

Metodología y diseño de un Trabajo de Fin de Grado enfocado a la selección de una cartera de inversión

Blanco Louro, Amalia [amaliabl@udc.es]

Lema Fernández, Carmen Socorro [carmen.lemaf@udc.es]

Pedreira Andrade, Luís Pedro [lucky@udc.es]

Nión Vázquez, Sara [sara.nion.vazquez@udc.es]

Departamento de Economía Aplicada II

Universidade da Coruña

RESUMEN

El Trabajo de Fin de Grado (TFG) es una materia dentro del plan de estudios del grado en Administración y Dirección de Empresas de la facultad de Economía y Empresa (FEE) de la Universidade da Coruña (UDC) y supone la realización, por parte de cada estudiante y de forma individual, de un proyecto, una memoria o un estudio concreto bajo la supervisión de uno o más directores/as.

En esta comunicación se expondrán los recursos metodológicos utilizados por las profesoras Amalia Blanco y Carmen Lema para diseñar y dirigir el TFG titulado “Programación lineal. Aplicaciones a la Economía y a la Empresa” realizado y defendido por la alumna Sara Nión en el curso 2014-2015 en la mencionada facultad.

En el TFG se presenta un modelo matemático para la selección de una cartera de inversión, donde se pretende obtener el máximo rendimiento y el mínimo riesgo para el inversor. Se trata de resolver un problema de programación lineal usando el método del simplex y el complemento Solver de Excel.

ABSTRACT

End-of-Degree Project (TFG) is a subject inside the curriculum of the degree in Business Administration from the Faculty of Economics and Business (FEE) at the University of Corunna (UDC), and it supposes that, the student individually will have to realize a project, a memory or a specific study under the supervision of one or more directors/as.

In this paper, will be presented the methodological resources used by teachers Amalia Blanco and Carmen Lema to design and direct the TFG entitled "Linear programming. Applications to Economics and Business" realized and defended by the student Sara Nión in the course 2014-2015 in the mentioned faculty.

In the TFG a mathematical model appears for the selection of an investment portfolio, where one tries to obtain the maximum performance and minimum risk for the investor. There will be solved a linear programming problem using the simplex method and Solver-Excel.

Palabras claves:

Trabajo de Fin de Grado; programación lineal; cartera de inversión; rendimiento; riesgo.

Keywords:

End-of-Degree Project; linear programming; investment portfolio; performance; risk.

Área temática: Metodología y docencia

1. INTRODUCCIÓN

Según la Memoria del grado en Administración y Dirección de Empresas (ADE) de la Facultad de Economía y Empresa de la UDC, el TFG es una asignatura obligatoria de 12 créditos ECTS, lo que supone aproximadamente unas 300 horas de trabajo del alumno, éstas incluyen el trabajo de búsqueda bibliográfica, asistencia a cursos organizados por la biblioteca, recopilación y análisis de datos, estudio, elaboración y redacción de los contenidos, preparación de la presentación y todas las demás tareas necesarias para superar con éxito la materia.

En el TFG se integran y desarrollan los contenidos formativos recibidos, así como las capacidades, competencias y habilidades adquiridas durante el período de docencia del grado. En particular, el estudiante desarrollará aquellas competencias que se propongan en la realización específica de un determinado trabajo, las cuales deberían ser concretadas por el tutor correspondiente (se especificarán en el epígrafe 2.1). Los temas de las tesis de grado se aprobarán cada curso académico.

La evaluación del TFG se realizará en base a la defensa por el estudiante en sesión pública de su contenido o de las líneas principales del mismo. A continuación, el estudiante contestará a las preguntas y las aclaraciones que formulen los miembros del tribunal. Para la evaluación de la tesis de grado con orientación académica, el tribunal valorará: la calidad científica del trabajo, valorada tanto por los resultados alcanzados, como por la difusión y/o posibilidades de continuidad del trabajo. También se valorará su presentación pública y la calidad formal del documento presentado.

En este trabajo hemos querido explicitar como se adaptaron las indicaciones expresadas en la memoria del grado en ADE para los TFG, en el titulado “Programación lineal. Aplicaciones a la Economía y a la Empresa”, así como la metodología empleada; para ello se estructuró en los siguientes apartados:

- Fases en el desarrollo del TFG, en donde se explica la elección del tema y del tutor, la planificación del TFG, el desarrollo del TFG, la entrega, presentación y defensa del TFG y por último la evaluación del TFG.
- Conclusiones
- Referencias bibliográficas.

2. FASES EN EL DESARROLLO DEL TFG

2.1. Elección del tema y del tutor

Durante la primera quincena del mes de septiembre los departamentos envían al Decanato las propuestas razonadas de temas o las líneas de los TFG, que luego serán, si procede, aprobadas por la comisión de TFG. Según el artículo 6.3 del reglamento de TFG de la FEE, “cada propuesta irá acompañada de la siguiente información:

- a) Título del tema o línea del Trabajo.
- b) Director/a del Trabajo.
- c) Breve descripción del contenido: objetivos, métodos y resultados de aprendizaje.
- d) Programa del Trabajo.
- e) Recomendaciones (materias aprobadas, cursar determinadas materias, etc.).
- f) Posibilidad de realización en inglés”.

Una vez reunida la comisión, en la segunda quincena de septiembre, se publica una lista con la oferta general de TFG para la elección por los alumnos/as, así como una lista de estudiantes matriculados (por orden de elección) que están pendientes de asignación y que deberán elegir en el acto público de elección de TFG a principios del mes de octubre. Si un/una estudiante no se presenta al acto de elección, pierde la posibilidad de elegir TFG y asume que la comisión de TFG le va a asignar un trabajo de los disponibles.

Trabajo bilateral: Según el artículo 6.8 del reglamento de TFG, “el/la estudiante podrá, asimismo, desarrollar un proyecto sobre un tema específico de su interés, debiendo contactar directamente con un profesor/a que pueda estar interesado/a para que actúe como director/a. En ese caso deberá solicitarlo por escrito al decano/a en el plazo que se establezca y en el formulario correspondiente, que tendrá que ser firmado por el director/a. Oída la comisión, el Decanato resolverá”.

El trabajo ofertado por el departamento de Economía Aplicada II y elegido por la alumna Sara Nión fue el siguiente:

- a) Título del tema o línea del Trabajo:

Programación lineal. Aplicaciones a la Economía y a la Empresa.

b) Director/a del Trabajo:

Lema Fernández, Carmen Socorro; Blanco Louro, Amalia.

c) Breve descripción del contenido:

Objetivos y métodos:

Por el extenso uso que se hace de la programación lineal en problemas de decisión económica y relacionados con el mundo de la Empresa, todo graduado en Administración y Dirección de Empresas debería tener un conocimiento profundo de esta teoría. El/La alumno/a ya recibió una introducción a la programación lineal en la asignatura Matemáticas II. Con este trabajo se pretende profundizar en los conocimientos ya adquiridos y ampliarlos, así como presentar diferentes aplicaciones, como pueden ser los problemas de transporte, asignación de recursos, programación de la producción o aplicaciones a las finanzas.

Resultados de aprendizaje:

A3: Valorar a partir de registros relevantes de información la situación y previsible evolución de una empresa.

A4: Emitir informes de asesoramiento sobre situaciones concretas de empresas y mercados.

A8: Obtener de los datos información relevante imposible de reconocer por no profesionales.

A11: Aplicar al análisis de los problemas criterios profesionales basados en el manejo de instrumentos técnicos.

Breve descripción metodológica:

Revisión bibliográfica.

Desarrollo de la teoría.

Desarrollo del modelo.

Resolución del problema.

Conclusiones.

d) Programa del Trabajo.

El trabajo consta de cinco fases: En la primera, el/la alumno/a (una vez consultada la bibliografía recomendada) ha de ser capaz de identificar y plantear problemas de

programación lineal. En la segunda tratará de comprender, asimilar y redactar los conceptos y teoremas relativos a la programación lineal. En la tercera profundizará en el método del simplex usando las herramientas que le proporciona el álgebra lineal, siendo capaz de calcular una solución factible básica inicial a través del método de la M grande o de las dos fases. En la cuarta se abordará la teoría de la dualidad de la programación lineal. Se estudian las relaciones entre el problema primal y el problema dual y se hace la interpretación de las variables duales óptimas como valores sombra. En la quinta se aplicarán las teorías expuestas a alguno de los problemas descritos anteriormente.

e) Recomendaciones:

Tener cursadas las asignaturas Matemáticas I y Matemáticas II.

Conocimiento exhaustivo de Álgebra Lineal y de Matemáticas Avanzadas.

f) Posibilidad de realización en inglés:

No.

Las razones para la elección del tema fueron las siguientes:

- Es un tema interesante, del agrado de la alumna, que puede ser beneficioso para su inserción laboral y socialmente útil.
- La alumna se siente capacitada para estudiar el tema y además tiene cierto grado de conocimiento y experiencia sobre el mismo, adquirido en las asignaturas de formación básica: Matemáticas I y Matemáticas II.
- Viabilidad para su desarrollo.
- Ser un tema que integra conocimientos y habilidades diversas del grado, es decir, competencias aprendidas.
- Por haber sido las tutoras, profesoras de asignaturas del grado.

En cuanto a las tutoras, asumen las responsabilidades que les asigna el reglamento de TFG en el artículo 4.1:

- Exponerle al alumnado cuya tutoría ejerzan, las características del trabajo y orientarlo en su desarrollo.
- Realizar un seguimiento en la elaboración del TFG y velar por el cumplimiento de los objetivos fijados.
- Autorizar la presentación y defensa del TFG.

- Elaborar un informe razonado de evaluación, conforme al modelo propuesto por la comisión de TFG.

2.2. Planificación del TFG

La gestión de las tareas y los tiempos es fundamental para concluir el TFG en el plazo previsto inicialmente y con un estándar de calidad; para ello, es necesario programar el calendario de todas las actividades necesarias para realizarlo. Para Roca y Pérez (2011, p. 63), la programación debe ser:

- *Realista*. No se deben programar más actividades de las que en realidad se pueden hacer.
- *Flexible*. Ha de ser suficientemente dinámica como para poder modificarla según los imprevistos que puedan surgir.
- *Personal*. Se debe ajustar a las necesidades, a las capacidades, al ritmo de trabajo y a la disponibilidad de tiempo de uno mismo.
- *Escrita*. Plasmar por escrito la programación siempre comporta más compromiso con los objetivos definidos inicialmente.
- *Equilibrada*. Es aconsejable dedicar sesiones de trabajo más cortas y constantes que sesiones muy largas y distanciadas en el tiempo.

La planificación del TFG se realizó en base a las directrices que figuran en el apartado 5.5.1.6: “Actividades formativas del TFG”, de la Memoria del grado en Administración y Dirección de Empresas. Éstas deben ser:

- Estudio autónomo individual o en grupo (50 horas).
- Escritura de ejercicios, conclusiones u otros trabajos (50 horas).
- Programación/experimentación u otros trabajos en ordenador (10 horas).
- Lecturas recomendadas, actividades en biblioteca o similar. Asistencia a charlas, exposiciones u otras actividades recomendadas (80 horas - 75% presencial).
- Preparación de presentaciones orales, debates o similar (20 horas – 25% presencial).

- Búsqueda, gestión, organización e interpretación de datos relevantes con el objetivo de emitir juicios que incluyan una reflexión sobre temas relevantes del área de estudio (80 horas).
- Tutorías de orientación individual (10 horas – 100% presencial).

Aunque el TFG está asignado, en la memoria del grado en ADE, al octavo cuatrimestre (en este caso, febrero a mayo de 2015), en el mes de octubre de 2014 se realizó una primera reunión entre las tutoras y la alumna para elaborar un plan de trabajo para los meses de octubre a febrero, que podría extenderse hasta el mes de marzo, en función de la carga lectiva que supongan las asignaturas obligatorias que ésta tiene que cursar en el primer cuatrimestre. Fue el siguiente:

- Asistir al curso “Recursos y utilidades documentales para el trabajo de fin de grado”, que la biblioteca de la facultad oferta a los/las alumnos/as matriculados en el TFG con el objetivo de que aprendan a:
 - 1) Identificar los distintos tipos de documentos.
 - 2) Buscar información, evaluarla y hacer copia de los documentos que se necesiten.
 - 3) Citar en el texto y elaborar la bibliografía.
 - 4) Conocer los aspectos básicos de los derechos de autor.
 - 5) Ver aplicaciones de la nube que se pueden emplear en la elaboración del TFG.
 - 6) Interpretar la normativa de la facultad sobre el TFG.
 - 7) Consultar en el RUC (repositorio institucional de la UDC) los TFG de la facultad que alcanzaron una calificación de 8 o superior.
- Realizar un repaso de los temas de álgebra lineal de la asignatura Matemáticas I y de los conceptos básicos relativos a la programación lineal, que fueron tratados en la asignatura Matemáticas II.
- Ampliar los conocimientos acerca de la programación lineal a través de la lectura de los capítulos correspondientes de los libros de Barbolla et al. (2000) y Pérez-Grasa et al. (2001).
- Realizar una primera revisión bibliográfica y documental sobre el tema.

- Explorar las diferentes aplicaciones de la programación lineal a la Economía y la Empresa con el objetivo de escoger al menos una, que se convierta en el eje principal de la parte empírica del trabajo.
- Mejorar las destrezas en el uso de la hoja de cálculo Excel.
- Aprender a manejar el complemento Solver de Excel.
- Elaborar un informe del trabajo desarrollado durante estos meses, que tendrá que presentarse a las tutoras a principios del mes de febrero o de marzo.

Con el comienzo del segundo cuatrimestre, a principios del mes de febrero, la alumna solicita a las tutoras que le autoricen a prorrogar el plan de trabajo diseñado hasta principios del mes de marzo.

Se realiza una segunda reunión en el mes de marzo, en la cual la alumna expone:

- Que asistió al curso de la biblioteca.
- Que repasó los temas de álgebra lineal.
- Que leyó los capítulos de programación lineal de los libros de Barbolla et al. (2000) y Pérez-Grasa et al. (2001), manifestando que hay ciertas cuestiones que necesita que le sean aclaradas.
- Que de las aplicaciones de la programación lineal a la Economía y a la Empresa, que ha escrutado en los libros de Render et al. (2012) y Eppen et al. (2000), las que le parecen más interesantes son las aplicaciones a las finanzas, pues son de las que mejor se adaptan a las competencias del grado en Administración y Dirección de Empresas, más concretamente la selección de una cartera de inversión.
- Que está en la fase de revisión bibliográfica acerca de programación lineal y carteras de inversión.
- Que está leyendo el libro de McFedries (2011), con los objetivos de mejorar en el uso de Excel y aprender a manejar el complemento Solver.
- Debido a que está realizando prácticas en una empresa hasta el mes de junio, durante 36 horas a la semana, el tiempo que puede dedicar a la elaboración del TFG es menor que el que suponía, por lo que estima que el depósito del trabajo podría realizarse a finales del mes de julio, y defenderlo en la

convocatoria de septiembre, por tanto solicita la elaboración de un cronograma de acuerdo con esas fechas.

Teniendo en consideración lo tratado en esta segunda reunión, se establece el siguiente calendario de trabajo:

- Mes de marzo: Profundización en la literatura fundamental, segunda revisión bibliográfica sobre el tema buscando un modelo matemático para seleccionar una cartera de inversión por medio de la programación lineal.
- Mes de abril: Construcción del marco teórico teniendo en cuenta el vaciado de la literatura más los conceptos trabajados a lo largo del grado.
- Mes de mayo: Estudio empírico.
- Mes de junio: Análisis de los resultados, extracción de conclusiones y determinación de prospectivas.
- Mes de julio: Finalización de la redacción del TFG, entrega del TFG a las tutoras, revisión y correcciones pertinentes, impresión y depósito del TFG.
- Mes de agosto: Preparación de la defensa oral (transparencias de power-point,...) y ensayos de la defensa oral.
- Mes de septiembre: Ensayos de la defensa oral con las tutoras y defensa oral.

Se acuerda la realización de dos tutorías mensuales de aproximadamente una hora de duración los viernes por la tarde, para realizar un seguimiento del progreso en el desarrollo del TFG y resolver las dudas y cuestiones que surjan, además de la comunicación a través de e-mail.

2.3. Desarrollo del TFG

Siguiendo las directrices del apartado 8 del reglamento de TFG y el modelo de TFG propuesto por la Facultad de Economía y Empresa, el trabajo incorporó los siguientes apartados:

- Portada.
- Resumen.
- Abstract.
- Índice.
- Índice de figuras.

- Índice de tablas.
- Introducción.
- Desarrollo del trabajo: constituido por dos grandes bloques: conceptos teóricos y estudio empírico.
- Conclusiones.
- Bibliografía.
- Anexo.

2.3.1. Conceptos teóricos

En este bloque se incluyeron: los fundamentos teóricos de la programación lineal, las aplicaciones de la programación lineal, la teoría de carteras y el modelo matemático para seleccionar la cartera de inversión basado en el artículo de Crispín y Vianey (2009), en el cual, para la construcción del mismo se tienen en cuenta aspectos fundamentales de los modelos de Markowitz y de CAPM. Del modelo de Markowitz se considera el planteamiento del problema de optimización con un parámetro en una restricción, el parámetro modifica la magnitud de la restricción o las restricciones para determinar la solución. Del modelo de CAPM se sigue el procedimiento para la selección de la cartera óptima, el cual consiste en la diferencia mínima entre el riesgo y el rendimiento, ya que el riesgo generalmente es mayor al rendimiento. Es decir, se busca aquella cartera que proporcione la mayor rentabilidad al menor riesgo. Además se incluyó una nueva variable que es el precio de la acción.

Una vez definidas las variables, otro problema a tener en cuenta es el de definir la magnitud del parámetro de las restricciones y sus cambios. Para esto, el autor del modelo a seguir se basa en las siguientes suposiciones:

Primera suposición: la cantidad de dinero requerida mínima es el costo de la acción más barata, a partir de esta cantidad, se llega a la cantidad de dinero de la acción más cara.

Segunda suposición: el riesgo mínimo de la cartera de inversión es el riesgo de la acción que tenga el menor de todas las acciones y éste variará hasta el riesgo más alto de la acción correspondiente.

Tercera suposición: de forma similar a la suposición del riesgo, el rendimiento mínimo de la cartera de inversión es el rendimiento de la acción que tenga el menor rendimiento

de todas las acciones y éste variará hasta el rendimiento más alto de la acción correspondiente.

Por lo tanto, con las suposiciones anteriores se formulan los siguientes modelos:

A) Modelo de maximización del rendimiento

$$\begin{aligned} \max \quad & z_1 = \sum_{i=1}^n x_i R_i \\ \text{s.a} \quad & \sum_{i=1}^n x_i (Pv_i - Pv_{\min}) \leq \lambda_1 (Pv_{\max} - Pv_{\min}) \\ & \sum_{i=1}^n x_i (\sigma_i - \sigma_{\min}) \leq \lambda_2 (\sigma_{\max} - \sigma_{\min}) \\ & x_i \leq 1 \\ & \sum_{i=1}^n x_i = 1 \\ & x_i \geq 0 \end{aligned}$$

donde

x_i es la proporción de la acción i que debe comprarse y es una variable real ($0 \leq x_i \leq 1$), $x_i=0$ cuando la acción no forma parte de la cartera de inversión.

R_i es el rendimiento promedio de la acción i .

σ_i es el riesgo o desviación típica de la acción i .

λ_1 y λ_2 son parámetros que se utilizan para recorrer todo el espacio de soluciones y su valor es $0 \leq \lambda_1, \lambda_2 \leq 1$.

Pv_i es el precio de venta de la acción i .

B) Modelo de minimización del riesgo

$$\begin{aligned} \min \quad & z_2 = \sum_{i=1}^n x_i \sigma_i \\ \text{s.a} \quad & \sum_{i=1}^n x_i (Pv_i - Pv_{\min}) \geq \lambda_1 (Pv_{\max} - Pv_{\min}) \\ & \sum_{i=1}^n x_i (R_i - R_{\min}) \geq \lambda_2 (R_{\max} - R_{\min}) \\ & x_i \leq 1 \\ & \sum_{i=1}^n x_i = 1 \\ & x_i \geq 0 \end{aligned}$$

donde las variables son las mismas que en el problema de maximización de la rentabilidad.

2.3.2. Estudio empírico

En este bloque se incluyeron: Objetivos, obtención de la muestra, metodología, implementación y resolución del modelo.

Para la realización del trabajo se necesitaron datos acerca de los valores que pueden formar una cartera de inversión. Éstos se extrajeron de la información de la Bolsa de Madrid, a través de los portales de Invertia y Expansión.

De la información extraída de dichas páginas, se obtuvieron las cotizaciones diarias de las empresas seleccionadas que cotizan en el mercado continuo español (en el período del 1 de abril de 2005 al 30 de abril de 2015) y los dividendos repartidos por cada sociedad. Aún así, estos datos fueron tratados para poder amoldarlos al modelo que se escogió, ya que éste trabaja en base mensual. En concreto, de las cotizaciones se extrajeron el precio inicial y el precio final, o lo que es lo mismo, la cotización de apertura el primer día de cada mes y la cotización de cierre del último día de cada mes. En lo referente a los dividendos, como en algunas de las empresas se reparten de forma trimestral y en otras de forma anual se pasaron todos a base mensual.

Otro aspecto que se trató fue la selección de los valores, los cuales fueron los de siete empresas que cotizan en el mercado continuo de la Bolsa española. Se escogió al menos una empresa de cada uno de los sectores, con el objetivo de generar un escenario lo más realista posible. Por ello, la cartera de valores estuvo formada por las siguientes empresas:

- Sector de bienes de consumo: Inditex (textil, vestido y calzado), Viscofan (alimentación).
- Sector de tecnología y telecomunicaciones: Telefónica (telecomunicaciones y otros).
- Sector de materiales básicos, industria y construcción: Acciona (construcción).
- Sector de petróleo y energía: Iberdrola (electricidad y gas).
- Sector de servicios de consumo: Mediaset (medios de comunicación y publicidad).
- Sector de servicios financieros e inmobiliarios: Santander (bancos y cajas de ahorro).

La rentabilidad del título i en el período t (mensual) se calculó mediante la fórmula:

$$r_{it} = \frac{D_{it} + (P_{it+1} - P_{it})}{P_{it}}$$

donde

D_{it} es el dividendo generado por el valor i en el periodo t (mensual).

P_{it+1} es la cotización de cierre del último día de cada mes, es decir, el precio de mercado del valor i al final del periodo t .

P_{it} es la cotización inicial del primer día de cada mes, o lo que es lo mismo, el precio de mercado del valor i al principio del periodo t .

Finalmente, la rentabilidad del valor i , es el rendimiento medio del valor i :

$$R_i = \frac{\sum_{t=1}^m r_{it}}{m}$$

El riesgo del valor i viene definido por la desviación típica (σ_i):

$$\sigma_i = \sqrt{\frac{\sum_{t=1}^m (r_{it} - R_i)^2}{m}}$$

Datos de entrada del modelo de programación lineal

VARIABLE	EMPRESA	RENTABILIDAD	RIESGO	PRECIO
X ₁	IBERDROLA	0,01130	0,07752	5,89
X ₂	INDITEX	0,02565	0,06172	28,03
X ₃	MEDIASET	0,00440	0,10399	11,77
X ₄	SANTANDER	0,00972	0,08940	6,6
X ₅	VISCOFAN	0,01259	0,06157	56,05
X ₆	ACCIONA	0,00652	0,09916	70,11
X ₇	TELEFÓNICA	0,00681	0,06297	13,47

Los modelos de programación lineal de maximización del rendimiento y minimización del riesgo fueron resueltos utilizando el algoritmo del simplex implementado en el complemento Solver de Excel, porque es un programa contenido en el paquete informático Microsoft Office 2010, de amplia utilización en universidades y empresas, que es capaz de resolver en cuestión de segundos problemas de hasta 200 variables y 500 restricciones, ofreciendo las ventajas de una hoja de cálculo en cuanto a presentación. Así se determinó la composición de la cartera óptima, que indica la cantidad del presupuesto que se debe destinar a cada uno de los valores y cuál será la

máxima rentabilidad (modelo de maximización del rendimiento) y el mínimo riesgo (modelo de minimización del riesgo).

Los resultados obtenidos fueron: para el modelo de maximización del rendimiento, la solución óptima sería invertir el 100% del presupuesto a Inditex, con unos resultados de los rendimientos del 2,56% frente al inicial de 1,25%. Por otro lado, el modelo de minimización del riesgo nos proporcionó una cartera un poco más diversificada, donde el presupuesto iría destinado Inditex (18,57%) y a Viscofan (81,43%) obteniendo el riesgo mínimo del 6,16% frente al inicial de 7,29%.

Seguidamente se resolvieron de nuevo ambos problemas pero con una nueva restricción: que como máximo se pueda invertir el 45% del presupuesto a cada valor, con el objetivo de intentar reducir el riesgo que puede suponer invertir todo a un solo valor. Los resultados fueron: en el modelo de maximización del rendimiento, la cartera estaría formada por Iberdrola (10,85%), Inditex (45%) y Viscofan (44,15%), dando una rentabilidad del 1,83% frente al 1,29% de la solución inicial, en el modelo de minimización del riesgo, la cartera de inversión estaría compuesta por Inditex (45%), Viscofan (45%) y Telefónica (10%), proporcionando un riesgo del 6,17% frente al 6,92% de la solución inicial.

Finalmente se interpretaron los informes de respuestas, confidencialidad y límites que proporciona Solver

2.4. Entrega, presentación y defensa del TFG

Después de terminar la redacción del TFG a mediados del mes de julio, la alumna entrega el mismo a las tutoras, quienes lo revisan y proponen las correcciones pertinentes. Una vez realizadas, dan el visto bueno para su impresión y depósito.

El día 30 de julio las tutoras emitieron un informe favorable de presentación y autorización de defensa del TFG, basado en que se alcanzaron los objetivos propuestos, en que la alumna trabajó con gran interés y dedicación, en que asistió a las tutorías concertadas y en que la aplicación práctica presentada en el trabajo es totalmente original.

“El TFG solo podrá ser defendido y evaluado una vez que se tenga constancia de que el/la estudiante superó todo los créditos necesarios para la obtención del título de

grado, excepto los correspondientes al propio TFG (art. 3.3 del reglamento de TFG). Para su defensa y evaluación el/la estudiante dispondrá de una convocatoria con dos oportunidades en cada curso académico”.

Por las razones expuestas en el epígrafe 2.2, la alumna presentó su solicitud de defensa y evaluación en la secretaría virtual de la UDC el día 30 de julio y el día 31 de julio entregó en la administración de la FEE la versión escrita del trabajo por triplicado y la versión electrónica en pdf.

El TFG no termina con el depósito del mismo, queda una última etapa: la defensa pública y presencial, la cual se realizó el día 7 de septiembre. Ésta no es una parte ajena al propio proceso, sino el cierre del proceso académico y la presentación de un producto: el proyecto realizado. Como se indicará en el apartado siguiente, los criterios de evaluación por parte del tribunal incluyen un porcentaje para el contenido y otro para la presentación.

Para Bartolomé et al. (2013), los puntos a tener en cuenta para la preparación de la defensa, que fueron indicados a la alumna, son:

- Conocer los requisitos para la presentación, entre otros, se puede utilizar el apoyo informático (power-point, Excel, ...) y el tiempo que se dispondrá para realizarla, en este caso, quince minutos.
- Leer de nuevo el trabajo presentado. Aporta una visión global del proceso.
- Preparar la presentación y los recursos, lenguajes y soportes que se utilizarán (power-point). Para ello se pueden utilizar varias técnicas en pro de recoger los elementos clave del TFG a explicar ante el tribunal, por ejemplo, mapa conceptual, revisar el índice del trabajo, etc.
- Hacer un ejercicio crítico con el TFG realizado. Para una buena defensa es importante ser objetivos/as con el trabajo presentado.
- Analizar estratégicamente preguntas que puede efectuar el tribunal, que tendrán, en este caso, una duración de aproximadamente diez minutos. Para una buena defensa contamos con la capacidad de reacción de cada uno/a, pero sobre todo con conocer bien el trabajo y con la capacidad de transmitir que se realizó de forma personal y autónoma.

- Anotar en un papel por separado, en varias columnas, las preguntas, consideraciones o comentarios que formula cada miembro del tribunal e intentar escribir al mismo tiempo que las están planteando, las posibles respuestas a éstas.
- Es importante contestar el máximo de preguntas y cuestiones que plantee el tribunal para argumentar y defender el TFG y aceptar aquellas críticas, carencias y errores que indiquen. Agradecer las aportaciones del tribunal y comentar que se tendrán en cuenta para la revisión del trabajo.
- Ensayar a solas y con público la presentación. Realizar una buena comunicación es fundamental para una buena defensa, evitar el nerviosismo, usar el vocabulario correcto y adecuado a la ocasión y ser cuidadosos/as con la imagen que se da. Es importante utilizar un tono de voz adecuado, ni muy bajo ni muy alto, explicar con interés y motivación el trabajo y preparar alguna frase para la apertura y el cierre.

Con las preguntas formuladas, pensamos que el tribunal trató de comprobar el conocimiento exhaustivo del tema tratado y si la autoría fue autónoma y personal, ya que se pidió a la alumna que explicase el porqué de las restricciones de los modelos, que aclarase el proceso para hallar la rentabilidad y el riesgo y que hiciese una reflexión acerca de los resultados de las proporciones en las carteras de los títulos de Inditex.

Para Fondevila y del Olmo (2013) la estructura de la defensa es la siguiente:

1. Saludo a los miembros del tribunal.
2. Título del trabajo.
3. Justificación del tema elegido.
4. Objetivos.
5. Hipótesis formuladas.
6. Metodología empleada.
7. Marco teórico.
8. Resultados del trabajo de campo.
9. Conclusiones.
10. Agradecimientos (si procede).
11. Turno de preguntas del tribunal.

2.5. Evaluación del TFG

Según García y Martínez (2012), se deben realizar al menos tres evaluaciones: evaluación inicial, evaluación procesual y evaluación final.

La evaluación inicial consiste en determinar el éxito potencial del TFG antes de su realización y, por lo tanto, la conveniencia o no de llevarlo a cabo. Para realizarla, se puede partir de los siguientes criterios de calidad: viabilidad del trabajo, estimación de la utilidad del mismo y formación previa del/de la estudiante.

La evaluación procesual o formativa del TFG se lleva a cabo durante la elaboración del mismo y tiene como objetivo reorientar su desarrollo, con el fin de mejorar su realización y ayudar a la adquisición de las competencias previstas. Los criterios que se proponen para realizarla son: desarrollo progresivo de competencias, adecuación de la metodología de trabajo y ajuste de recursos. Tanto la evaluación inicial como la evaluación procesual del TFG se realizan por el tutor/a y el/la estudiante, individual o conjuntamente.

La finalidad de la evaluación final del TFG es proporcionar evidencias objetivas, sistemáticas y completas acerca de la calidad final del trabajo, para poder certificar la superación de la asignatura en la que se enmarca dicho trabajo y, por lo tanto la adquisición de las competencias previstas. Los criterios propuestos para valorar el TFG en la evaluación final son: opinión del tutor/a, el propio TFG y una escala de estimación numérica o categórica para registrar la información derivada de la exposición oral y defensa del trabajo. La evaluación final del TFG se realiza tanto por el tutor/a y el/la estudiante, como por los miembros del tribunal evaluador, conllevando en este caso, una calificación.

Según el apartado 9 del reglamento de TFG, "los tribunales de evaluación se configurarán en la forma que establezca la comisión de TFG, según el número de alumnos matriculados y la temática de los diferentes trabajos que se presenten. Cada tribunal estará formado por tres profesores/as de al menos dos áreas diferentes y otros tantos suplentes. Todos ellos deberán tener docencia en los grados de la FEE. El/la tutor/a del TFG no podrá formar parte del tribunal. Presidirá el/la profesor/a de mayor categoría académica y antigüedad y actuará como secretario el de menor categoría académica y antigüedad. Una vez realizada la exposición del/de la estudiante, el tribunal

deliberará sobre la calificación que le corresponde, teniendo en cuenta el informe del/de la tutor/a. Los criterios se harán públicos antes de las defensas de los TFG”.

El tribunal que evaluó este TFG estuvo formado por dos profesores del área de Economía Aplicada y por un profesor del área de Historia e Instituciones Económicas.

Según el apartado 10 del reglamento de TFG, “cada uno de los tres miembros del tribunal realizará un informe en el que se evaluarán de 0 a 10 los siguientes aspectos:

- a) Valoración del trabajo (informe escrito): adaptación a los contenidos/competencias de la titulación (30%), organización y estructura formal (30%), grado de dificultad (20%) y alcance de las conclusiones (20%).
- b) Defensa del trabajo (exposición oral): organización y capacidad de síntesis (60%) y respuestas a las preguntas de tribunal (40%).

La calificación final otorgada por cada miembro del tribunal al TFG se obtendrá de acuerdo con la siguiente ponderación:

- a) Valoración del TFG (VT): 50%.
- b) Defensa del trabajo (DT): 50%.

La calificación final del trabajo por cada miembro del tribunal será, por tanto, $0,5*VT+0,5*DT$, indicada con una cifra decimal.

La calificación final del TFG se obtendrá como media aritmética, indicada con una cifra decimal, de las calificaciones otorgadas por cada miembro del tribunal. Se deberá añadir la correspondiente calificación cualitativa:

- a) 0-4,9 suspenso.
- b) 5,0-6,9 aprobado.
- c) 7,0-8,9 notable.
- d) 9,0-10 sobresaliente.

Accederá la mención de matrícula de honor, si así lo decide por unanimidad el tribunal evaluador, el alumnado que obtuviera una calificación igual o superior a 9 puntos”.

Debido a la calificación obtenida, la comisión de TFG seleccionó este trabajo para ser publicado en el repositorio institucional de la UDC (RUC).

3. CONCLUSIONES

Este trabajo de fin de grado, a diferencia de otras asignaturas del grado, como docentes universitarias nos permiti3:

- Hacer un seguimiento individualizado de esta alumna de grado, potenciando su nivel de iniciativa, autonomía, creatividad, originalidad y pensamiento crítico.
- Acompañar a esta estudiante en un trabajo importante a nivel académico y personal, que le permiti3 dar lo mejor de sí y ampliar su experiencia y conocimientos.
- Aumentar nuestra confianza en las capacidades del alumnado para realizar un trabajo con fuerte contenido matemático.
- Alcanzar un cierto grado de satisfacci3n por el proceso y resultados, logrando con ello que el TFG no sea considerado como un trámite burocrático más, ni para la estudiante (requisito para graduarse), ni para las tutoras (cumplir con un determinado número de créditos de docencia).
- Convertir el TFG en un punto de partida de la alumna hacia nuevos proyectos académicos y/o profesionales y no sólo en un punto de llegada.
- Vincular de una forma más efectiva la investigaci3n y la enseñanza.
- Estar en contacto con las ideas y espacios emergentes en el ejercicio de la profesi3n.

4. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BARBOLLA, R., CERDÁ, E. y SANZ, P. (2000). *Optimizaci3n. Cuestiones, ejercicios y aplicaciones a la economía*. Madrid: Pearson Educaci3n.
- BARTOLOMÉ, A., CARMONA, M., FERRER, V. et al. (2013). *El trabajo de fin de grado. Guía para estudiantes, docentes y agentes colaboradores*. España: McGraw-Hill/Interamericana.
- Cotizaciones y dividendos. (2005-2015). Recuperado el 7 de mayo de 2015 en <http://www.invertia.com>

- Cotizaciones y dividendos. (2005-2015). Recuperado el 7 de mayo de 2015 en <http://www.expansion.com>
- CRISPÍN, J. y VIANEY, D. (2009). “Selección de una cartera de inversión en la Bolsa Mexicana de valores por medio de un método de programación lineal”. *Programación Matemática y Software*, 1, 1, pp. 130-151.
- EPPEN, G., GOULD, F., SCHMIDT, C., MOORE, J., y WEATHERFORD, L. (2000). *Investigación de operaciones en la ciencia administrativa*. México: Prentice-Hall.
- FONDEVILA, J.F. y DEL OLMO, J.L. (2013). *El trabajo de fin de grado en ciencias sociales y jurídicas. Guía metodológica*. Madrid: Ediciones Internacionales Universitarias.
- GARCÍA, M.P., MARTÍNEZ, P. et al. (2012). *Guía práctica para la realización de trabajos fin de grado y trabajos fin de máster*. Universidad de Murcia: Servicio de Publicaciones.
- McFEDRIES, P. (2011). *Excel 2010. Fórmulas y funciones*. Madrid: Grupo Anaya.
- Memoria del grado en Administración y Dirección de Empresas de la Facultad de Economía y Empresa de la Universidad da Coruña. En: http://www.economicas.udc.es/subido/MEMORIA_GADE_V2013.pdf
- NIÓN VÁZQUEZ, S. (2015). *Programación lineal. Aplicaciones a la Economía y a la Empresa*. En: http://ruc.udc.es/dspace/bitstream/2183/16315/2/NionVazquez_Sara_TFG_2015.pdf
- Organización Bolsas de Valores. (2015). Recuperado el 7 de mayo de 2015 en <http://www.bolsamadrid.es>
- PÉREZ-GRASA, I. MINGUILLÓN, E. y JARNE, G. (2001). *Matemáticas para la economía: Programación matemática y sistemas dinámicos*. España: McGrawHill/ Interamericana.
- Reglamento de los trabajos de fin de grado de los títulos de la Facultad de Economía y Empresa de la Universidad da Coruña. En

http://www.economicas.udc.es/subido/Regulamento_TFG_aprobado.pdf

- RENDER, B., STAIR, R., y HANNA, M. (2012). *Métodos cuantitativos para los negocios*. México: Pearson Educación.
- ROCA, B. y PÉREZ, E. (2011). El mètode d'estudi i la gestió del temps en els estudis universitaris. En TURULL, M. (Dir), *Tècniques de treball i de comunicació. Instrumentarium per a les ciències jurídiques i socials*. pp. 53-64. Barcelona: Huygens.