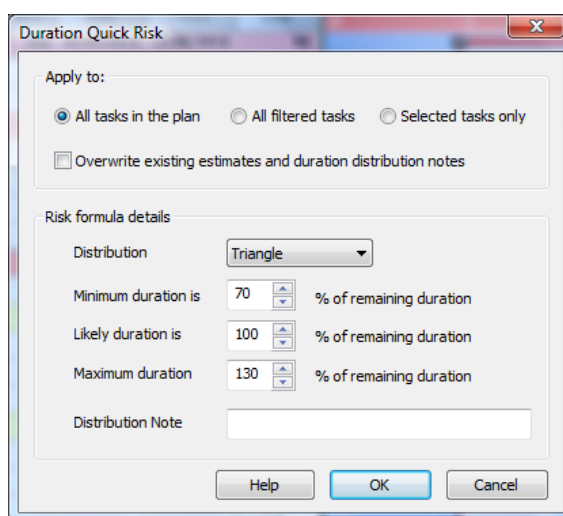


Ilustración 40: Opciones de incertidumbre

OPRA permite elegir entre varias distribuciones para calcular la incertidumbre (triangular, BetaPert, Uniforme...). En nuestro caso y eligiendo una distribución triangular, aunque posteriormente podamos modificar puntualmente la distribución por otra que se adapte mejor, aplicaremos a la duración más probable de todas las actividades un más menos 30%. Esta función que nos ofrece el OPRA es el Cálculo de la duración probabilística rápida de riesgos (“Riesgo rápido”), que podremos encontrar explicada más detalladamente en el **Anexo 2 - Manual Primavera Risk Analysis**.

Con esto se generarán las duraciones mínima, más probable y máxima que se pueden esperar, y un perfil de distribución para esos períodos, como se muestra a continuación:



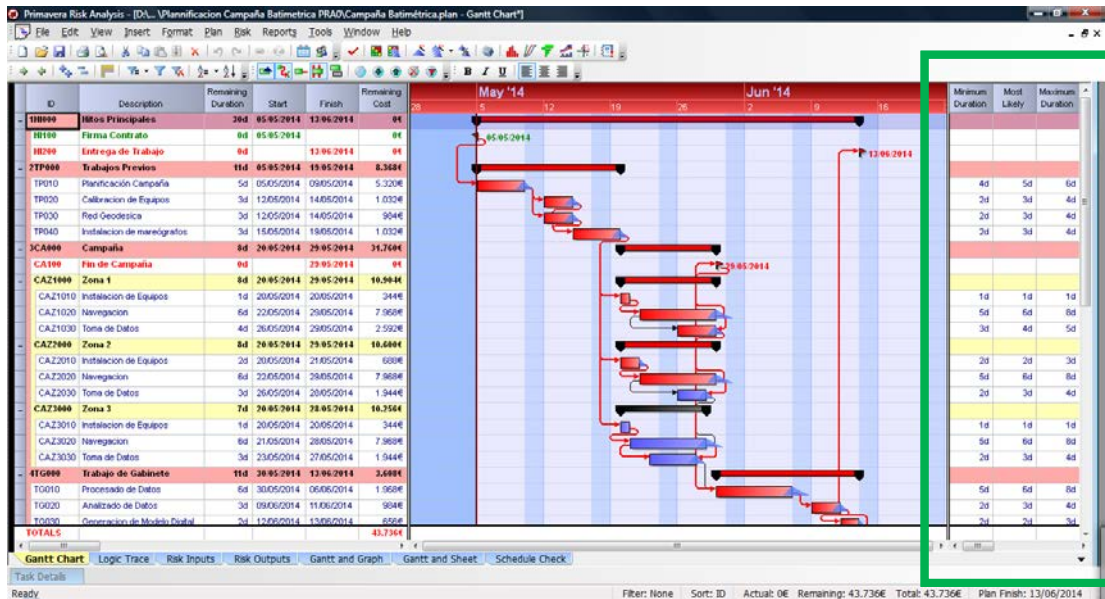


Ilustración 41: Incertidumbre en la Duración

## 4.2. Simulación Monte-Carlo sobre la incertidumbre del Riesgos.

Con la duración de la incertidumbre del riesgo es posible llevar a cabo una simulación de Monte-Carlo. La simulación toma una muestra aleatoria de las variables de entradas de riesgo entre la duración máxima y mínima, y calcula la fecha de finalización de la planificación para esta iteración.

La imagen siguiente muestra una de las iteraciones de la simulación:

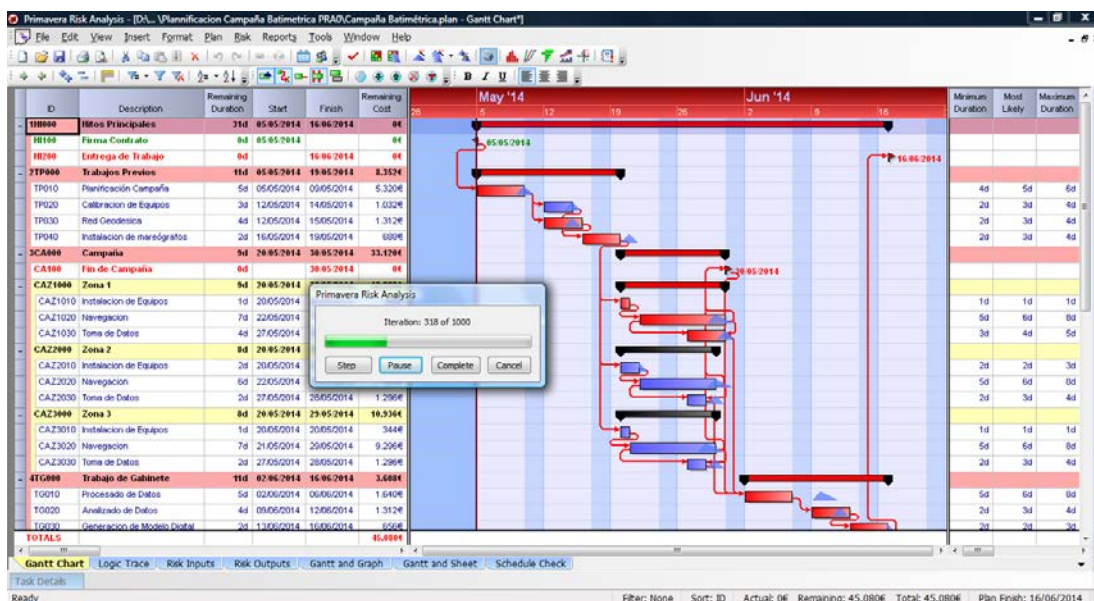


Ilustración 42: Simulación Monte Carlo



Es importante recalcar como nuestra fecha de finalización determinista era el 13 de junio de 2014 y vemos como unas iteraciones después la fecha de finalización es del 16 de junio de 2014.

El coste del proyecto también varía según se van sucediendo las iteraciones. El coste determinista era de 43.736€ mientras que unas iteraciones después es 45.080€ como podemos observar en la imagen anterior.

OPRA seguirá llevando a cabo la simulación hasta que se produzcan 1.000 iteraciones de la programación del proyecto, cada uno con una fecha de finalización y unos costes previstos. Los resultados de estas iteraciones se exponen en los informes que se muestran en las siguientes secciones.

#### **4.3.Resultados de la Incertidumbre de riesgo.**

Después de la simulación de Monte-Carlo, OPRA, nos permite hacer unas comprobaciones:

##### **4.3.1. Camino crítico**

El camino crítico es el camino de mayor duración de los existentes entre el hito de inicio y el hito de finalización.

Primavera Risk Analysis determina la ruta crítica examinando la criticidad de las actividades predecesoras en una rama de la planificación, a partir de la actividad seleccionada (por lo general la última actividad del proyecto o un hito clave) hasta la actividad de inicio. Sin embargo, el orden que sigue en el informe es desde el principio hasta el final de las actividades de una red.

Un retraso en cualquiera de las actividades del camino crítico (llamadas actividades críticas) supondrá automáticamente un retraso de igual duración en la fecha de finalización del proyecto.

El porcentaje criticidad es la probabilidad de que una actividad este en la ruta crítica en el transcurso del proyecto, lo que indica la importancia relativa de la actividad



respecto a las demás actividades de la red. El número de días que la actividad se retrasa es igual al número de días que se retrasa la fecha de finalización.

Por el contrario un retraso en las actividades que no pertenezcan al camino crítico (actividades no críticas) no supondrá en principio ninguna demora en la fecha de finalización del proyecto.

Por ello para evitar demoras no deseadas son las actividades críticas las que han de ser estrechamente vigiladas.

El Perfil de distribución de la criticidad resume el número de actividades que su criticidad cae dentro de varios límites de hasta 100%.

Este informe proporciona una medida de la "estrechez" de una red, indicado por el porcentaje de actividades que tienen alguna criticidad. Un alto porcentaje (más del 40%) indica una red relativamente estrecha. En una red de este tipo, incluso si se puede ahorrar en la ruta crítica principal, el carácter crítico sería desviado a otras actividades.

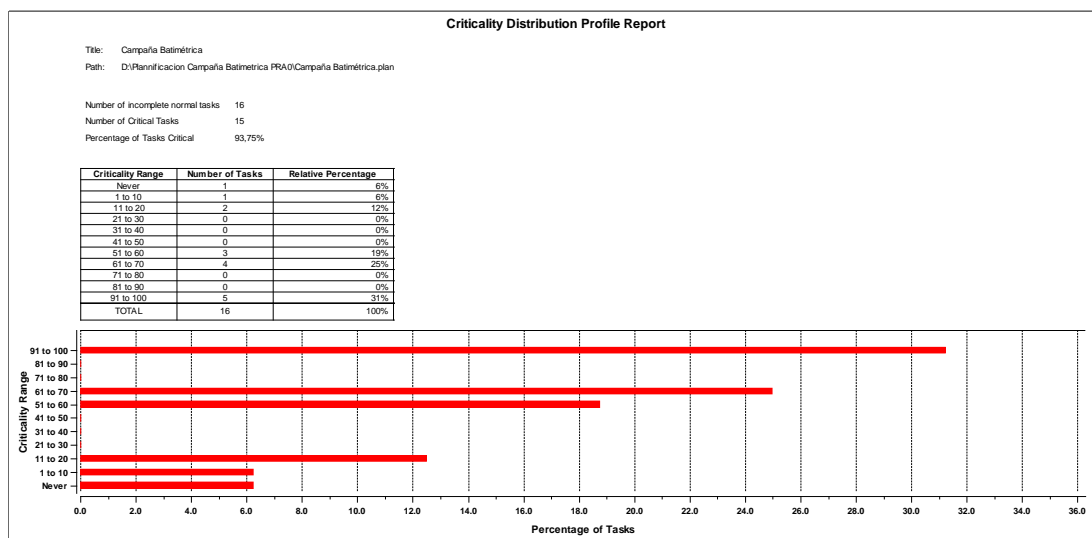


Ilustración 43: Informe de distribución del perfil crítico

La distribución de criticidad es significativa. Una red tupida tiende a mostrar un número relativamente elevado de las actividades con respecto a la criticidad entre el 25 y el 65 por ciento. Alta incidencia en el 90 al 100 por ciento y de 0 a 10 por ciento de los rangos de indicar una red relativamente "holgada".

La comprobación del camino crítico en PRA, nos permite la creación de un informe donde nos muestra las actividades críticas.

Para acceder al informe del camino crítico:

### Informes/Informe del Camino Crítico

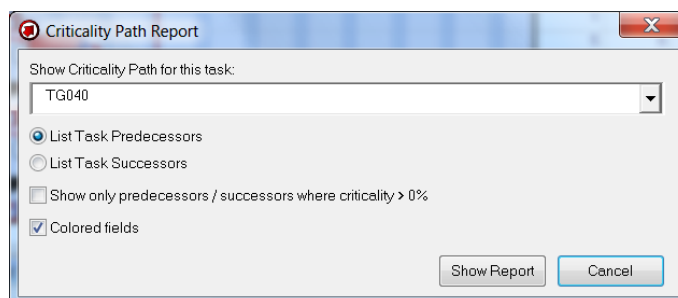


Ilustración 44: Opciones del Informe del camino crítico

Seleccionamos la última de las tareas (Entrega de trabajo) y en mostrar informe.

Criticality Path				Preceding Tasks				
Name	Description	Rem Dur	Criticality	Link	Name	Description	Rem Dur	Criticality
H100	Firma Contrato	Misn	100%					
TP010	Planificación Campaña	5	100%	FS	H100	Firma Contrato	Misn	100%
TP020	Calibración de Equipos	3	69.5%	FS	TP010	Planificación Campaña	5	100%
TP040	Instalación de mareógrafos	3	100%	FS	TP020	Calibración de Equipos	3	69.5%
				FS	TP030	Red Geodesica	3	68.6%
CAZ2010	Instalación de Equipos	2	66.9%	FS	TP040	Instalación de mareógrafos	3	100%
CAZ2020	Navegación	6	66.9%	FS	CAZ2010	Instalación de Equipos	2	66.9%
CA100	Fin de Campaña	0	99.7%	FS	CAZ2020	Navegación	6	66.9%
				FS	CAZ1020	Navegación	6	51.4%
				FS	CAZ3020	Navegación	6	17.1%
TG010	Procesado de Datos	6	100%	FS	CA100	Fin de Campaña	0	99.7%
				FS	CAZ1030	Toma de Datos	4	51.4%
				FS	CAZ2030	Toma de Datos	3	1.2%
				FS	CAZ3030	Toma de Datos	3	0%
TG020	Análisis de Datos	3	100%	FS	TG010	Procesado de Datos	6	100%
TG030	Generación de Modelo Digital	2	100%	FS	TG020	Análisis de Datos	3	100%
H200	Entrega de Trabajo	0	100%	FS	TG030	Generación de Modelo Digital	2	100%

Ilustración 45: Informe del camino crítico

Los resultados para cada uno de las 1.000 iteraciones se muestran en un gráfico de distribución:

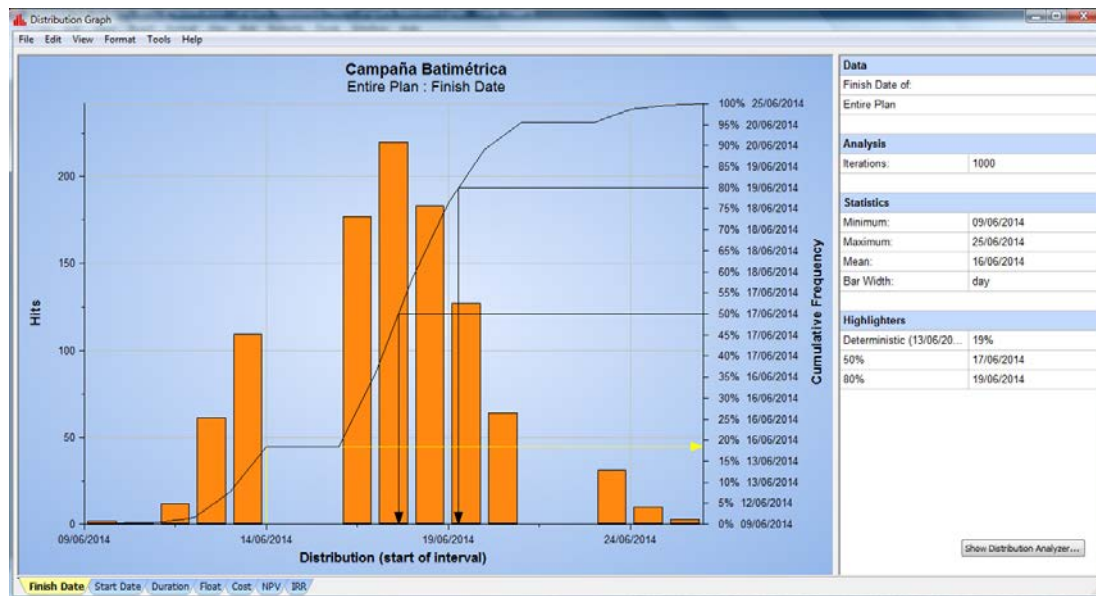


Ilustración 46: Gráfico de Distribución de las Fechas de Finalización

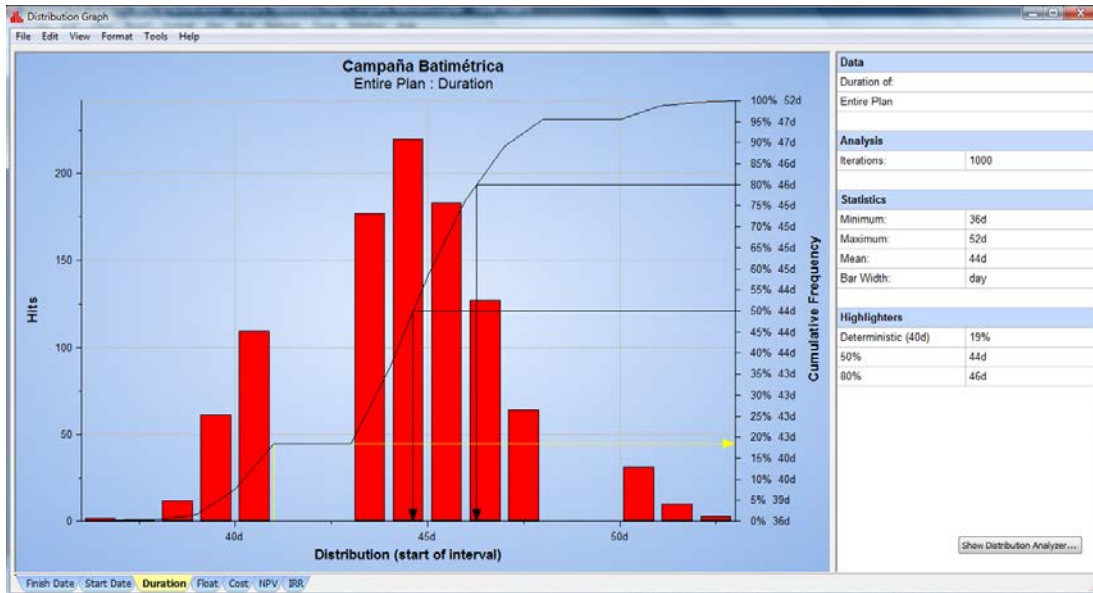
En el eje horizontal se muestra la fecha del calendario y en el eje vertical los resultados de la iteración. La altura de las barras indica el número de veces que ha salido esa fecha en la iteración.

La línea acumulativa del gráfico muestra la fecha en porcentajes, cuando la fecha es el 100% indica la última fecha producida en la simulación.

Vemos que la fecha determinista varía respecto a la fecha probabilística tras hacer la simulación.

Podemos seleccionar cualquier intervalo de confianza para que nos muestre la fecha correspondiente. Vemos como el 80% de los resultados de la simulación caen en el 19 de junio de 2014, mientras que solo el 19% caen en el 13 de junio de 2014, que era nuestra fecha determinista.

En la siguiente gráfica se muestra la duración del proyecto en días. Vemos con en número de días en la planificación determinista era de 40, siendo la probabilidad de que se acabe en este tiempo de 19% mientras que el 80% cae en 46 días.



A continuación, en el siguiente gráfico vemos los costes del proyecto en los que también hay resultados más fiables con respecto al coste determinista inicial.

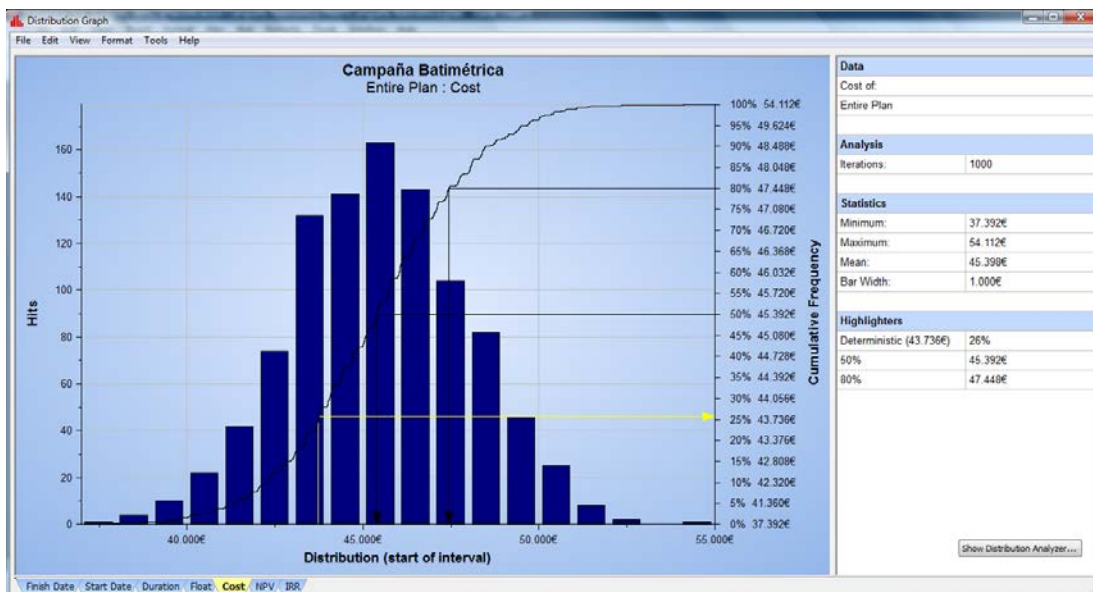


Ilustración 47: Gráfico de Distribución de las Fechas de Finalización

Seguidamente se muestran las gráficas tornado. Estas gráficas nos muestran las actividades que dirigen a otras actividades o en el caso de la sensibilidad del coste la correlación entre el coste de una tarea y el costo total del proyecto.

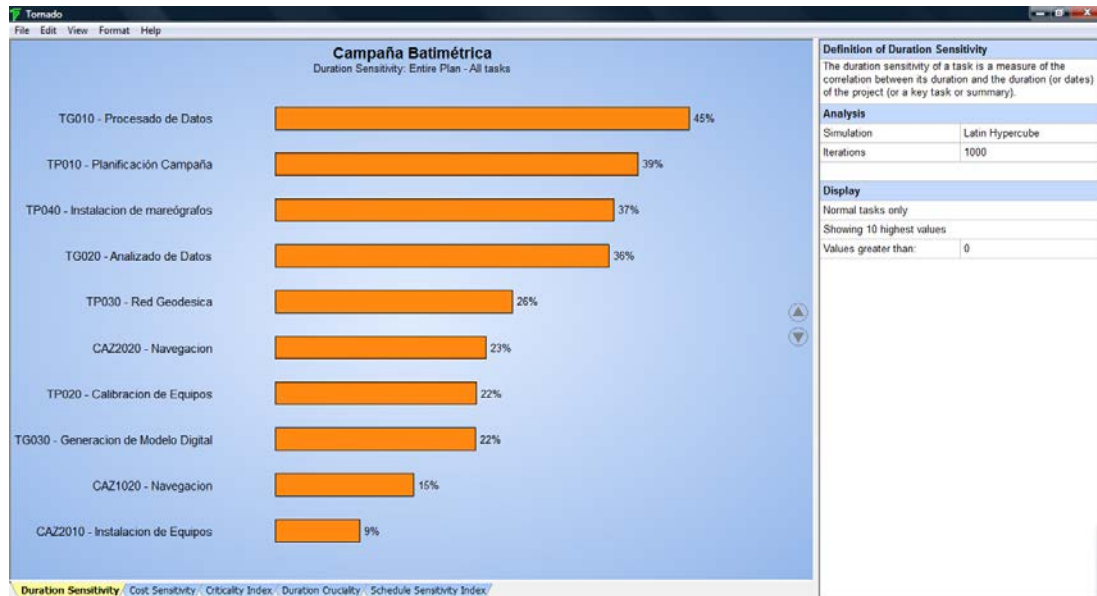


Ilustración 48: Sensibilidad de la Duración

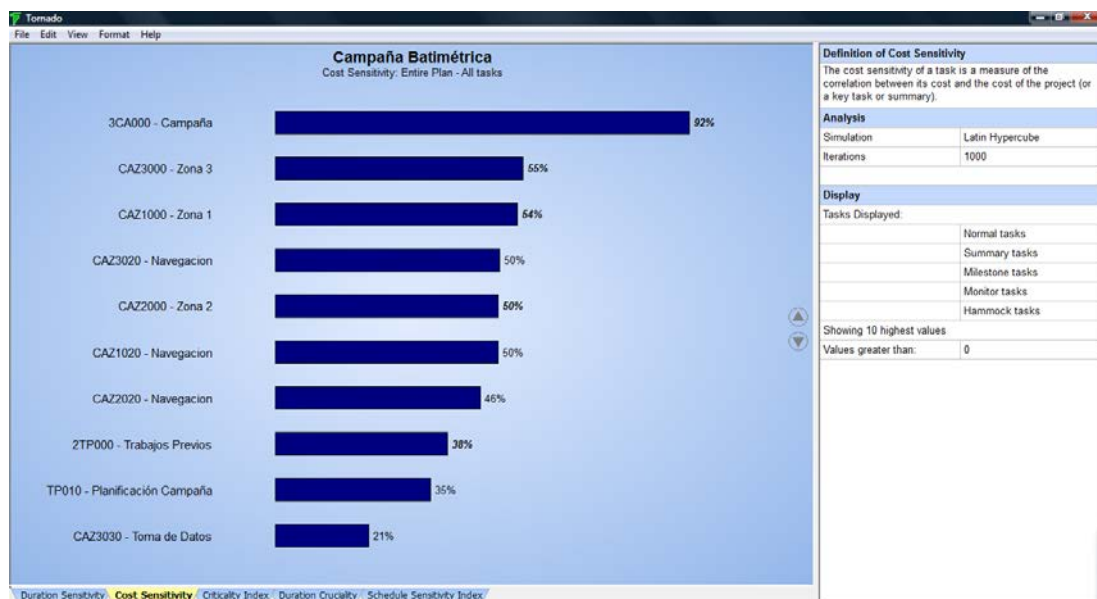


Ilustración 49: Sensibilidad del Coste



Universidad Politécnica de Madrid  
Titulación en Ingeniero Técnico en Topografía  
**Gestión de Riesgos en Proyectos: Aplicación a  
Campaña Batimétrica**

---





## 5. Análisis de Riesgos

El análisis de riesgo lo dividiremos en dos, el análisis cualitativo y el análisis cuantitativo de los riesgos.

### 5.1. Análisis Cualitativo.

Antes de introducir los riesgos calibraremos el programa para nuestro caso en concreto. En la siguiente imagen vemos como podemos clasificar los riesgos, con la escala de impacto y los tipos, escalas de tolerancias, escalas de probabilidad y escalas de impacto y probabilidad.

The screenshot shows the 'Risk Scoring' window with the following components:

- Probability Scale:** A table with 5 levels: Muy Alto (>70%), Alto (>50%), Moderado (>30%), Bajo (>10%), and Muy Bajo (<=10%).
- Impact Scales & Types:** A table defining impact types like 'Tiempo' and 'Costo' with their respective scales (Muy Bajo, Bajo, Moderado, Alto, Muy Alto) and descriptions.
- Tolerance Scale:** A table with 3 levels: Alto (Score >16, red), Medio (Score >5, yellow), and Bajo (Score <=5, green).
- Probability and Impact Scoring (PID):** A matrix showing the combination of impact levels and probability levels. The matrix is as follows:
 

	Impacts				
	Muy Bajo	Bajo	Moderado	Alto	Muy Alto
Muy Alto %	5	9	18	36	72
Alto %	4	7	14	28	56
Moderado %	3	5	10	20	40
Bajo %	2	3	6	12	24
Muy Bajo %	1	1	2	4	8

Ilustración 50: Risk Scoring

A continuación, en la siguiente imagen se muestran los riesgos identificados como riesgos pre-mitigados con la evaluación subjetiva de las duraciones con la experiencia adquirida en proyectos similares y los datos de referencia. Junto a ellos se muestran las posibles medidas que se pueden llevar a cabo para su mitigación, y la probabilidad de ocurrencia post mitigación.

Risk Register																
Qualitative																
Pre-Mitigation (Data Date = 05/05/2014)																
Risk ID	T/O	Title	Probability	Tiempo	Costo	Alicance	Score	Response	Title	Total C...	Probability	Tiempo	Costo	Alicance	Score	Owner
R010	T	Falta de definición de objetivos	A (60%)	N (0d)	N (0€)	MA	6	Transfer	Nueva definición d...	600€	M (40%)	N (0d)	N (0€)	M	10	Cliente
R020	T	Fallo en la calibración de equip...	M (40%)	N (0d)	MA (6.248€)	M	10	Transfer	Llevarlo al centro d...	800€	MB (5%)	MA (24d)	A (3.748€)	B	8	Topógrafo
R030	T	Vibración del Soporte	M (40%)	N (0d)	B (1.749€)	M	10	Transfer	Poner Silenblock	500€	B (20%)	N (0d)	B (1.248€)	M	6	Técnico
R040	T	Mala navegación para toma de...	M (40%)	N (0d)	MB (750€)	M	10	Accept	Volver a puerto	0€	M (40%)	N (0d)	MB (750€)	M	10	Topógrafo
R050	T	Ruidos e interferencias	MA (85%)	N (0d)	MB (750€)	MA	10	Transfer	Calibrar sonda	400€	B (20%)	N (0d)	B (1.248€)	B	8	Técnico
R060	T	Huecos por falta de datos	MA (85%)	MA (12d)	B (1.250€)	MA	10	Reduce	Aminorar la veloci...	300€	MB (5%)	MA (12d)	B (1.250€)	M	8	Patrón
R070	O	Explotar la metodología	MB (5%)	N (0d)	N (0€)	MB	3	Exploit	Publicarla	1.000€	MB (5%)	N (0d)	N (0€)	MB	3	Dtor Proyecto
R080	T	Mala navegación	MA (85%)	MA (12d)	B (1.250€)	MA	10	Reduce	Correcciones de ru...	500€	A (60%)	MA (12d)	M (3.246€)	M	10	Patrón
R090	T	Pérdida señal de GPS	M (40%)	N (0d)	MB (750€)	M	10	Accept	Recuperar conexión	300€	M (40%)	N (0d)	MB (750€)	M	10	Técnico
R100	T	Permiso Navegación	B (20%)	N (0d)	MB (750€)	A	12	Reduce	Negociar permisos	1.000€	B (20%)	N (0d)	MB (750€)	MB	5	Dtor Proyecto
R110	T	Financiación	B (20%)	N (0d)	MA (6.246€)	MA	6	Reduce	Tratar con los ban...	300€	B (20%)	N (0d)	MA (6.24...	N	5	Dtor Proyecto
R111	T	Inexperiencia operario	A (60%)	MA (30d)	MA (3.750€)	M	10	Reduce	cursos de formacion	500€	B (20%)	MA (36d)	M (2.250€)	MB	5	Dtor Proyecto

Risk Details														
User Defined   Mitigation   Waterfall Chart   Notes   Risk History														
ID	R010 - Falta de definición de objetivos													
Cause	El alcance del proyecto no está bien definido por la inexperiencia del cliente													
Description	Falta de definición de objetivos													
Effect	El proyecto no se puede definir de una manera concreta													
Pre-mitigated position:	Probability: A (50% to 70%) Tiempo: N (Negligible) Costo: N (Negligible) Alicance: MA (El objetivo final d...) Overall Impact: MA													
Post-mitigated position:	Probability: M (30% to 50%) Tiempo: N (Negligible) Costo: N (Negligible) Alicance: M (Areas de alcance prim...) Overall Impact: M													
Score	10													
Start Date	12/11/2013													
End Date	18/12/2013													
Quantified Risk	<input checked="" type="checkbox"/>													
Show in Quantitative	<input checked="" type="checkbox"/>													

Ilustración 51: Riesgos Cualitativos

En todos los casos la evaluación de los riesgos es subjetiva pero lo correcto es basarnos en nuestra experiencia anterior en proyectos similares u otros proyectos de referencia.

A continuación se muestran las matrices de riesgo antes de la mitigación (pre mitigados) y tras esta (post mitigados), se puede apreciar como los riesgos cambian de posición en la matriz antes y después de la mitigación de los riesgos.



Ilustración 52: Matriz de Riesgo Pre- mitigada



Ilustración 53: Matriz de Riesgo Post- mitigada

## 5.2. Análisis Cuantitativo

El análisis cuantitativo de riesgos nos permite analizar el impacto de los riesgos en los objetivos del proyecto, tanto en tiempo como en costo. Para ello asignaremos a cada tarea los riesgos que le corresponden. Tanto en el plan pre-mitigado, como en el post-mitigado.

ID	T/O	Título	Quantifi...	Probabili...	Impacted Task ID(s)
R010	T	Falta de definición de objetivos	<input checked="" type="checkbox"/>	60%	TP010
R020	T	Fallo en la calibración de equipos	<input checked="" type="checkbox"/>	40%	CAZ2010, CAZ2010, CAZ1010, TP030,...
R030	T	Vibración del Soporte	<input checked="" type="checkbox"/>	40%	CAZ2030, CAZ2030, CAZ1030
R040	T	Mala navegación para toma de dat...	<input checked="" type="checkbox"/>	40%	CAZ2030, CAZ2030, CAZ1030
R050	T	Ruidos e interferencias	<input checked="" type="checkbox"/>	85%	CAZ2030, CAZ2030, CAZ1030
R060	T	Huecos por falta de datos	<input checked="" type="checkbox"/>	85%	CAZ2030, CAZ2030, CAZ1030, CAZ30...
R070	O	Explotar la metodología	<input checked="" type="checkbox"/>	5%	TG030, TG020, TG010,4TG000
R080	T	Mala navegación	<input checked="" type="checkbox"/>	60%	CAZ1030, CAZ2030, CAZ2030, CAZ30...
R090	T	Pérdida señal de GPS	<input checked="" type="checkbox"/>	40%	CAZ3030, CAZ2030, CAZ1030
R100	T	Permiso Navegación	<input checked="" type="checkbox"/>	20%	CAZ3030, CAZ2030, CAZ1030
R110	T	Financiación	<input checked="" type="checkbox"/>	20%	TG020, TG010, CAZ3030, CAZ2030, C...
R111	T	Inexperiencia operario	<input checked="" type="checkbox"/>	60%	CAZ1030, CAZ2030, TG010, TG020, TG...

Impacts for Risk R010		Tiempo			Costo			Correlate	
Task ID	Description	Shape	Min	Likely	Max	Shape	Min	Likely	Max
TP010	Planificación Camp...	Uniform	0d		0d	Uniform	0€		0€

Ilustración 54: Riesgos Cuantitativos Pre-mitigados

ID	T/O	Título	Quantifi...	Probabili...	Impacted Task ID(s)	Mitigation C...	Mitigation Response Title
R010	T	Falta de definición de objetivos	<input checked="" type="checkbox"/>	40%	TP010	600€	Nueva definición de requisitos
R020	T	Fallo en la calibración de equipos	<input checked="" type="checkbox"/>	5%	CAZ3010, CAZ2010, CAZ1010, TP030,...	800€	Llevarlos al centro de calibración
R030	T	Vibración del Soporte	<input checked="" type="checkbox"/>	20%	CAZ3030, CAZ2030, CAZ1030	500€	Poner Sienblock
R040	T	Mala navegación para toma de dat...	<input checked="" type="checkbox"/>	40%	CAZ3030, CAZ2030, CAZ1030	0€	Volver a puerto
R050	T	Ruidos e interferencias	<input checked="" type="checkbox"/>	20%	CAZ3030, CAZ2030, CAZ1030	400€	Calibrar sonda
R060	T	Huecos por falta de datos	<input checked="" type="checkbox"/>	5%	CAZ3030, CAZ2030, CAZ1030, CAZ30...	500€	Aminorar la velocidad
R070	O	Explotar la metodología	<input checked="" type="checkbox"/>	5%	TG030, TG020, TG010,4TG000	1.000€	Publicarla
R080	T	Mala navegación	<input checked="" type="checkbox"/>	60%	CAZ1030, CAZ2030, CAZ2030, CAZ30...	500€	Correcciones de rumbo
R090	T	Pérdida señal de GPS	<input checked="" type="checkbox"/>	40%	CAZ3030, CAZ2030, CAZ1030	300€	Recuperar conexión
R100	T	Permiso Navegación	<input checked="" type="checkbox"/>	20%	CAZ3030, CAZ2030, CAZ1030	1.000€	Negociar permisos
R110	T	Financiación	<input checked="" type="checkbox"/>	20%	TG020, TG010, CAZ3030, CAZ2030, C...	300€	Tratar con los bancos
R111	T	Inexperiencia operario	<input checked="" type="checkbox"/>	20%	CAZ1030, CAZ2030, TG010, TG020, TG...	500€	cursos de formación

Impacts for Risk R050		Tiempo			Costo			Correlate	
Task ID	Description	Shape	Min	Likely	Max	Shape	Min	Likely	Max
CAZ3030	Toma de Datos	Uniform	0d		333€				500€
CAZ2030	Toma de Datos	Uniform	0d		333€				500€
CAZ1030	Toma de Datos	Uniform	0d		333€				500€

Ilustración 55: Riesgos Cuantitativos Post-mitigados

La función de las pestañas de vista del riesgo y vista de tarea, es permitirnos ver los riesgos asociados a una tarea, o las tareas asociadas a un riesgo en concreto.



## **6. Eventos de Riesgo**

Los riesgos se identifican como eventos de riesgo, es decir, son los elementos que potencialmente pueden afectar a una planificación, pero no se incluyen en el propio calendario original. Cada uno de los riesgos tiene una probabilidad de ocurrir, y también pueden tener una incertidumbre asociada a su impacto (impacto en el mejor de los casos, impacto más probable y el impacto en el peor de los casos).

Los eventos de riesgo pueden ser modelados como los riesgos pre-mitigados (aceptar los riesgos) o como riesgos post-mitigados mediante el cual se pueden tomar medidas para reducir, transferir o eliminar el riesgo.

OPRA permite la modelización tanto de los riesgos pre-mitigados como post-mitigados, mediante la inserción de las actividades adicionales en el calendario para crear una planificación impactada de riesgo. Estas nuevas actividades existirán en un número de iteraciones determinadas por su probabilidad de ocurrencia, y tendrán un impacto en el calendario de actividades, ampliando la duración de las actividades seleccionadas.

## 6.1. Construir Plan de Riesgos Impactados

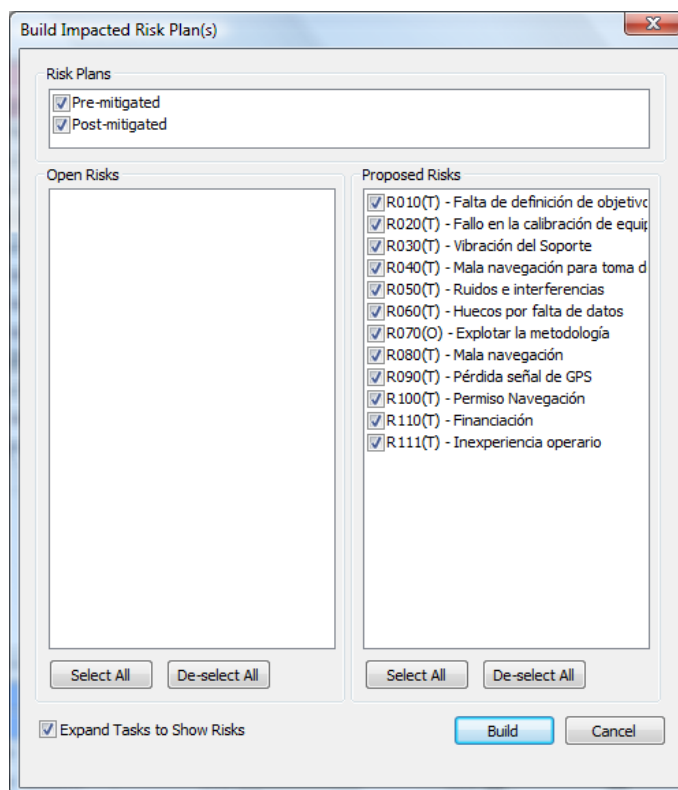


Ilustración 56: Plan de Riesgos Impactados

Desde el plan original, a través de la opción “Construir Plan de Riesgos Impactados” OPRA crea automáticamente listas de riesgos afectados, uno para las probabilidades y los impactos de riesgo pre-mitigados, y otra para los post-mitigados.

La pantalla de abajo muestra cómo se crean actividades adicionales para modelar los eventos de riesgo:

### 6.1.1. "Plan" Original:

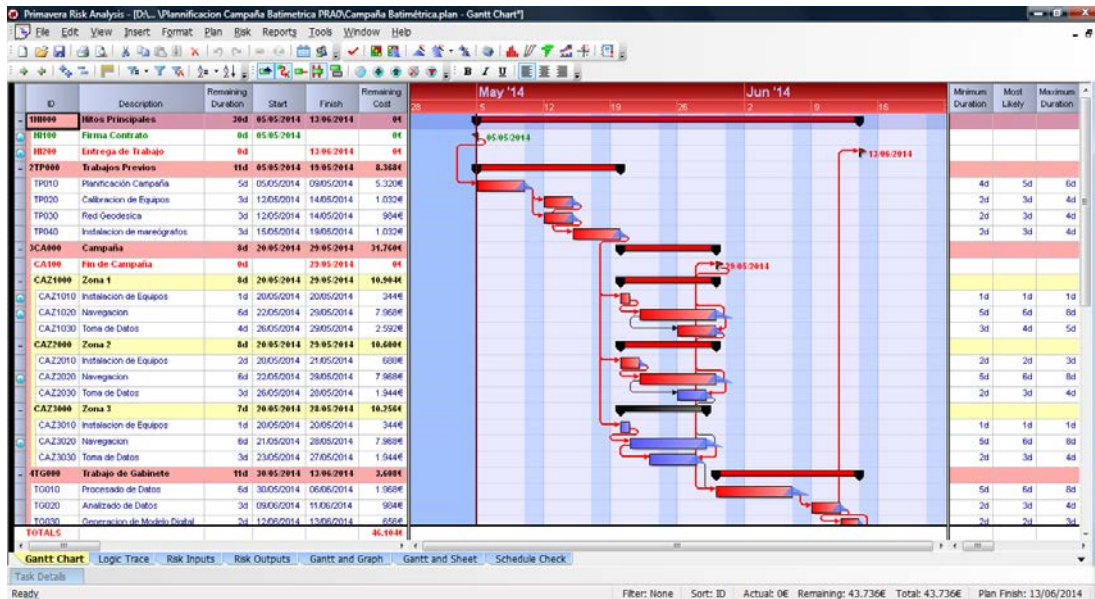


Ilustración 57: Plan Original

### 6.1.2. "Plan" Pre-mitigado:

Cada riesgo asociado a una actividad se convertirá en una tarea, con su duración mínima, y máxima, y con un porcentaje de incidencia, que mostrará el número de iteraciones que afectan a la planificación.

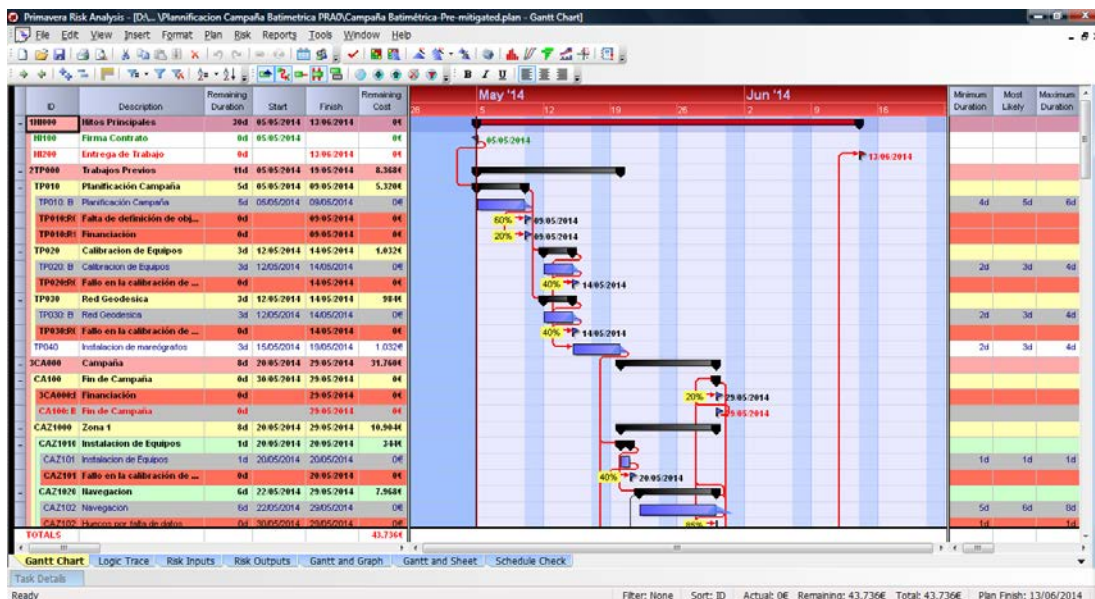


Ilustración 58: "Plan" Pre-mitigado

Del mismo modo, también se crea un calendario impactado post-mitigado, como se muestra a continuación:

### 6.1.3. "Plan" Post-mitigado:

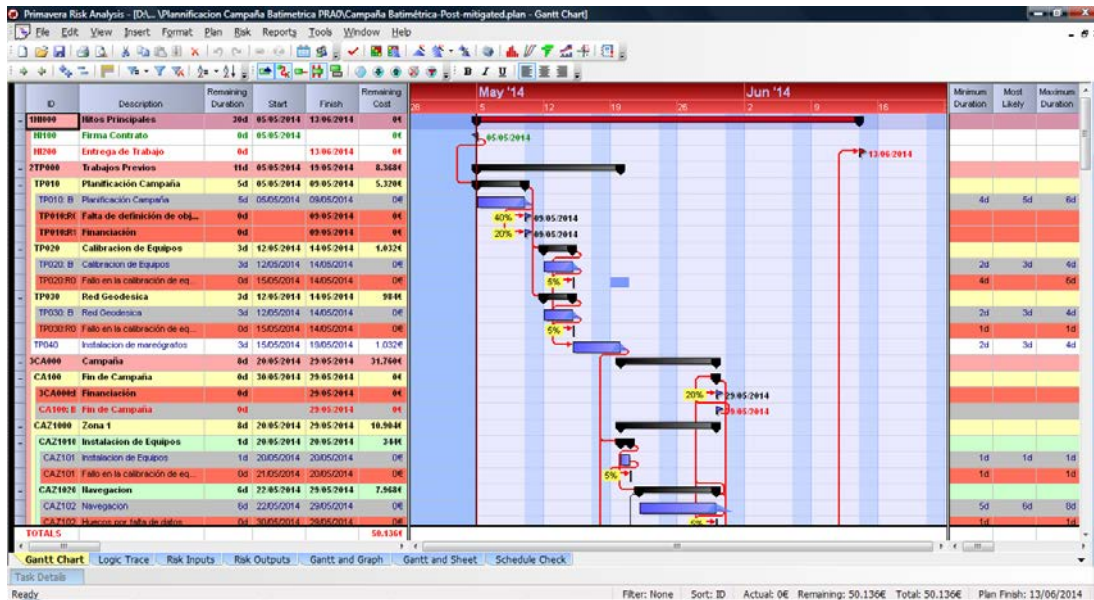


Ilustración 59: "Plan" Post-mitigado

Como consecuencia de las acciones de la mitigación, las actividades tendrán un porcentaje menor de incidencia en este plan que en el pre-mitigado, gracias a estas acciones.

## 6.2. Simulación Monte Carlo de los Eventos de Riesgo.

Tanto en las planificaciones pre y post mitigadas podemos hacer la simulación Monte Carlo. De la misma manera que en simulaciones anteriores, cada uno de los eventos de riesgo las estimaciones de las incertidumbres se procesarán a través de las 1000 iteraciones.



En la siguiente imagen podemos ver una de las iteraciones en el plan pre-mitigado.

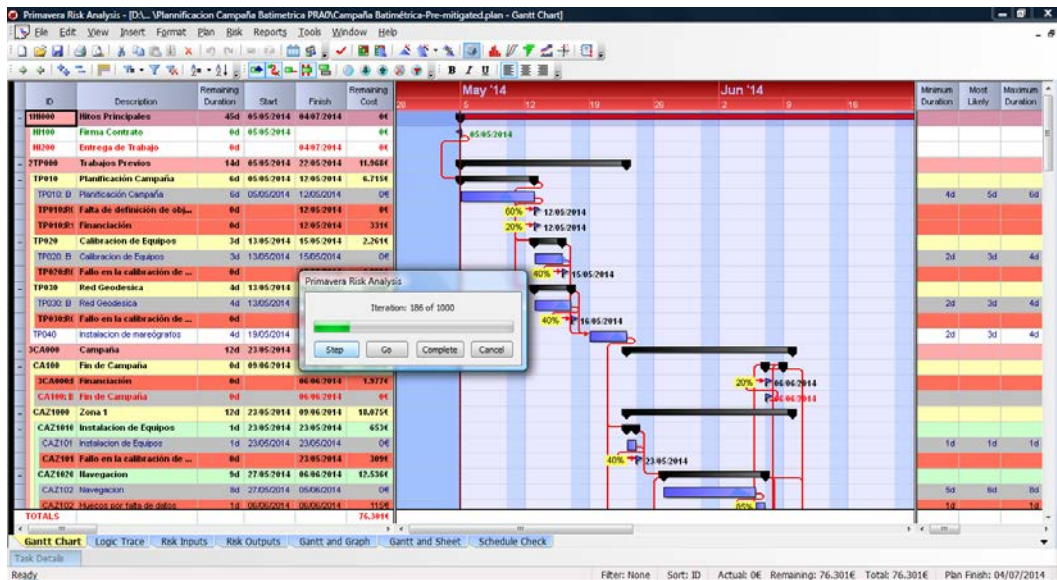


Ilustración 60: Simulación Monte Carlo (Plan Pre-mitigado)

Es interesante ver como en el proceso de las iteraciones, algunas de ellas no se ven afectadas por los riesgos, y como a otras le afectan por la mayoría de estos. Esta iteración en concreto, tiene una fecha de finalización del 04 de julio de 2014.

De igual manera aplicamos la simulación Monte Carlo al Plan post-mitigado. En la siguiente imagen podemos ver una de sus iteraciones:

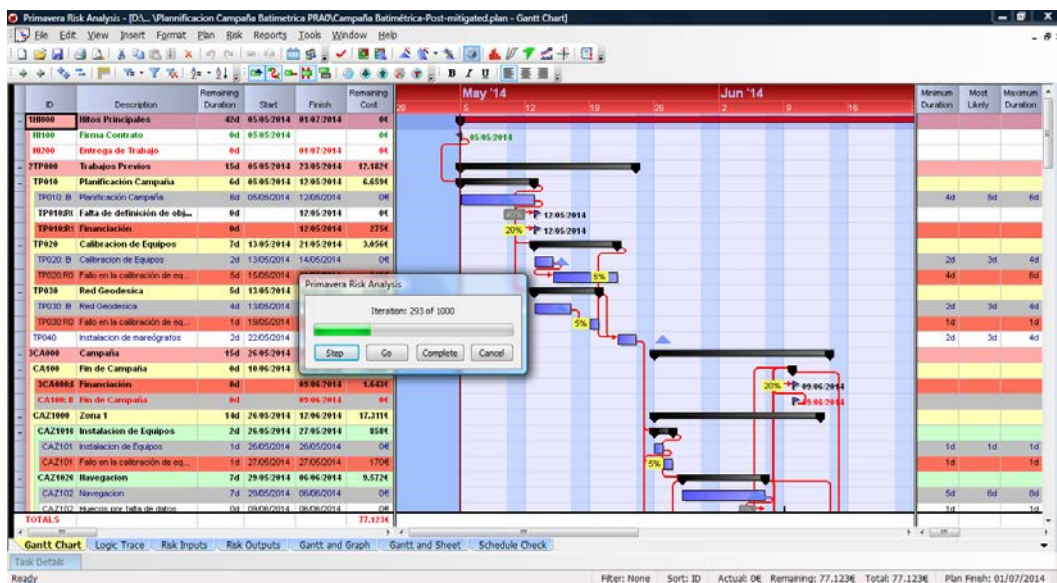


Ilustración 61: Simulación Monte Carlo (Plan Post-mitigado)

### 6.3. Información Resultados para Eventos de Riesgo

Tras completar la simulación de Monte-Carlo, en los diferentes escenarios pre mitigado y post-mitigados de nuestro análisis, podemos generar distintos gráficos que nos muestren y faciliten la comprensión de los resultados.

#### 6.3.1. Gráficas de Distribución

La siguiente imagen muestra el gráfico de distribución de la fecha de finalización del plan pre-mitigado.

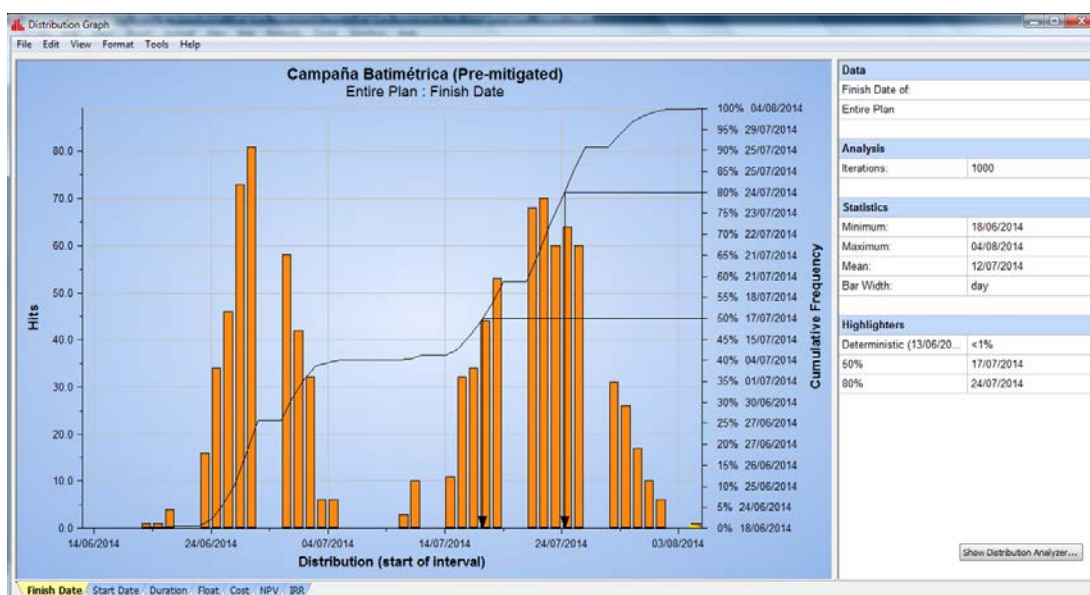


Ilustración 62: Gráfica de Distribución de las Fechas de Finalización (Plan Pre-mitigado)

La fecha P80 para el plan pre-mitigado es 24 de julio 2014 y la fecha de P50 es 17 de julio 2014. La fecha determinista es el de 13 de junio de 2014, la cual tiene una probabilidad inferior al 1% de producirse.

Seguidamente vemos como en la gráfica de distribución de la duración en el plan pre-mitigado, como la fecha determinista (40 días) solo se da en menos del 1% de los casos, siendo la P50, 74 días y la P80, 81 días.

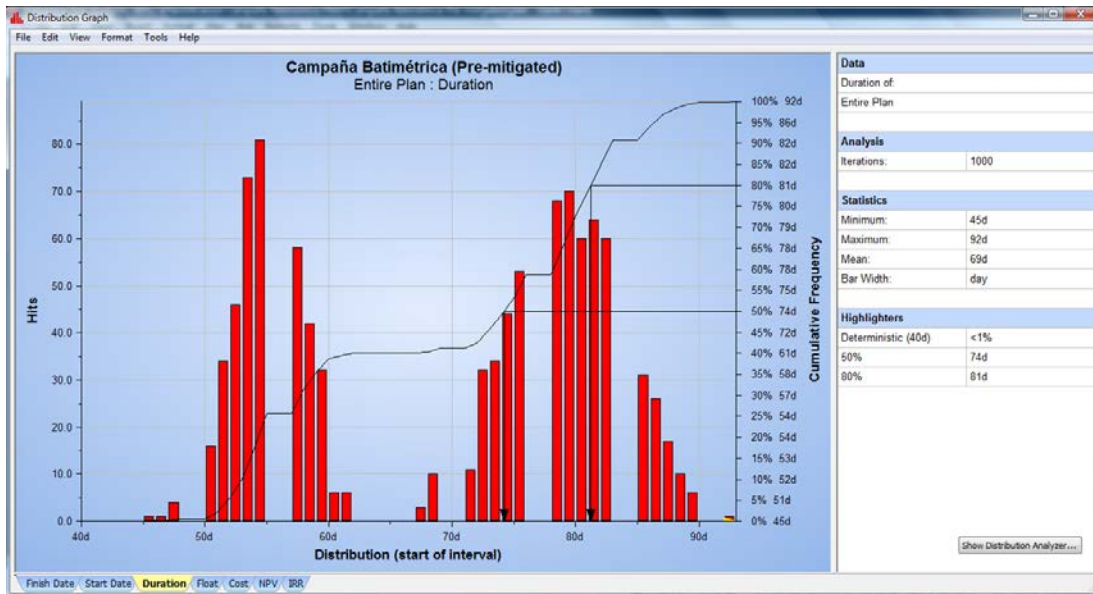


Ilustración 63: Gráfica de Distribución de las Duraciones (Plan Pre-mitigado)

Del mismo modo se analizan los coste del proyecto del plan pre-mitigado, donde el coste P50 asciende a 79.105€ y el coste de P80 es de 86.765€.

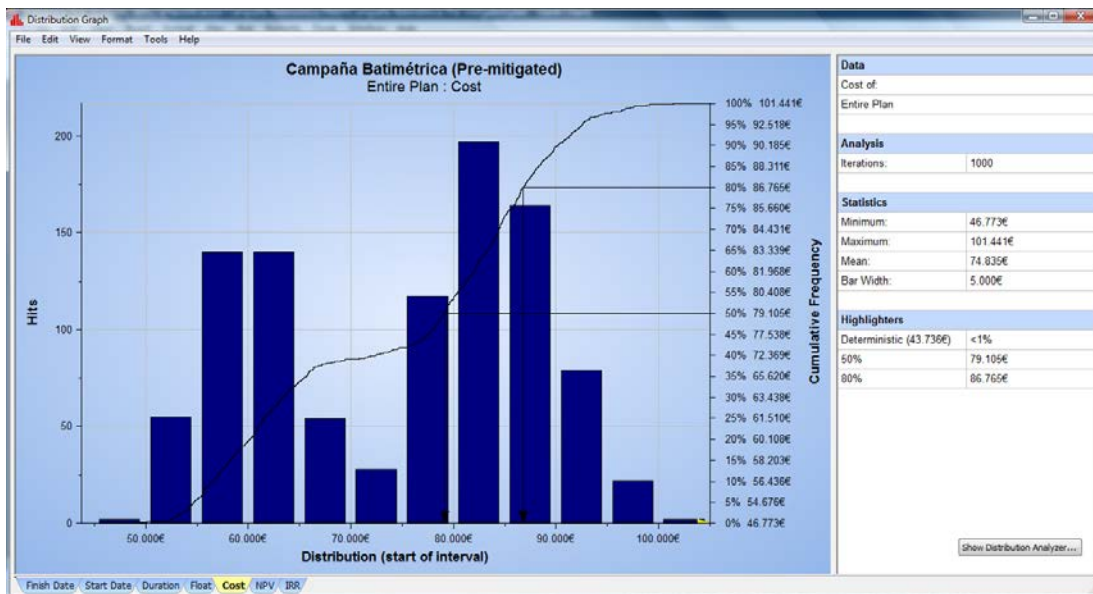


Ilustración 64: Gráfica de Distribución de los Costos (Plan Pre-mitigado)

A continuación generamos los mismos resultados para el análisis del plan post-mitigado:

La fecha P80 es el 10 de julio de 2014 y la fecha P50 es el 26 de junio del 2014. En el plan post-mitigado, la fecha determinista al igual que en los anteriores es el 13 de junio de 2014, producida por el 5% de los resultados de las iteraciones.

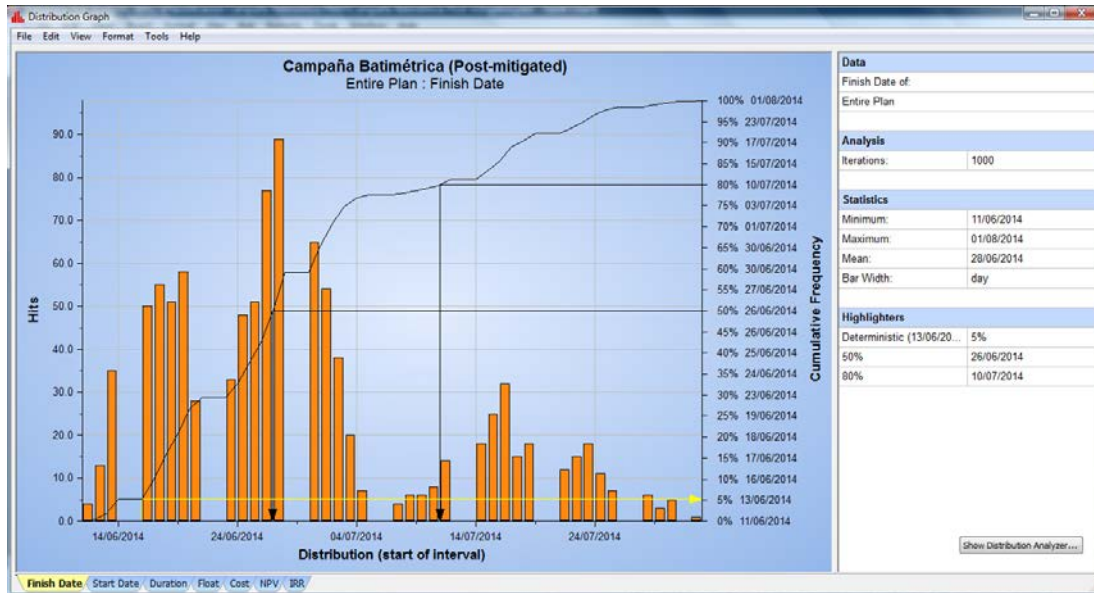


Ilustración 65: Gráfica de Distribución de las Fechas de Finalización (Plan Post-mitigado)

En el análisis de las duraciones vemos como el indicador P50, son 53 días y el P80, son 67 días.

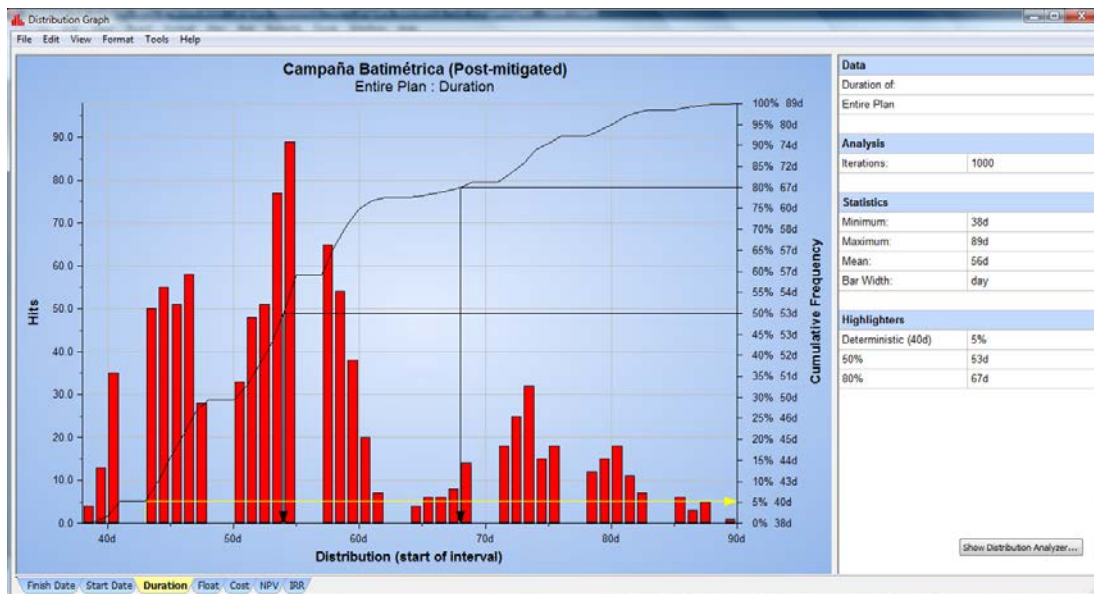


Ilustración 66: Gráfica de Distribución de las Duraciones (Plan Post-mitigado)

Seguidamente el análisis de los costos del plan post-mitigado indica que el marcador P50, 63.833€ y el P80, 71.189€.

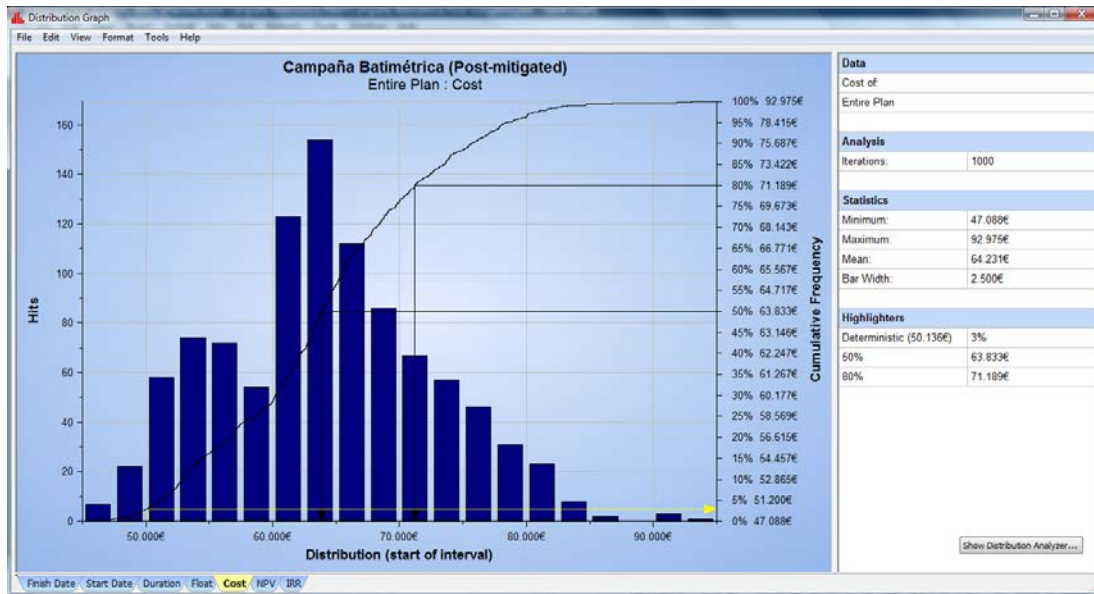


Ilustración 67: Gráfica de Distribución de los Costos (Plan Post-mitigado)

### 6.3.2. Gráficas tornado:

Las gráficas tornado nos muestran las tareas que dirigirán a otras actividades en el proyecto, o la relación entre la fecha de finalización o el coste de una actividad respecto al proyecto completo.

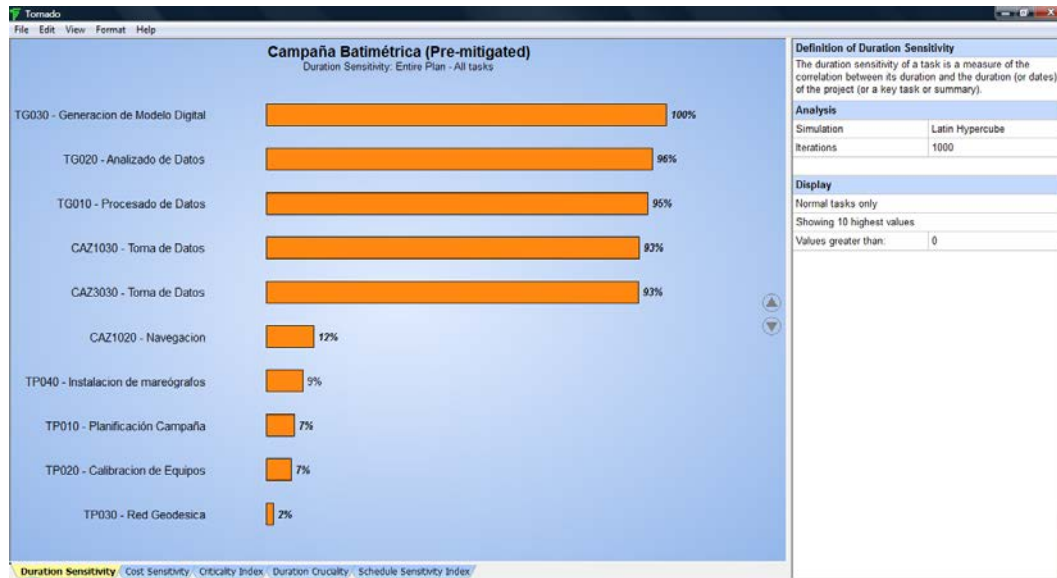


Ilustración 68: Gráfica Tornado, Sensibilidad de las Duraciones (Plan Pre-mitigado)

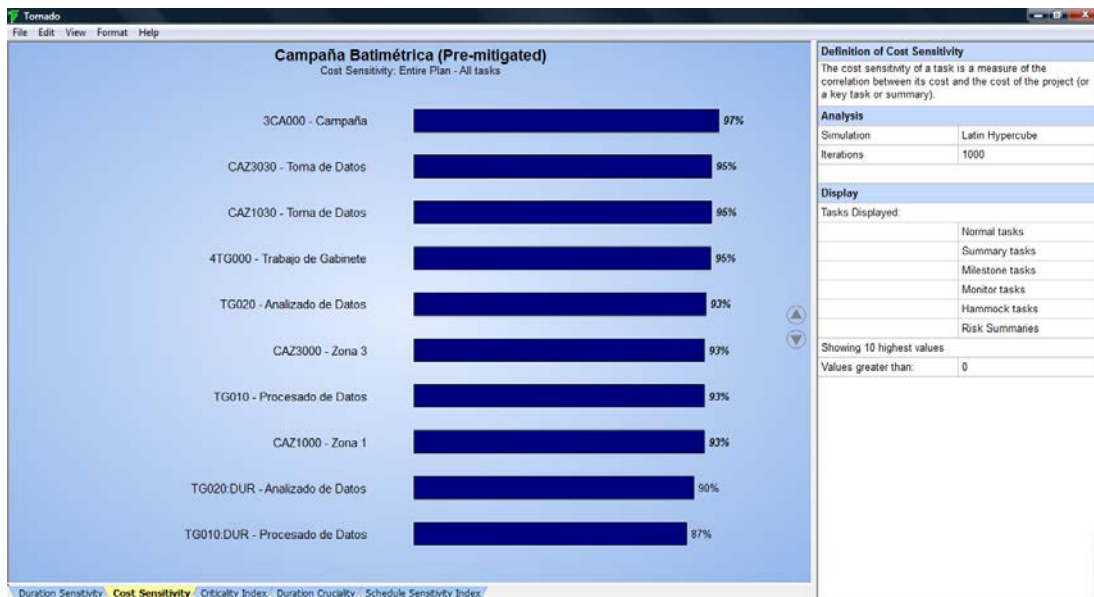


Ilustración 69: Gráfica Tornado, Sensibilidad del Coste (Plan Pre-mitigado)

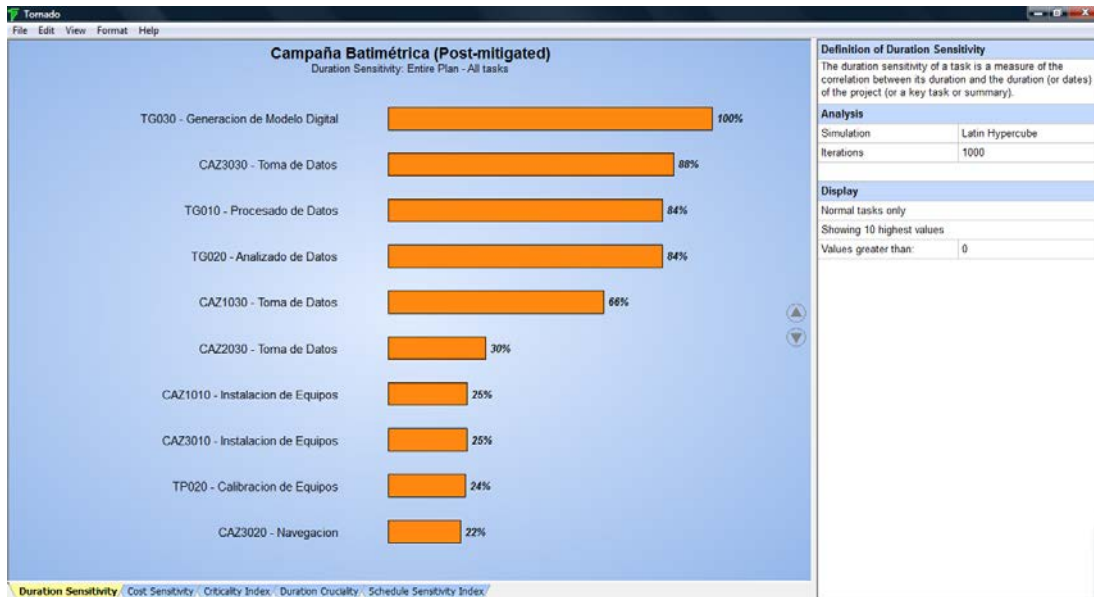


Ilustración 70: Gráfica Tornado, Sensibilidad de las Duraciones (Plan Post-mitigado)

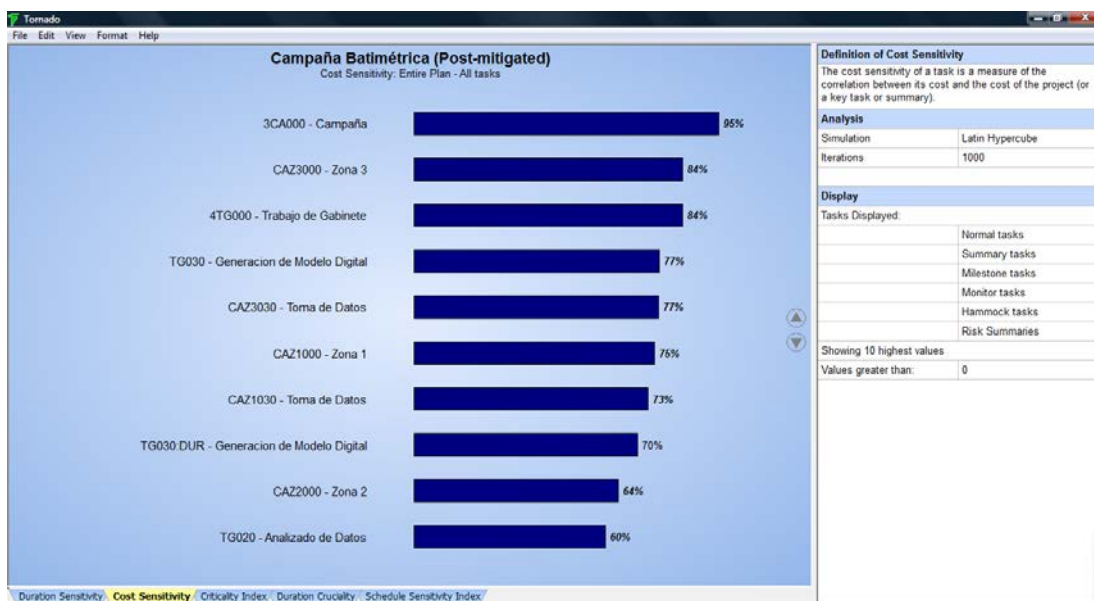


Ilustración 71: Gráfica Tornado, Sensibilidad de los Costos (Plan Post-mitigado)

## 6.4. Comparación de los resultados

En las siguientes tablas se muestran las comparaciones de los tres planes.

Fechas Finalización	Determinista	Incertidumbre	Pre-mitigado	Post-mitigado
Fecha determinista	13/06/2014	13/06/2014	13/06/2014	13/06/2014
Fecha P50		17/06/2014	17/07/2014	26/06/2014
Fecha P80		19/06/2014	24/07/2014	10/07/2014
Fecha determinista(%)		19%	<1%	5%

Ilustración 72: Comparación de las Fechas de Finalización

Duraciones (Días)	Determinista	Incertidumbre	Pre-mitigado	Post-mitigado
Fecha determinista	40 días	40 días	40 días	40 días
Fecha P50		44 días	74 días	53 días
Fecha P80		46 días	81 días	67 días
Fecha determinista(%)		19%	<1%	5%

Ilustración 73: Comparación de las Duraciones (días)

Costes (€)	Determinista	Incertidumbre	Pre-mitigado	Post-mitigado
Coste determinista	43.736 €	43.736 €	43.736 €	50.136 €
Coste P50		45.392 €	54.384 €	63.833 €
Coste P80		47.448 €	56.637 €	71.189 €
Coste determinista(%)		26%	<1%	3%

Ilustración 74: Comparación de los Costes



También podemos comparar los resultados del análisis gráficamente. En la siguiente gráfica, se muestran cada uno de los tres planes.



Ilustración 75: Comparación gráfica de las Fechas de Finalización

De igual forma en la siguiente gráfica se muestran los resultados con los costos del proyecto:

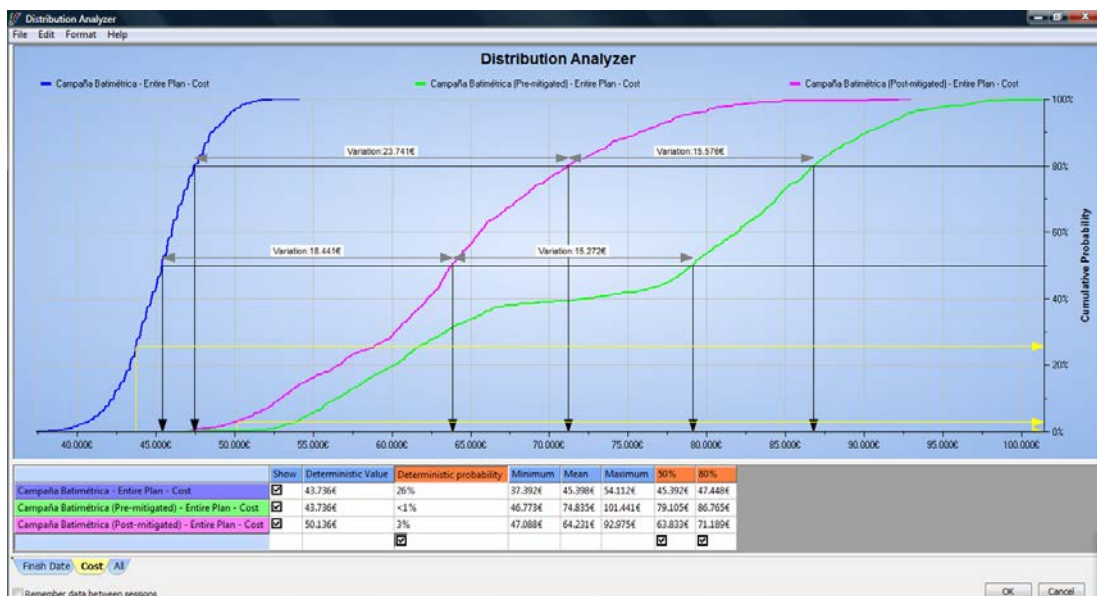


Ilustración 76: Comparación gráfica de los Costes



Universidad Politécnica de Madrid  
Titulación en Ingeniero Técnico en Topografía  
**Gestión de Riesgos en Proyectos: Aplicación a  
Campaña Batimétrica**

---



# Capítulo 6: Presupuesto

## 1. Planificación del Proyecto Fin de Carrera.

La realización del presupuesto se apoyará en la planificación de las tareas. A continuación se muestra un diagrama de Gantt con la mencionada planificación. En el Anexo 1 se adjunta dicha planificación.

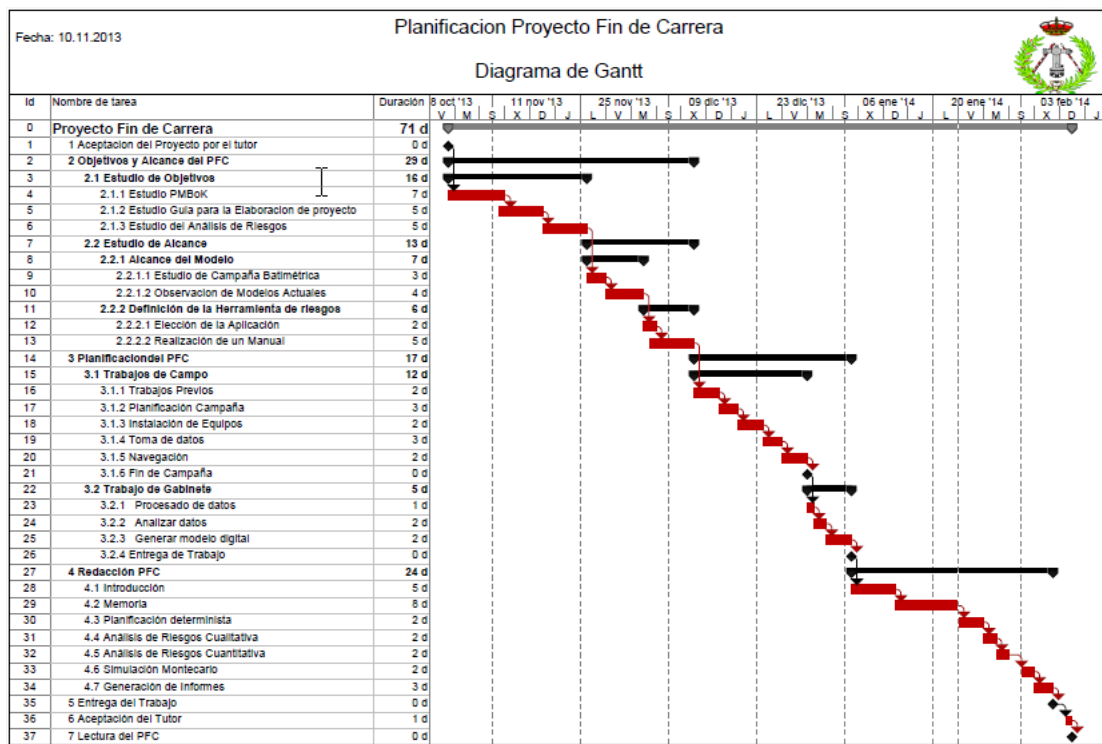


Ilustración 77: Planificación de la realización del PFC



## 2. Tabla de costes

A continuación se muestra la tabla de costos donde quedan reflejados detalladamente todos los costes del proyecto.

Fecha: 10.11.2013		Planificación Proyecto Fin de Carrera	
		Tabla de Costos	
Id	Nombre de tarea	Costo total	
0	<b>Planificación Proyecto03</b>	<b>9.692,08 €</b>	
1	1 Aceptación del Proyecto por el tutor	0,00 €	
2	<b>2 Objetivos y Alcance del PFC</b>	<b>4.109,84 €</b>	
3	<b>2.1 Estudio de Objetivos</b>	<b>2.336,88 €</b>	
4	2.1.1 Estudio PMBoK	886,48 €	
5	2.1.2 Estudio Guía para la Elaboración de proyecto	633,20 €	
6	2.1.3 Estudio del Análisis de Riesgos	633,20 €	
7	<b>2.2 Estudio de Alcance</b>	<b>1.772,96 €</b>	
8	<b>2.2.1 Alcance del Modelo</b>	<b>886,48 €</b>	
9	2.2.1.1 Estudio de Campaña Batimétrica	379,92 €	
10	2.2.1.2 Observación de Modelos Actuales	506,56 €	
11	<b>2.2.2 Definición de la Herramienta de riesgos</b>	<b>886,48 €</b>	
12	2.2.2.1 Elección de la Aplicación	253,28 €	
13	2.2.2.2 Realización de un Manual	633,20 €	
14	<b>3 Planificación del PFC</b>	<b>2.218,88 €</b>	
15	<b>3.1 Trabajos de Campo</b>	<b>1.558,18 €</b>	
16	3.1.1 Trabajos Previos	253,28 €	
17	3.1.2 Planificación Campaña	379,92 €	
18	3.1.3 Instalación de Equipos	264,28 €	
19	3.1.4 Toma de datos	396,42 €	
20	3.1.5 Navegación	264,28 €	
21	3.1.6 Fin de Campaña	0,00 €	
22	<b>3.2 Trabajo de Gabinete</b>	<b>660,70 €</b>	
23	3.2.1 Procesado de datos	132,14 €	
24	3.2.2 Analizar datos	264,28 €	
25	3.2.3 Generar modelo digital	264,28 €	
26	3.2.4 Entrega de Trabajo	0,00 €	
27	<b>4 Redacción PFC</b>	<b>3.363,36 €</b>	
28	4.1 Introducción	700,70 €	
29	4.2 Memoria	1.121,12 €	
30	4.3 Planificación determinista	280,28 €	
31	4.4 Análisis de Riesgos Cualitativa	280,28 €	
32	4.5 Análisis de Riesgos Cuantitativa	280,28 €	
33	4.6 Simulación Montecarlo	280,28 €	
34	4.7 Generación de Informes	420,42 €	
35	5 Entrega del Trabajo	0,00 €	
36	6 Aceptación del Tutor	0,00 €	
37	7 Lectura del PFC	0,00 €	



### 3. Resumen Presupuesto de Planificación

Para la realización del Presupuesto se ha tenido en cuenta los costes del Ingeniero Técnico en Topografía, la estación de trabajo con el software necesario instalado y un lugar de trabajo habilitado para la realización del mismo.

#### 3.1. Presupuesto de la Planificación

CAPITULO	RESUMEN	IMPORTE
C01	Objetivos y Alcance del PFC.....	4.109,84 €
C02	Planificación del PFC.....	2.218,88 €
C03	Redacción del PFC.....	3.363,36 €
<b>PRESUPUESTO DE EJECUCION MATERIAL</b>		<b>9.692,08 €</b>
	13,00% Gastos Generales.....	1.259,97 €
	6,00% Beneficio Industrial...	581,52 €
	Suma.....	1.841,50 €
<b>PRESUPUESTO BASE LICITACIÓN SIN IVA</b>		<b>11.533,58 €</b>
	21% IVA.....	2.422,05 €
<b>PRESUPUESTO BASE LICITACIÓN</b>		<b>13.955,63 €</b>

El presupuesto de planificación para la realización del Proyecto Fin de Carrera *“Gestión de Riesgos en Proyectos. Aplicación a una Campaña Batimétrica”*, asciende a la cantidad de TRECE MIL NOVECIENTOS CINCUENTA Y CINCO CON SESENTA Y TRES CESNTIMOS (13.955,63€)

Madrid a 9 de Abril de 2014



Universidad Politécnica de Madrid  
Titulación en Ingeniero Técnico en Topografía  
**Gestión de Riesgos en Proyectos: Aplicación a  
Campaña Batimétrica**

---





## Capítulo 7: Conclusiones

---

En el desarrollo del Proyecto Fin de Carrera *“Análisis de Riesgos en la Gestión de Proyectos. Aplicación a una campaña Batimétrica”* he pretendido analizar y abordar la problemática de la gestión de proyectos determinista y el uso del análisis de riesgos como herramienta clave para mejorar dicha gestión.

Tras el estudio de la gestión de riesgos en proyectos y siguiendo las directrices de los distintos estándares existentes sobre los mismos, he llegado a la conclusión de que las técnicas del análisis de riesgo nos ayudan y nos permiten tomar las mejores decisiones en situaciones de incertidumbre.

Si no contamos con estas herramientas de gestión del riesgo, los proyectos se ven afectados, por inconvenientes que dificultarían el desarrollo y en muchos casos la finalización de los mismos. Estas técnicas nos permiten tener una idea más concreta de los obstáculos que pueden encontrarse en el desarrollo del proyecto y emprender acciones que los corrijan o disminuyan lo máximo posible.

Entrando a trabajar con datos más tangibles me parece de suma importancia una correcta planificación de las tareas que abarca el proyecto. Una planificación sólida permitirá evitar errores posteriores en la aplicación de las herramientas de riesgos.

Otro punto a recalcar es la importancia de la participación de todas las personas o entidades involucradas de alguna forma en el proyecto, y su implicación en la gestión de los riesgos.

A mi entender una de las partes más críticas, es la correcta identificación de los riesgos, sus causas y sus posibles mitigaciones, ya que permite un conocimiento del proyecto en su conjunto y las claves para la superación de los inconvenientes que puedan surgir desde el principio del mismo, proporcionando de esta manera una base consistente para asignar los recursos necesarios y suficientes para la erradicación de los riesgos. Con un detallado y acertado análisis de riesgos será más



fácil adelantarse al evento de riesgo. Por ello pienso que es una etapa muy importante en la gestión de los riesgos y a la que deberá destinarse el apoyo correspondiente para su correcta ejecución.

En concreto, vemos como en la aplicación a nuestro caso tipo de la campaña batimétrica, desde las primeras simulaciones Monte Carlo, la planificación no coincide con lo esperado en la planificación determinista, la cual tiene una probabilidad bastante baja de ser la definitiva. Por tanto puedo afirmar que hacer una planificación sin el uso de los métodos probabilísticos, conlleva que los resultados finales difieran de los previstos.

Esta afirmación toma más fuerza si cabe tras las simulaciones en las que se incluyen la pre-mitigación y la post-mitigación de los riesgos asociados al proyecto, donde la fecha de finalización prevista para esos casos se aleja aun más de la previsión determinista.

Tras estas simulaciones, y analizando los gráficos de distribución y de tornados, se identifican tareas que deberán estudiarse con más cuidado y a las que habrá que destinar más recursos y más control para su correcta ejecución. Estas tareas no necesariamente son únicamente las críticas sino las que son cercanas al camino crítico.

El análisis del valor ganado ha proporcionado información valiosa, ya que mediante el se observa como desde el principio, el proyecto por su planificación tiene tendencia a retrasarse y al sobrecoste. Esto nos permite identificar las fases más críticas.

En cualquier análisis podemos obtener mejor precisión y eficiencia, por lo que este estudio es mejorable. En este estudio he querido mostrar sobre un caso tipo y no detallado en profundidad, la valiosa herramienta que supone para la previsión y ejecución de proyectos el análisis de riesgo.





Tras este proyecto pienso los siguientes beneficios de porque gestionar los riesgos.

Son los siguientes:

- Aumenta la posibilidad de éxito del proyecto.
- Hace los planes más realistas.
- Descubre potenciales problemas.
- Ayuda a entender las causas de los riesgos.
- Mejora la predicción de resultados.
- Permite tomar decisiones con información.
- Asegura tener planes de respuesta a los riesgos.
- Evita cometer los mismos errores.
- Minimiza los cambios, retrasos y sobrecostos por los riesgos.

Finalmente me gustaría citar una frase que creo que encaja a la perfección con el espíritu que abarca el análisis de riesgos:

**“Si quieres resultados distintos no hagas siempre lo mismo”**

(Albert Einstein)



Universidad Politécnica de Madrid  
Titulación en Ingeniero Técnico en Topografía  
**Gestión de Riesgos en Proyectos: Aplicación a  
Campaña Batimétrica**

---





## Capítulo 8: Bibliografía

### 1. Documentos

- **Guía de los Fundamentos para la Dirección de Proyectos (Guía del PMBOK®)—Cuarta edición**
- **Norma internacional ISO21500: Directrices para la dirección y gestión de proyectos.**
- **“Cartografía marina en Canarias”, *Tecnologías de la Información Geográfica para el Desarrollo Territorial. Servicio de Publicaciones y Difusión Científica de la ULPGC. Las Palmas de Gran Canaria.* Herrera Azorín, T. (2008)**
- **“ Metodología para la gestión del riesgo en proyectos”, Sergio Sebastián Rodríguez, Septiembre 2012**
- **“Elaboración de un Sistema de Información Geográfica (SIG) del litoral de Castellón a partir de datos batimétricos multihaz para la creación de un Sistema de gestión y control de los fondos marinos. Modelado de la bocana de entrada al Puerto de Castellón”, José Manuel Muñoz Blanco, Junio 2013**
- **“Modelo de licitación internacional. Decisiones previas, precalificación, licitación”, Francisco García Martín, Febrero 2013.**
- **“Modelo para la realización de un proyecto constructivo. Aplicación de a la Plaza Mayor de Cáceres”. Daniel Pineda Ovalle. Mayo 2011**
- **"Aplicación del método Montecarlo a la comparación de ofertas.", Fernando Valderrama, Rafael Guadalupe. 17th International Congress on Project Management and Engineering, 17, 18 y 19 de julio de 2013 en Logroño.**
- **"Predimensionado de tiempos mediante curvas "S" y duraciones en función del coste.", Fernando Valderrama, Rafael Guadalupe. 17th International Congress on Project Management and Engineering. 17, 18 y 19 de julio de 2013 en Logroño.**
- **“Integrated Learning of Production Engineering Software Applications in a Shipbuilding Context” Publicado en *The International Journal of Engineering Education Volume 29 Number 6 p. 1400–1409 2013 ISSN 0949-149X.* Antonio Souto-Iglesias, Israel Martínez Barrios, Mirko Toman, Aarón Fernandez-Coracho and Rafael Guadalupe-García**



- **“Metodología y gestión de proyectos del área de conocimientos de ing. geomática y topografía basada en la normativa iso 21500 y oracle primavera p6 r8.2”**, M<sup>a</sup> José Fresneda Garrido, Raúl García-Caro del Real, 2013

## 2. Programas Informáticos

- Oracle Primavera Risk Analysis
- Primavera 8.3
- Microsoft Project 2007
- MindJet Mind Manager
- Microsoft Excel 2007
- Aplicación de espacios-Tiempo. Desarrollado por Rafael Eugenio Guadalupe.

## 3. Páginas Web

- <http://whatisprojectmanagement.wordpress.com/>
- <http://www.iso-21500.es/>
- <http://www.grafinta.com/>
- <http://www.tecmarin.com/> FOTOGRAFIA DE EQUIPOS GPS
- <http://www.clubdelamar.org/FOTO DE BARCO,SATELISTES RTK>
- <http://www.hypack.com/>
- <http://www.grafinta.com/>



---

# Capítulo 9: Anexos

---

## Tabla de contenidos

### **Anexo 1: Informes del Análisis de Riesgos (OPRA)**

- Shedule check Report
- Critical Path Report
- Summary Risk Report Campaña Batimétrica
- Summary Risk Report Campaña Batimétrica (Pre-mitigado)
- Summary Risk Report Campaña Batimétrica (Post-mitigado)
- Planificación del PFC

### **Anexo 2: Manual Primavera Risk Analysis**



Universidad Politécnica de Madrid  
Titulación en Ingeniero Técnico en Topografía  
**Gestión de Riesgos en Proyectos: Aplicación a  
Campaña Batimétrica**

---





# **Anexo 1:**

## *Informes del Análisis de Riesgos (OPRA)*



Universidad Politécnica de Madrid  
Titulación en Ingeniero Técnico en Topografía  
**Gestión de Riesgos en Proyectos: Aplicación a  
Campaña Batimétrica**

---







## **Anexo 2:**

### *Manual Primavera Risk Analysis*



Universidad Politécnica de Madrid  
Titulación en Ingeniero Técnico en Topografía  
**Gestión de Riesgos en Proyectos: Aplicación a  
Campaña Batimétrica**

---

