



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



ESCUELA TÉCNICA
SUPERIOR INGENIERÍA
INDUSTRIAL VALENCIA

TRABAJO FIN DE GRADO EN INGENIERÍA EN ORGANIZACIÓN INDUSTRIAL

**APLICACIÓN DE LA TÉCNICA DE
PROCESO ANALÍTICO JERÁRQUICO (AHP)
DE ANÁLISIS DE DECISIÓN MULTICRITERIO
A LA SELECCIÓN DE CARTERAS DE
PROYECTOS DE UNA EMPRESA DEL
SECTOR DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES.**

AUTOR: PABLO CASABÁN PLANELLS

TUTORA: ROCÍO POVEDA BAUTISTA

Selección NOMBRE DEL COTUTOR

Curso Académico: 2019-20

Índice

Resumen.....	3
Palabras clave.....	3
MEMORIA. MEMORIA DESCRIPTIVA DEL TRABAJO	4
1. Introducción.....	5
1.1 Objetivo del TFG	5
1.2 Antecedentes, motivación y justificación del TFG	5
1.3 Presentación de la empresa.....	6
1.3.2 Estrategia de la empresa.....	8
1.2 Análisis del sector	10
1.2.1. Análisis del mercado	11
2. Cartera de proyectos.....	13
2.1 Introducción.....	13
2.1.1 Gestión de una cartera de proyectos.....	13
3. Cartera de proyectos de la empresa.....	22
3.1 Gestión de la cartera de proyectos de la empresa.....	22
3.1.1 Proyectos que componen la cartera.....	23
4. Criterios de evaluación y selección de proyectos.....	29
4.1 Estudio bibliográfico de criterios	29
4.2 Análisis comparativo de criterios.....	33
4.3 Selección de criterios utilizados.....	34
5. Técnicas de evaluación y selección de proyectos.....	35
5.1 Técnicas que se expresan en medidas de beneficio	36
5.1.1 Modelos económicos.....	36
5.1.2 Modelos de teoría de la decisión: tablas y árboles de decisión.....	40
5.2 Técnicas de programación matemática	45
5.2.2 Programación multiobjetivo.....	46
5.2.3 Programación por metas.....	47
5.3 Otras técnicas	47
6. Técnica de decisión multicriterio AHP.....	49
6.1 Introducción.....	49
6.2 Conceptos básicos sobre decisión.....	50
6.2.1. Decisor/a o unidad decisora.....	50
6.2.2. Analista.....	50



6.2.3. Ambiente o contexto de decisi3n.	50
6.2.4. Criterios: objetivos, atributos y metas.....	51
6.2.5. Pesos.	51
6.2.6. Alternativas o decisiones posibles.	52
6.2.7. Matriz de valoraci3n.	52
6.2.8. Soluci3n eficiente.....	52
6.3. Clasificaci3n de los problemas de decisi3n.	52
6.3.1. Atendiendo al estado del entorno.....	52
6.3.2. Atendiendo al n3mero de criterios de decisi3n.....	53
6.3.3. Atendiendo a las caracter3sticas de la unidad decisora.	53
6.4. Principales m3todos de decisi3n multicriterio discreto.....	53
6.4.1. M3todos basados en la funci3n valor.....	54
6.4.2. El proceso anal3tico jer3rquico.....	54
7. Propuesta metodol3gica para priorizar proyectos basada en la t3cnica AHP.	65
7.1 Introducci3n.	65
7.2 Metodolog3a de selecci3n propuesta.	66
7.2.1 Paso 1: Planteamiento del problema.	66
7.2.2 Paso 2: Selecci3n de expertos.	66
7.2.3 Paso 3: Selecci3n de criterios y estructuras de modelo de decisiones.	66
7.2.4 Paso 4: Priorizaci3n de las alternativas mediante AHP.	67
7.2.5 Paso 5: An3lisis de sensibilidad.	67
7.2.6 Paso 6: Redacci3n de un informe.....	67
8. Propuesta de proceso de selecci3n de proyectos de la cartera de la empresa mediante la t3cnica AHP. 68	
8.1 Elaboraci3n de las encuestas.....	68
8.2 Resultados.....	79
9. Proceso de selecci3n de proyectos de la cartera llevada a cabo por parte de la empresa.....	87
9.1. Criterios seleccionados por parte de la empresa.	87
9.2. Priorizaci3n de los proyectos.	87
9.3. Ordenaci3n de los proyectos seleccionados por la empresa.	88
10. Conclusiones.....	89
11. Bibliograf3a.....	90
MEMORIA. ANEXOS A LA MEMORIA.....	95
Anexo 1: Encuesta	96
PRESUPUESTO del trabajo.....	104

RESUMEN

El presente trabajo se basará en la aplicación de los conocimientos adquiridos durante el periodo de prácticas del alumno en una mediana empresa del sector de las energías renovables. Durante este periodo, el alumno pudo comprobar que muchas empresas que se gestionan por proyectos no disponen de herramientas para evaluar y seleccionar sus proyectos.

El mundo está sufriendo una transición energética a paso de gigante. Las empresas energéticas están buscando nuevas formas de conseguir un hueco en el mercado. Pero en medio de la competitividad, las empresas saben que se requiere de grandes inversiones, plazos de planificación largos y de decisiones acertadas.

En este TFG se aplicará la técnica de decisión multicriterio AHP a la priorización de proyectos de una cartera en una empresa del sector de las energías renovables. En primer lugar, haremos un estudio de diferentes técnicas de selección y evaluación de proyectos donde veremos su definición, sus ventajas y sus desventajas. De todas las técnicas analizaremos con más detenimiento la AHP ya que será la que utilicemos para nuestra cartera de proyectos.

También analizaremos cómo se mide el atractivo de un proyecto y cuáles son los distintos indicadores o criterios que hacen que un proyecto sea prioritario frente a otros.

Una vez terminado el estudio del entorno de la empresa analizaremos cuáles son los objetivos estratégicos de la empresa y los distintos proyectos que componen la cartera de proyectos.

A la hora de aplicar la herramienta AHP utilizaremos todo lo referido en los puntos anteriores para obtener un resultado de la priorización que se tendría que seguir para llevar a cabo estos proyectos. Una vez tengamos dicho resultado, lo compararemos con lo que se hizo, ya que se quiere enfatizar que es un caso práctico y real.

Palabras clave: AHP, criterio, priorización, atractivo, cartera de proyectos, selección de proyectos, evaluación de proyectos.



MEMORIA. MEMORIA DESCRIPTIVA DEL TRABAJO



1. INTRODUCCIÓN.

La competitividad de las empresas es un hecho que nadie duda. Da igual el sector donde nos encontremos ya que buscaremos ser más eficientes buscando siempre dónde mejorar. La competitividad de los mercados es muy fuerte y las empresas deben tomar buenas decisiones para poder situarse en el mercado, afianzarse, aumentar su cartera de clientes y mejorar sus procesos.

Todas las empresas saben que empezar una nueva idea no es fácil ya que conlleva riesgo a nivel económico, pero también puede suponer una mala imagen si el nuevo proyecto que se va a llevar a cabo no surte el efecto esperado. El riesgo de empezar un proyecto debe poder mitigarse mediante un buen análisis de cada alternativa que tengamos porque una empresa no tiene solo una idea en la cabeza sino muchas. Todas no serán muy disruptivas, sino que pueden ser de mejorar continua, de organización de la empresa o su informatización.

No obstante, en el siguiente trabajo nos centraremos en esos proyectos que conlleven un hito disruptivo en la historia de la empresa como puede ser la aparición de un nuevo producto, la ampliación del mercado mediante la expansión geográfica o la fusión entre compañías.

1.1 Objetivo del TFG

Los objetivos de este trabajo se pueden resumir en estos cuatro puntos:

1. Aplicar una herramienta para la evaluación y selección de una cartera de proyectos mediante la metodología AHP.
2. Mostrar la importancia de saber qué implica la evaluación y selección de proyectos.
3. Conocimiento de distintas técnicas de evaluación y selección de proyectos con sus ventajas y desventajas.
4. Conocer qué es el atractivo de un proyecto y cuáles son los distintos criterios que hacen que sea atractivo un proyecto.

1.2 Antecedentes, motivación y justificación del TFG

En los meses en los que he estado de prácticas en una empresa. El primer mes de trabajar allí elaboraron una priorización de proyectos pero sin ninguna aplicación metodológica. Esto me planteó la duda de cómo se realiza esta labor y si existía alguna herramienta para poder priorizar los proyectos. Lógicamente el contexto hacía que algunas de las decisiones que se tomaron se entendían por el contexto interno y externo de la empresa. Sin embargo veía que necesitaba de una

herramienta para poder reflejar bien esas opiniones o sensaciones. Si a esta inquietud se suma el estudio de la asignatura de Proyectos en el grado hizo que me decantara por esta opción.

En los meses que estuve trabajando en la empresa le comenté esta inquietud a mi tutora para ver cómo podía sacar de la situación expuesta arriba un Trabajo de Fin de Grado y con todo esto me dijo que se podía implementar alguna herramienta de priorización y selección de proyectos aplicándolo al caso real de la empresa en la que trabajaba.

Ver cómo funciona una empresa y sobre todo a la hora de determinar el horizonte ha sido una de mis ilusiones para hacer este TFG. Dotar a una empresa de una herramienta que le sirva para tomar decisiones me parece que es útil, práctico y, en este caso, sencillo de utilizar. Como hemos dicho no se trata de dar a la empresa algo complicado sino algo que les pudiera servir.

Es por todo esto por lo que he decidido hacer este TFG ya que siempre he querido hacerlo de algo práctico y de algo que me gustara. Otro motivo era poder darle a la empresa este trabajo como motivo de agradecimiento de los meses en los que he trabajado.

1.3 Presentación de la empresa.

Blue Tree Asset Management (BTAM) es una empresa multidisciplinar de servicios profesionales de Gestión de Activos que surge en Alcobendas (Madrid) en 2015. Su especialidad es la gestión integral de proyectos de energía renovable. A nivel jurídico es una sociedad limitada.

La misión de la empresa es “proporcionar servicios y soluciones profesionales de alta calidad, a través de la experiencia de un equipo multidisciplinar, con amplia experiencia en el campo de las energías renovables y preparado para atender las necesidades del cliente, mediante la prestación de Servicios de Gestión Técnica, Legal y Comercial”. (<https://bluetreeam.com/es/about-us/>, s.f.)

Blue Tree ofrece soluciones que se adapten a los clientes y a la inversión que se desea realizar para que puedan cumplir los objetivos establecidos en las reuniones con la empresa. Los “Project Managers” se encargan de estar en continua comunicación con el cliente para realizar una solución eficiente a nivel de seguridad, de optimización de recursos y clientes y encaminar los proyectos a la estrategia definida tanto por los clientes como a Blue Tree.

Actualmente se ofrecen proyectos para la gestión técnica, mantenimiento y control para instalaciones eólicas y fotovoltaicas alrededor de todo el globo. España, Chile, Argentina... son algunos de los puntos donde Blue Tree se encarga de seguir esas instalaciones teniendo un equipo muy bien preparado para afrontar los desafíos de las nuevas tecnologías y energías.

Como norma básica, Blue Tree garantiza que el trato de calidad es único para cada cliente. Todo proyecto que desea contar con sus servicios se encontrará con un proyecto hecho según los

objetivos que se hayan marcado, las necesidades que se tengan y por supuesto contando con las particularidades propias de cada proyecto.

Junto con el trato de calidad a los clientes se suman los años de experiencia en el sector donde sus profesionales que han sido formados en el sector aprovechan todo su conocimiento para poder llevar a cabo una solución rápida y eficiente. Es por eso por lo que las soluciones son diseñadas, por un lado, para el fin al que han sido requeridas y por otro lado para que cumplan con el parecer de los clientes.

1.3.1 Actividades y productos de la empresa.

Blue Tree es una empresa de servicios dedicada y especializada en la gestión integral de proyectos de energía renovable. Nuestros paquetes de trabajo incluyen la Gestión Técnica, la Gestión Comercial y el Asesoramiento Jurídico.

La BTAM ha implementado un centro de control, para monitorear eficientemente las instalaciones en tiempo real y optimizar el análisis de rendimiento y detectar rápidamente el mal funcionamiento o bajo rendimiento. Este centro de control es proporcionado por Isotrol y ha sido configurado específicamente por nuestro equipo técnico para implementar algoritmos para manejar un gran volumen de datos para controlar el rendimiento de los activos y para anticipar y detectar rápidamente y priorizar los problemas.

En el BTAM creemos en la anticipación. Esto incluye la Gestión de la Salud y la Seguridad y siendo una responsabilidad clave de los propietarios de los activos, hemos establecido altos estándares para proporcionar apoyo en la aplicación y el control de las normas de H&S en los activos operativos. Somos conscientes de la dificultad de pasar de la prevención formal a la prevención real. Para lograr una prevención real, nuestra empresa sigue los siguientes pasos en la aplicación de nuestros proyectos:

- Control de las variables críticas según la actividad de la empresa
- Establecimiento de acciones sistemáticas
- Participación en la línea jerárquica en el control de los riesgos
- Formalizar los controles efectivos implementados

1.3.2 Estrategia de la empresa.

En la presentación de los objetivos estratégicos del año 2019-2020 se marcaron los siguientes objetivos estratégicos y las metas a realizar. Esta información ha sido pasada por el contacto de la empresa. Aunque se podría hacer una breve introducción de qué es un objetivo simplemente los nombro en este trabajo con el fin de ubicar mejor el fin de la empresa.

1. Asegurar la entrega del servicio

- Garantizar que se siga prestando el servicio en tiempo y forma ante el previsible incremento de volumen. Asegurar la eficiencia de los recursos actuales.
- Anticipación.
- Plan para fomentar una gestión eficaz del trabajo.

2. Mantener la calidad del servicio

- Supervisar el proceso completo. Generar la relación de indicadores que permitan controlar la ejecución del servicio.
- Plan de control de calidad.

3. Asegurar la continuidad del servicio

- Incrementar el volumen de servicio prestado de modo que las potenciales pérdidas de contratos o clientes no pongan en riesgo el futuro de la compañía.
- Generar una situación estable en cuanto a volumen de facturación.
- Plan comercial.

4. Desarrollar nuevas líneas de negocio

- Realizar un estudio de mercado. Analizar la competencia y las oportunidades de negocio. Anticipar las necesidades del mercado y de los potenciales clientes.
- Plan de desarrollo de negocio.

5. Presencia en todo el territorio nacional

- Generar una red de contactos a nivel nacional, incluyendo potenciales clientes públicos y privados.
- Acercamiento a ayuntamientos. Perfil potencial cliente.
- Plan de expansión.



6. Mejorar las relaciones a nivel comercial

- Generar una plataforma para la gestión de la relación comercial/contractual. Evaluar el nivel de satisfacción de los clientes. Imagen de la empresa.
- Mejora de las relaciones cliente-proveedor.
- Plan de gestión de las relaciones con clientes.

7. Fomentar el talento y el compromiso del equipo

- Apoyar al equipo en su desarrollo reteniendo el talento y fomentando el conocimiento. Analizar el clima y ambiente de la organización.
- Estudiar las motivaciones de los trabajadores
- Plan de recursos humanos.

8. Asegurar la sostenibilidad y la eficiencia en la gestión

- Realizar una gestión eficiente y transparente, buscando el equilibrio coste beneficio.
- Uso eficiente de los recursos económicos.
- Alinear la estrategia de desarrollo de negocio con la inversión económica. Control exhaustivo de gastos e ingresos.
- Plan de negocio.

1.2 Análisis del sector

Nuestra empresa la podemos encuadrar en el sector de las energías renovables. Desde hace unos años ha pasado de ser una apuesta de futuro a consolidarse como un sector más de la economía española y global siendo uno de los sectores que más ha aumentado en ofertas de trabajo.

El desarrollo de este sector, tan desconocido hace unos años, hace que empiece a situarse como uno de los pilares de toda economía nacional. El sector es muy amplio. Tanto es así que abarca desde el desarrollo energético hasta la investigación en universidades y en laboratorios privados. No únicamente se centran en la producción de energía como algunos pueden pensar, sino que se pueden hacer un hueco en el sector, como Blue Tree, haciendo una labor de gestión y control de esas instalaciones que producen energía.

Es por ello, que la aparición de nuevas empresas dentro del sector hace que el perfil que se requiera no es únicamente el ingeniero mecánico o eléctrico por poner unos ejemplos, sino que el perfil profesional dentro del sector puede cambiar ya que no hace falta trabajar de manera directa en la producción energética para poder tener un empleo en este sector.

Países punteros como China, Estados Unidos, Japón o Alemania están al frente de la oferta de puestos de trabajo, así como en la punta de lanza de las investigaciones más punteras.

Pero todo esto no sería posible sin un factor clave que es el apoyo que dan todos los países y organismos a nivel mundial. La transición ecológica es una cosa de todos y el pensamiento actual hace ver que estamos cada vez más decididos a frenar el cambio climático y que una de las vías principales es el desarrollo de energías renovables para frenar una de las peores causas del cambio climático como es el exceso del efecto invernadero. Es por esto que se necesita una planificación estructurada donde el marco que establezcan los distintos organismos legislativos sea amplio y estable. Con esto se podrá potenciar el desarrollo de las energías renovables y sus beneficios para llevar a cabo la llamada transición energética.

De cumplirse estos pronósticos, las energías ecológicas no solo compensarían los empleos perdidos dentro del marco de los combustibles fósiles que podría ser el principal sector afectado, sino que pasarían a convertirse en un muy importante motor económico mundial.

1.2.1. Análisis del mercado

La principal actividad de Blue Tree es la prestación de servicios de Gestión de Activos para proyectos fotovoltaicos y eólicos en 7 países de Europa, en África y en Latinoamérica. En la siguiente imagen podemos ver la presencia de Blue Tree a nivel internacional.



Ilustración 1: Presencia de Blue Tree en el mundo (Fuente: <https://bluetreeam.com/es/presence/>)

Como hemos dicho en uno de los capítulos anteriores el cumplimiento de la misión de Blue Tree vendrá por el continuo contacto con los clientes haciendo que el servicio sea cercano y eficiente. Las necesidades de los clientes hacen que a veces se tenga que abrir nuevas oficinas con el fin de crear vínculo con los clientes.

Todo cliente que trabaja con Blue Tree mantiene el contacto con el Project Manager que está desarrollando su proyecto de manera continua y habitual. Además, se añade otro servicio “adicional” que es el estudio del entorno donde se va a desarrollar el proyecto. Los ámbitos que se estudian son el marco legislativo del lugar, las tendencias que se prevén en el sector y el desarrollo técnico del propio proyecto. Este estudio es comunicado también al cliente. Este contacto continuo y la formación o actualización de la información hace que las empresas que contraten algún servicio con Blue Tree puedan mejorar su empresa y crecer.



Il·lustració 2: Alguns de los clientes de Blue Tree. (Fuente: Documento interno de Blue Tree)

Entre los clientes de Blue Tree se encuentran algunas empresas más activas a nivel internacional del mercado de deuda y de los fondos de inversión de energías renovables como Kobs Partners, Greenergy, Hudson Clean Energy, Alten... Todos los clientes son tratados con la cercanía propia de Blue Tree para hacer que las inversiones sean rentabilizadas y se creen sinergias entre empresas.

2. CARTERA DE PROYECTOS.

2.1 Introducción.

Las empresas generan oportunidades que dan lugar a nuevos proyectos gracias a sus procesos de gestión de la innovación. Estas oportunidades pueden ser nuevos productos, nuevos mercados o acceso a un mercado en concreto, por ejemplo. Todas las oportunidades componen lo que denominamos cartera de proyectos.

En un momento determinado cada proyecto tendrá un potencial de negocio donde se verá si han crecido o se han reducido sus costes. Además, también podremos ver su riesgo técnico y el nivel de incertidumbre que tenemos en ese momento. Todo esto podrá situar a cada proyecto en un lugar adecuado de acuerdo con los planes estratégicos de la empresa.

Como sabemos, los recursos de una empresa son limitados y la dirección de una empresa necesita criterios para poder tomar las decisiones correspondientes a la financiación de un proyecto, su cancelación o su retraso en el caso de que fuera necesario.

Algunas características que engloban a un proyecto son las siguientes:

- Están alineados con los objetivos estratégicos de la empresa
- Se obtiene una rentabilidad económica
- Son abordables
- Se expresan en un marco de tiempo real
- Sirven para obtener un posicionamiento competitivo
- Son concretos

2.1.1 Gestión de una cartera de proyectos.

Las ideas que vamos a exponer en este apartado surgen del *The Standard for Portfolio Management (PMI,2006)*.

Partiendo de que una cartera de proyectos es un grupo de proyectos que comparten un periodo concreto de tiempo, recursos y que están fuertemente relacionados entre sí bien sea por que comparten recursos o porque son incompatibles entre sí. Dicho esto la gestión de una cartera de proyectos es cómo se dirige o controla a este grupo de proyectos con una buena identificación y priorización de cada uno de ellos de manera que se puedan alcanzar las metas u objetivos estratégicos de la empresa.

Es por eso que una buena gestión de la cartera permitirá a la empresa identificar y elegir aquellos proyectos que más repercutan positivamente en la empresa. La alta dirección establece procedimientos sobre cómo se han de comportar los trabajadores, estándares de trabajo y cuáles son los pasos a seguir para obtener los objetivos estratégicos marcados. En muchos de estos casos se utiliza para controlar establecer fases, marcar hitos, control métrico de datos entre otras cosas...

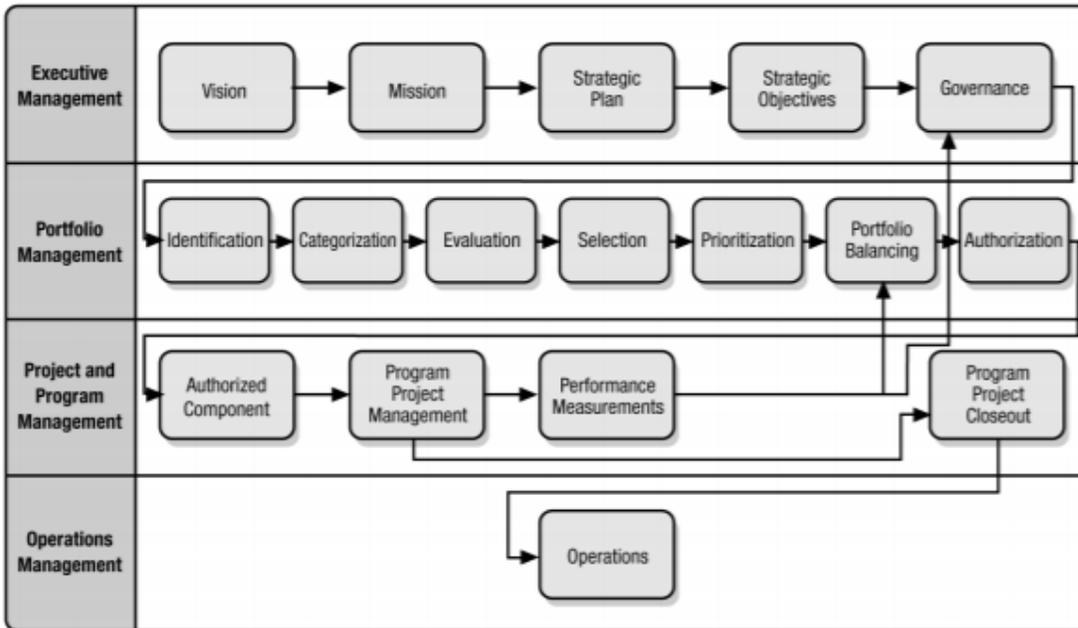
La misión, la visión y los valores ya son una realidad en la empresa ya que son los medios que marcan el camino a una organización a medio/largo plazo sobre sus objetivos. Y para eso se plantean los proyectos, para intentar llegar a esos objetivos marcados y la manera en que se hayan implementado determinará si el plan estratégico definido por la organización ha sido un fracaso o un éxito.

Para eso la empresa o el grupo/equipo encargado de dirigir todo esto es la que debe marcar las prioridades o establecer una jerarquía entre los proyectos que tenga una empresa y que debamos gestionar de manera que sean los proyectos que más se adecuen al plan estratégico aquellos que partan con más ventaja para implementarse.

La gestión de una cartera nos permite relacionar los objetivos estratégicos establecidos con proyectos gracias a cuatro principios.

1. La asignación del dinero de la empresa hacia un proyecto vendrá determinada por el fin estratégico al que se dirige ese proyecto.
2. Cada proyecto tendrá sus objetivos y metas que servirán para alcanzar algún objetivo estratégico formulado.
3. Es necesario a la hora de formular un proyecto determinar los recursos necesarios para llevar a cabo dicho proyecto.
4. El proyecto en sí estará acotado por su enfoque al fin estratégico al que se dirige y la empresa puede gestionarlo según las reglas de administración de proyectos que hayan establecido.

Porque la gestión de una cartera de proyectos no es una tarea de un equipo más en la empresa o un proceso más ya que está relacionado con toda la empresa como vemos en esta imagen del Portfolio Management Institute.



Il·lustració 3: Relacions de procés de gestió de cartera entre departaments (Fuente: PMI, *The Standard for Portfolio Management*)

La gestió de la cartera de projectes que intenta dirigir a la empresa segùn la visió i la missió establerta és conseqüència de la gestió estratègica per part de l'alta direcció i que desemboca, la gestió de la cartera, en una gestió de projectes.

Les activitats més destacades que se associen a la gestió de la cartera de projectes són les següents:

- Estudi de la viabilitat dels projectes que formen part de la cartera mitjançant mètodes de decisió com el AHP que és el que utilitzarem o mitjançant indicadors.
- Comprovar si els projectes estan alineats amb l'estratègia marcada i a què objectiu estratègic ataca directament.
- Ver les relacions entre els diferents projectes i el valor de cada un dels.
- Prioritzar o gestionar els recursos que es disposen i marcar les prioritats per al seu ús.
- Què projectes formen part de la cartera i quins han de ser exclòs o cancel·lats.
- Estudi de riscos, restriccions, possibles escenaris per a cada un dels projectes.
- Control dels projectes.
- Estudi dels beneficis de cada projecte i comprovar en els que se ha fet de què se ha obtingut el resultat esperat.

Además de estas actividades se encuentran otras, pero sobre todo cabe enmarcar una que no afecta directamente a la cartera que es la gestión del equipo encargado de gestionarla. Para ellos se nombra a un Portfolio Manager que normalmente suele ser una persona con mucha experiencia y con gran capacidad de liderar un equipo. En la mayoría de las empresas la persona encargada suele ser de la alta dirección.

Estos equipos deben ser capaces de tener un conocimiento detallado de la estrategia de la empresa ya que será necesario a la hora de considerar todos los proyectos y los componentes que intervienen en este tipo de gestión. Toda esta gestión debe estar apoyada en todo momento por la alta dirección ya que sino no serviría de nada. La gestión de este tipo de carteras será más eficiente en el momento en el que sabemos cómo gestionar los distintos proyectos ya que de nada servirá ejecutar una jerarquía si luego no sabemos las prioridades dentro de cada proyecto. Los miembros del equipo deben haber sido formados previamente en gestión de proyectos ya que no se trata de tener un equipo que se encargue como si fuera un proceso más de la empresa, sino que la gestión de una cartera de proyectos deberá ser un elemento fundamental dentro de la organización y este modo de funcionar debe ser conocido por toda la empresa.

Todo lo expuesto en los párrafos anteriores toma forma en el siguiente diagrama donde se asume que dentro de la gestión tendremos dos grupos: los procesos que se encargarán de evaluar cómo de alineados están esos proyectos con la estrategia y otro grupo que se encargará de monitorizar y controlar cada proyecto que vaya avanzando.

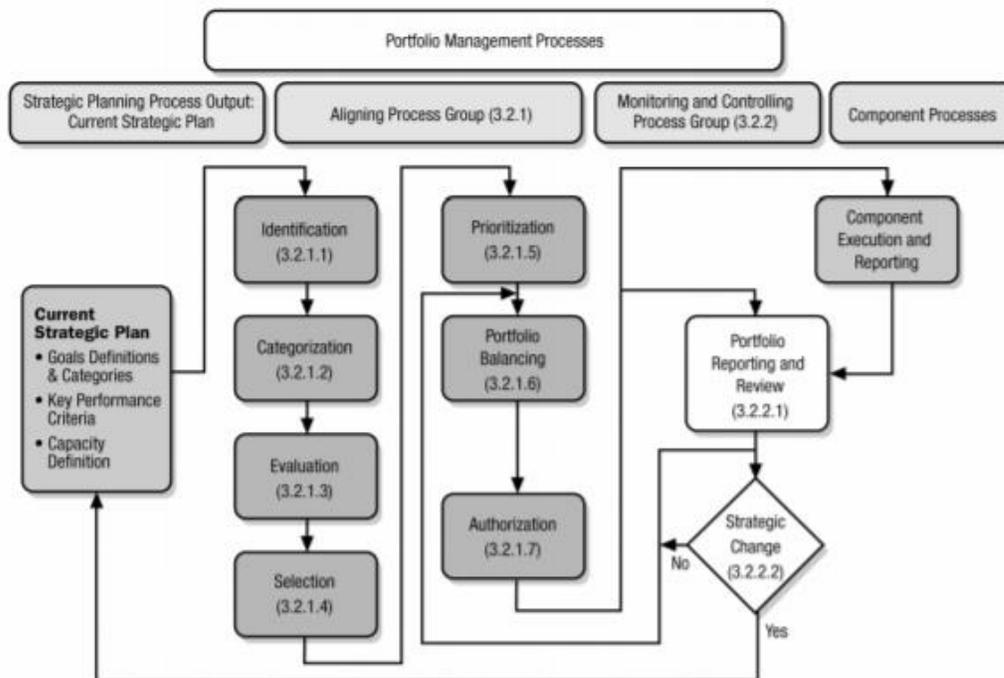


Ilustración 4: Proceso de gestión de una cartera de proyectos, (Fuente: PMI, The Standard for Portfolio Management)

Siguiendo este diagrama expuesto definiremos en qué consiste este proceso, que es lo qué es lo que entra y qué es lo sale además de cuáles son las principales técnicas que se utilizan es ese proceso.

- Grupo de procesos que están relacionados con el alineamiento.

Este grupo establece cómo serán evaluados, seleccionados y categorizados los distintos componentes para que formen parte de la cartera de proyectos. Para ello se establecen los siguientes procesos:

1. Identificación

La identificación consiste en crear una lista detallada de los componentes que se deben gestionar en la cartera. Para ello contamos con los elementos que entran que son el plan estratégico definido por la alta dirección, una posible plantilla básica y un inventario de todos los componentes que participan junto con los propuestos.

Para una buena identificación es necesario que estén bien documentados cada uno de los elementos y compararlos con el resto de los componentes que forman parte de la lista. Como es lógico un grupo de expertos se encargará de este último punto.

Una vez comprobado que tenemos una buena lista de componentes podremos tener los elementos clave de esa lista además de todos aquellos componentes que han sido rechazados y el motivo por el cual fueron rechazados.

2. Categorización

Como bien dice la palabra de este proceso es establecer unas categorías o grupos de todos aquellos componentes que hayan sido identificados. En este proceso se aplicarán filtros y criterios para decidir.

Con la lista de componentes que ya tenemos donde tenemos identificados los elementos claves aplicaremos la comparación según los criterios y la experiencia de los expertos para obtener una lista de componentes categorizados. Para ello es importante establecer una serie de categorías que son las que utilizaremos después que estén orientadas según el plan estratégico de la empresa.

3. Evaluación

La evaluación consiste valorar cada proyecto habiendo recopilado toda la información a nivel cuantitativo y a nivel cualitativo para poder hacer una buena selección que es el proceso siguiente. La información puede ser documentos, tablas de datos, gráficos de tendencias, etc.

Las entradas a este proceso son las listas de componentes que han sido categorizadas y luego obtendremos a los componentes evaluados con un valor según una escala. Además este paso dará unas recomendaciones al proceso de selección. Las técnicas de para poder evaluar no serán mas que la experiencia de los expertos, gráficos que podamos elaborar y un buen modelo de ponderación con los criterios claves.

4. Selección

El proceso de selección es la redacción de los componentes elegidos según las recomendaciones dadas en el proceso anterior y los criterios que se hayan establecido. La dimensión de esta lista no debe ser muy grande.

En la entrada de este proceso tendremos los componentes evaluados con un valor determinado, los recursos de la organización y el plan estratégico de la empresa. Para poder elaborar una buena elaboración deberemos analizar la capacidad de la empresa desde diversos campos (RR. HH, financiero, activos disponibles...).

Una vez hemos hecho este análisis tendremos una lista de componentes claros además de unas recomendaciones de cara a priorizar sobre esta lista.

5. Priorización

Este proceso consiste en establecer una jerarquía de los distintos componentes. Esta jerarquía lo debemos hacer según un marco temporal concreto: corto/medio/largo plazo y el estudio del riesgo vs beneficio.

La priorización necesitará que la organización este de acuerdo con la clasificación que se ha hecho hasta ese momento y que se determine si es alta o menos alta la prioridad dentro de la cartera. Para poder hacer una buena priorización partimos de los componentes que han sido seleccionados y las posibles recomendaciones que se han dado en el proceso anterior.

Después de ponderar los componentes y aplicar técnicas de calificación obtendremos la lista ya jerarquizada con las valoraciones que se han hecho en todo el proceso global.

6. Equilibrio

Una vez hemos terminado la priorización el siguiente proceso es el equilibrado que tiene como finalidad encontrar un buen mix de componentes de la cartera de proyectos para conseguir los objetivos estratégicos de la empresa. De esta manera también se consigue una eficiente asignación de recursos de la empresa considerando la estrategia definida y los retornos que se esperan en cada uno de los proyectos.

En este proceso partimos de los componentes priorizados, las distintas capacidades de la empresa y los criterios que hemos definido para la gestión de la cartera. Para hacer el equilibrio deberemos analizar diversos escenarios como son el de coste-beneficio, escenarios posibles, probabilidad de ocurrencia entre otros.

Tras el análisis y comprobar que está bien equilibrada tendremos la lista preparada para que se apruebe y los recursos que tiene disponible cada uno de ellos.

7. Autorización

Este último proceso del grupo que está relacionado con el alineamiento tiene como finalidad comunicar los recursos que han sido asignados a cada uno de los componentes de la cartera.

Partiremos de la lista de componentes que se propone para ser aprobada y una posible asignación. Para la autorización emplearemos documentos de responsabilidades para cada uno de los componentes de la cartera y un plan de comunicación. Tras esto podremos definir y establecer cuáles son las expectativas de cada uno de los proyectos y los recursos tanto a nivel económico como de activos por parte de la empresa. También podremos ver si algún componente ha sido excluido o el motivo por el que la autorización no ha sido aprobada.

- Grupo de procesos que están relacionados con el control y la monitorización.

Este grupo está formado por aquellos procesos que se encargan de verificar de una manera continua el alineamiento de los proyectos con los objetivos de la empresa mediante indicadores. La otra misión que tienen estos procesos es revisar si se obtienen los beneficios que se han estimado.

1. Reportes y revisión de la cartera.

Este proceso es el encargado de comprobar los indicadores, elaborar informes según estos indicadores y revisar la cartera en el caso de que fuera necesario.

Este proceso es el encargado de revisar cómo se ejecutan los distintos proyectos y ver su impacto a nivel de riesgo, entorno y retorno. También evalúan cómo utilizan los recursos que se han destinado a cada uno de los componentes. Además, es el encargado de introducir un nuevo componente en la cartera o de excluir un componente, proponer cambios en la cartera o recomendar a la alta dirección acerca de algún proyecto que pueda ser problemático.

A este proceso entran los datos de los componentes, las capacidades y recursos disponibles con sus restricciones, los objetivos estratégicos y los indicadores de desempeño que hayamos establecido. Para hacer este proceso de modo eficiente habrá que utilizar herramientas de medida de desempeño, informes financieros y revisar cómo se están gestionando los proyectos.

Como hemos dicho este proceso servirá para obtener posibles propuestas de gestión o de cómo se puede equilibrar un proyecto que vemos que da problemas además de ir perfilando los criterios de selección y estudiar qué tipo de proyectos se adecuan más a las metas estratégicas de la empresa.

2. Cambios estratégicos

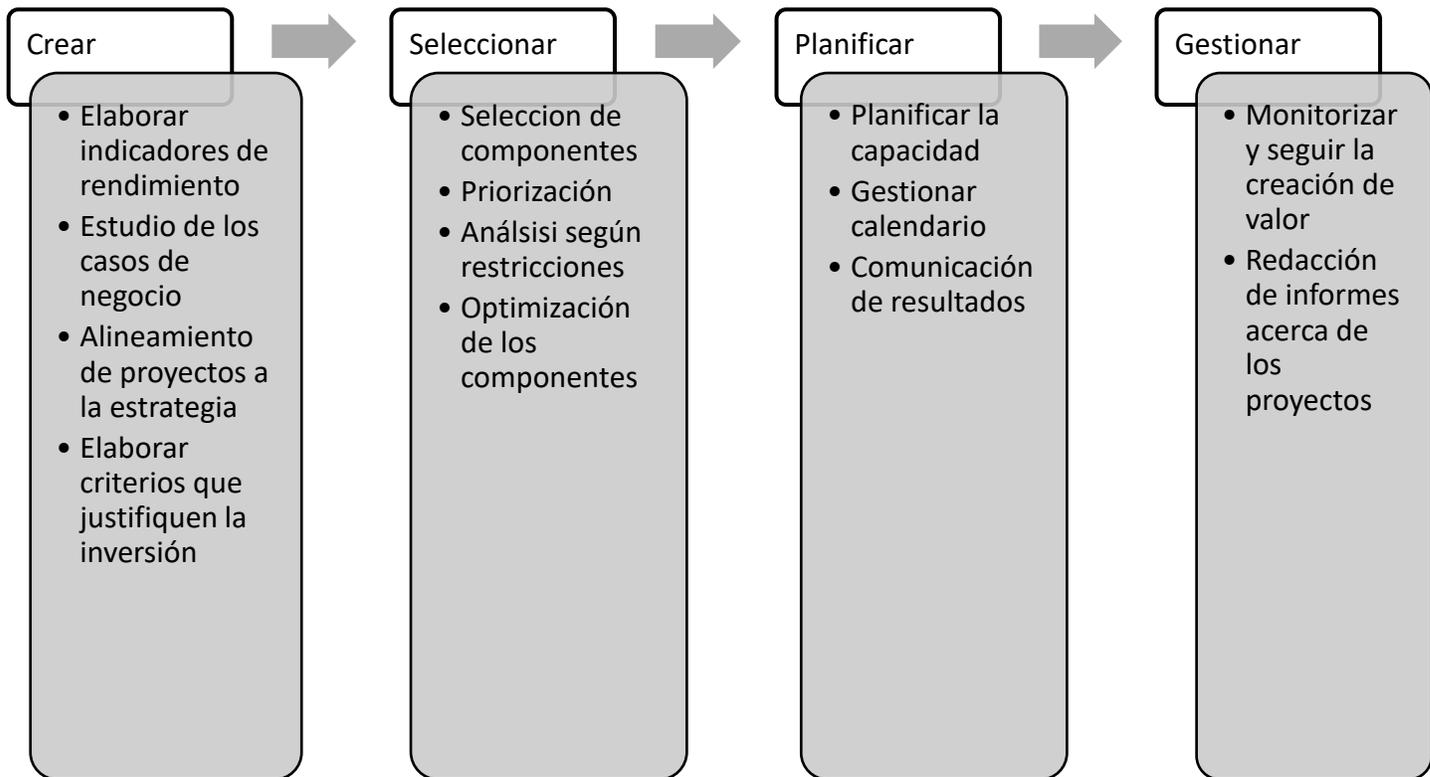
Este último proceso tiene la finalidad de redirigir la gestión de la cartera hacia la estrategia de la empresa si fuera necesario. En el caso de que se tuviera que redefinir los objetivos estratégicos, afectaría a la ejecución de los proyectos y al equilibrado puesto que la situación y los criterios habrán cambiado.

Por eso habrá que tener claro el plan estratégico actualizado y revisar los proyectos de manera que cuando se cambien los criterios por lo dicho en el párrafo anterior el equipo pueda dar unos nuevos criterios para valorar los componentes de la cartera.

Como resumen de todo explicado en este capítulo podemos decir que la gestión de una cartera de proyectos es la aplicación de una serie de técnicas que permiten a una empresa organizarse para maximizar sus recursos y capacidades haciendo rendir al máximo los distintos proyectos que tiene la cartera con el fin de obtener beneficios.

La evaluación, la selección, la priorización que se dan de modo continuo junto con los indicadores que evalúan el desempeño hacen que la gestión sea eficiente y quede orientada a los objetivos estratégicos que la empresa se ha establecido.

Como resumen gráfico a esta metodología lo explicamos con el siguiente gráfico:



3. CARTERA DE PROYECTOS DE LA EMPRESA.

3.1 Gestión de la cartera de proyectos de la empresa.

Para hablar de la gestión de la cartera de proyectos dentro de la empresa vamos a analizar distintos aspectos para explicar un poco el funcionamiento dentro de la empresa.

En la empresa la encargada de presentar los nuevos candidatos para la cartera de proyectos es el CEO donde este expone los planes de negocio. Estos planes de negocio son analizados por los miembros del Comité de Dirección. Este grupo de expertos son los encargados de definir la planificación estratégica de manera anual. Estos objetivos son analizados y revisados en un marco semestral. Los objetivos estratégicos se establecen anualmente y se les da seguimiento de manera semestral. En cuanto a los proyectos, se realizan revisiones internas de sus riesgos y márgenes de beneficio de manera trimestral.

Estos proyectos desde un primer momento se intentan que se ajusten al “core business” de la empresa en la medida de que sigan las directrices marcadas a nivel estratégico y a nivel comercial. Todos los proyectos que se presentan como candidatos a formar parte de la cartera de proyectos han de ser analizados a nivel de viabilidad económica y riesgo. Este análisis parte del CEO junto con el Comité de Dirección que aprobará seguir o no con ese proyecto propuesto. Las decisiones se tomarán por consenso.

Una vez se ha dado el visto bueno para que el proyecto forme parte de la cartera se inicia el proceso de selección. Una vez tenemos determinado qué proyecto se va a realizar en primer lugar se crea un equipo mediante el proceso de “on boarding” donde será el Comité de Dirección quien determine qué miembros forman parte de ese nuevo equipo de trabajo. Cada proyecto mediante el Procedimiento Operativo forma un equipo en el que se incorporarán de manera paulatina y serán dirigidos por un directivo intermedio. Cada equipo será desarrollado de manera multidisciplinar para poder cubrir de manera más amplia todos los aspectos del proyecto. En cada equipo de trabajo habrá un Asset manager que se encargue de realizar el seguimiento oportuno a los pasos de ese proyecto que se le ha encargado.

Cuando se ha puesto en funcionamiento el equipo el proyecto empieza a realizarse. Como hemos dicho cada proyecto tendrá un Asset manager que deberá reportar al departamento de Asset Management del que forma parte en cuanto a la estructura funcional. Este departamento es el encargado de valar por el cumplimiento de la planificación y es el encargado de la relación con los distintos implicados dentro del proyecto tanto a modo interno como a nivel externo.

3.1.1 Proyectos que componen la cartera.

Los proyectos que componen la cartera de Blue Tree son los que se exponen a continuación:

PROYECTO 1: APERTURA DE UNA NUEVA OFICINA EN VALENCIA

Como se ha explicado en el análisis de mercado Blue Tree tiene expectativas de expandirse no solo a nivel nacional sino también internacional. Las diferentes aperturas de nuevas oficinas hacen que se pueda llegar mejor al cliente y facilitar un rápido contacto y seguimiento. Es por eso que surgió la idea de abrir una nueva oficina en Valencia. El litoral mediterráneo quedaría así bien cubierto mientras que la oficina de Madrid atendería la zona norte e interior de España.

Valencia es un lugar muy adecuado para su ubicación ya que es una comunidad que está apostando por el desarrollo sostenible y las nuevas tecnologías. Además, cuenta con una adecuada red de transportes que hace que los desplazamientos sean rápidos y seguros. De cara a una posible expansión internacional Valencia es un lugar para entablar nuevos contactos y de fácil acceso a posibles nuevos clientes.

Otro motivo que encontramos es la posibilidad de albergar nuevas líneas de negocio en las que el desplazamiento sean primordiales para seguir garantizando la proximidad y la cercanía con el cliente.

Por último, un motivo por la que se optó por Valencia como primera ciudad para expandirse en el territorio nacional es el prestigio que tienen las universidades tanto la Universitat Politècnica de València como la Universitat de València donde el talento de los más jóvenes puede hacer que la empresa coja personal altamente cualificado.

Los gastos de la apertura de una nueva oficina en Valencia son los siguientes:

GASTOS	
Muebles	3000
Informática	3534
Telefonía	165
Alquiler	3050
Otros	200
TOTAL	9949

PROYECTO 2: ABRIR UNA NUEVA LINEA DE NEGOCIO: PUNTOS DE RECARGA DE VEHÍCULOS ELÉCTRICOS

El vehículo eléctrico es una realidad y Blue Tree se ha planteado abrir esta nueva línea de negocio. Según un estudio de la Universidad de Comillas con OVEMS (Observatorio del Vehículo Eléctrico y Movilidad Sostenible) muestran que cada vez hay más coches en España que son únicamente eléctricos además de las previsiones que hacen que el parque móvil nacional de un ligero cambio hacia los vehículos eléctricos.

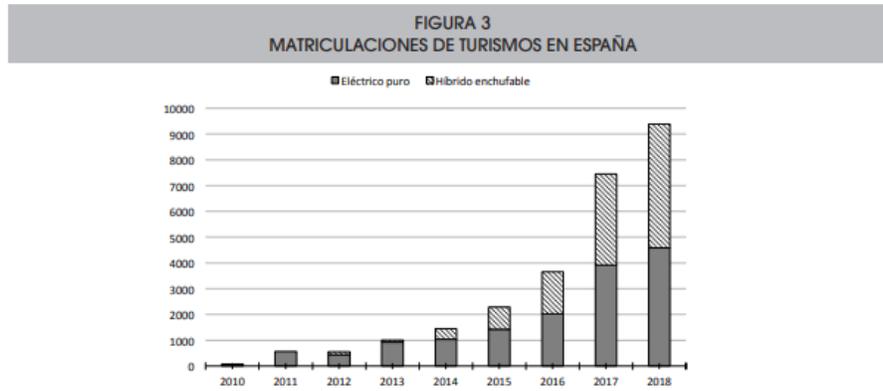


Ilustración 5: Matriculaciones de Turismos en España. (Fuente: OVEMS., Vehículo eléctrico: Situación actual y perspectivas futuras, Frías y Román, ICAI)

Blue Tree cuenta con personal experimentado en la movilidad sostenible en la actualidad, aunque el proyecto sería para fichar un equipo completamente nuevo con un director de línea de negocio, un director técnico y varios Project managers.

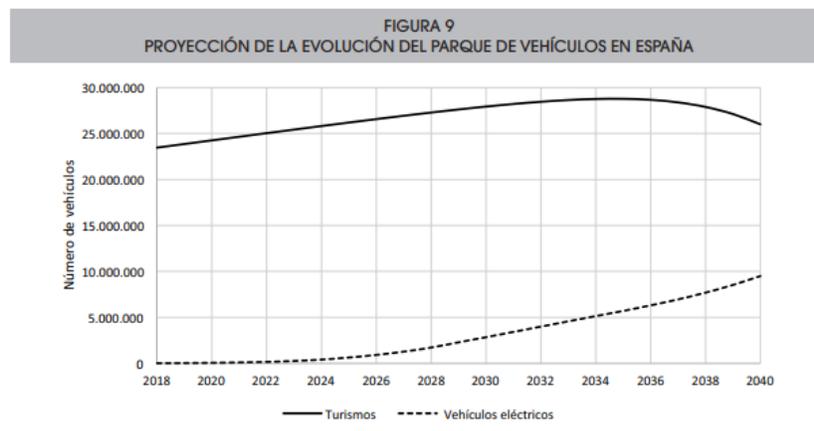


Ilustración 6: PROYECCIÓN DE LA EVOLUCIÓN DEL PARQUE DE VEHÍCULOS EN ESPAÑA. (Fuente: OVEMS., Vehículo eléctrico: Situación actual y perspectivas futuras, Frías y Román, ICAI)

En las siguientes tablas se muestra tanto los ingresos estimados por Blue Tree en los dos próximos años como los diferentes gastos asociados tanto al comienzo de la actividad como a los gastos anuales propios de la actividad. Blue Tree no ha especificado dónde estará situada la nueva línea de negocio. A día de hoy Madrid ha cogido bastante protagonismo, aunque el equipo de Valencia será el encargado de ir gestionando el cambio de Madrid a Valencia.

Tabla 1: AÑO 2020 PdR

AÑO 2020	
<i>Ingresos estimados 2020</i>	225000
GASTOS	
<i>Personal</i>	85000
<i>Informática</i>	9534
<i>Otros</i>	6000
TOTAL	91000
BENEFICIO 2020	124466

Tabla 2: AÑO 2021 PdR

AÑO 2021	
<i>Ingresos estimados 2021</i>	228375
GASTOS	
<i>Personal</i>	85000
<i>Informática</i>	1500
<i>Otros</i>	6000
TOTAL	92500
BENEFICO 2021	135875

PROYECTO 3: ABRIR UNA NUEVA LINEA DE NEGOCIO: PLANTAS FOTOVOLTAICAS

Como hemos dicho antes, la transición energética es una realidad y para ello hemos de saber adaptarnos al entorno que se va modificando hacia las nuevas energías renovables. Blue Tree nace de esa necesidad, de ayudar a las instalaciones energéticas a hacer un uso eficiente de ellas pero quiere ir un paso más adelante o mejor dicho hacia atrás. Porque Blue Tree no se conforma con gestionar activos energéticos sino que quiere hacer sus propios activos energéticos.

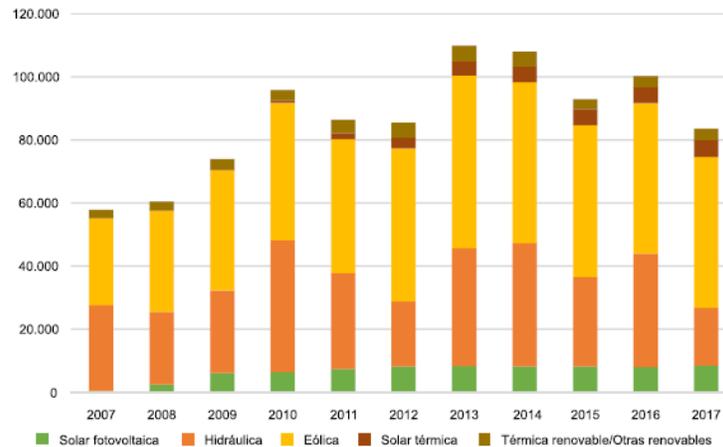


Ilustración 7: Evolución de generación renovable en España (GWh)(Fuente:El desarrollo actual de la energía solar fotovoltaica en España, GEAR y UNEF; datos de la REE de varios años)

Como se puede ver las energías renovables en España han crecido y con ello la oportunidad de negocio. Además con la mentalidad de la sociedad de encaminarnos hacia un mundo más verde hace que esta opción sea interesante. Junto con esto podría servir para mejorar los servicios de control que ofrecen a clientes ya que podrían experimentar con sus plantas o sea que podría ser una buena fuente de ingresos.

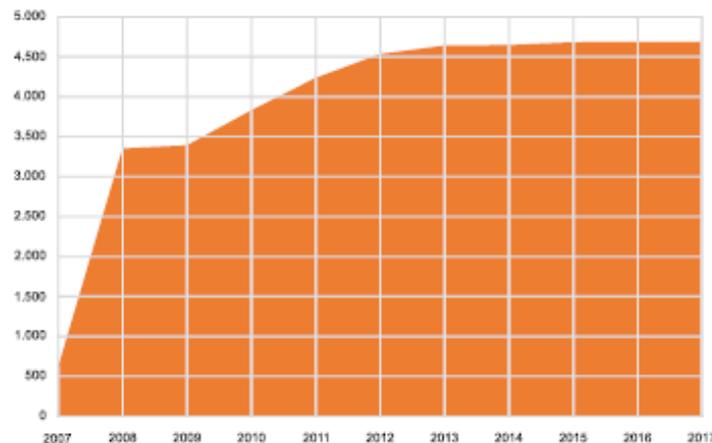


Ilustración 8: Evolución de la potencia instalada solar fotovoltaica en España (MW) (Fuente:El desarrollo actual de la energía solar fotovoltaica en España, GEAR y UNEF; datos de la REE de varios años)

En las siguientes tablas se muestra tanto los ingresos estimados por Blue Tree en los dos próximos años como los diferentes gastos asociados tanto al comienzo de la actividad como a los gastos anuales propios de la actividad. Al igual que ocurre con la gestión de la instalación de puntos de recarga de vehículos eléctricos, Blue Tree no ha especificado dónde estará situada la nueva línea de negocio. A día de hoy Madrid ha cogido bastante protagonismo, aunque el equipo de Valencia será el encargado de ir gestionando el cambio de Madrid a Valencia.

Tabla 3: FOTOVOLTAICA 2020

AÑO 2020 FOTOVOLTAICA	
<i>Ingresos estimados 2020</i>	200000
GASTOS	
<i>Personal</i>	62000
<i>Informática y móviles</i>	3000
<i>Otros</i>	3000
TOTAL GASTOS	68000
BENEFICIO 2020	132000

Tabla 4: FOTOVOLTAICA 2021

AÑO 2021 FOTOVOLTAICA	
<i>Ingresos estimados 2021</i>	203000
GASTOS	
<i>Personal</i>	62000
<i>Otros</i>	3000
TOTAL GASTOS	65000
BENEFICIO 2021	138000



PROYECTO 4: OBTENCIÓN DE LA ISO 14001 y 9001

Las certificaciones en las empresas documentas y acreditan que una empresa cumple con las normativas específicas en el área en el que quiera demostrarlo como por ejemplo los procesos, la logística... En definitiva, sirven para mostrar que son eficientes y dar confianza a sus clientes. Estos certificados a veces significan el acceso a un sector del mercado que solo se tiene posibilidad con ellos por lo que tenerlo o no tenerlo puede marcar la diferencia.

Los certificados sirven para garantizar unos procedimientos dentro de la empresa que sean de calidad, seguridad, no contaminantes... por lo que sirven para hacer mejor el trabajo de la empresa. Los clientes como hemos dicho antes tienen más seguridad con aquellas empresas que garanticen una calidad mínima.

En concreto la ISO 9001, en palabras de AENOR, es aquella certificación que “demuestra tu calidad y capacidad para cumplir con las necesidades de los clientes”.

Por otro lado, la norma ISO 14001 sirve para implantar un sistema de gestión ambiental donde se utilicen herramientas que tengan en cuenta el medio ambiente a la hora de gestionar la empresa.

Los gastos incurridos en las dos certificaciones se expresan en la siguiente tabla:

Tabla 5: Gastos ISO 9001 y 14001

GASTOS	
<i>Certificación de la Norma</i>	8000
<i>Horas de trabajo</i>	5000
TOTAL	13000

4. CRITERIOS DE EVALUACIÓN Y SELECCIÓN DE PROYECTOS.

4.1 Estudio bibliográfico de criterios

En este capítulo trataremos de exponer los distintos enfoques que utilizan empresas a la hora de establecer criterios para seleccionar proyectos.

Los criterios de evaluación y selección de proyectos son aquellos indicadores o herramientas, tanto cualitativos como cuantitativos, que nos ayudan a determinar cuáles son los proyectos que mejor se adecuan más según esos criterios establecidos. Lógicamente, cada sector o cada mercado o incluso cada empresa tiene sus criterios en función de cómo está la empresa, cuáles son sus expectativas de manera que su estudio bibliográfico respecto a los criterios no es muy abundante.

Podemos hacer una primera aproximación a los distintos criterios que podemos encontrar con una primera definición que será la que dividirá los que están relacionados de manera directa con el retorno económico de la inversión con los que no están relacionados. De esta manera podemos definir dos grupos: los criterios financieros y los criterios no financieros.

Esta primera aproximación es bastante acertada ya que no engloba únicamente el aspecto económico como en muchas referencias hemos encontrado. Al final a la empresa lo que le interesa es no generar pérdidas con alguno de los nuevos proyectos que quiere empezar. El hecho de considerar también los criterios no financieros hace que no siempre tenga que primar los intereses económicos a la hora de tomar una decisión.

A veces se puede considerar que un proyecto que económicamente no sea viable deber ser rechazado y aquí merece un punto de reflexión ya que ese proyecto que de primeras se va a rechazar puede suponer un afianzamiento en el mercado, una búsqueda de nuevos clientes o simplemente como imagen de la empresa o con el objeto de servir de puente con otro proyecto.

La primera clasificación que podemos establecer es la siguiente:

- Criterios financieros
- Criterios no financieros

Dentro de los criterios financieros podemos encontrar herramientas que nos ayudan a definir ese criterio económico como son el periodo de recuperación de la inversión, el valor presente neto, el índice de rentabilidad o el análisis coste-beneficio. Algunas de estas herramientas aparecerán en el capítulo siguiente a la hora de explicar algunas técnicas para la priorización de proyectos.

Por otro lado, vemos que el grupo de criterios no financieros es muy amplio por lo que existen varios subcriterios que forman parte de este grupo.

El primero de ellos es el criterio legal. Aunque pueda parecer un grupo obvio ya que se debe trabajar siempre según un marco legal no hace referencia a cometer una ilegalidad. Cuando aparece el criterio legal significa que se deben cumplir la regulación de las leyes en el momento en el que están vigentes.

Al proponer el criterio legal puede significar que tengamos que cambiar nuestro modo de trabajar o de implantar un proyecto según nuestro criterio al de las leyes de ese lugar y en ese momento. Un ejemplo muy gráfico podría ser el de un juego. Podemos tener una táctica hecha ya para ganar un partido de fútbol, pero si las reglas nos impiden poder hacer eso deberemos buscar otro modo, aunque tengamos que replantear parte de nuestro proyecto.

Podemos tener ya las tareas programadas para implantar un proyecto, pero puede hacer alguna tarea o algún paso intermedio que se tenga que ver modificado por la normativa vigente y que puede repercutir a nivel económico, a nivel social o a nivel técnico entre otros criterios.

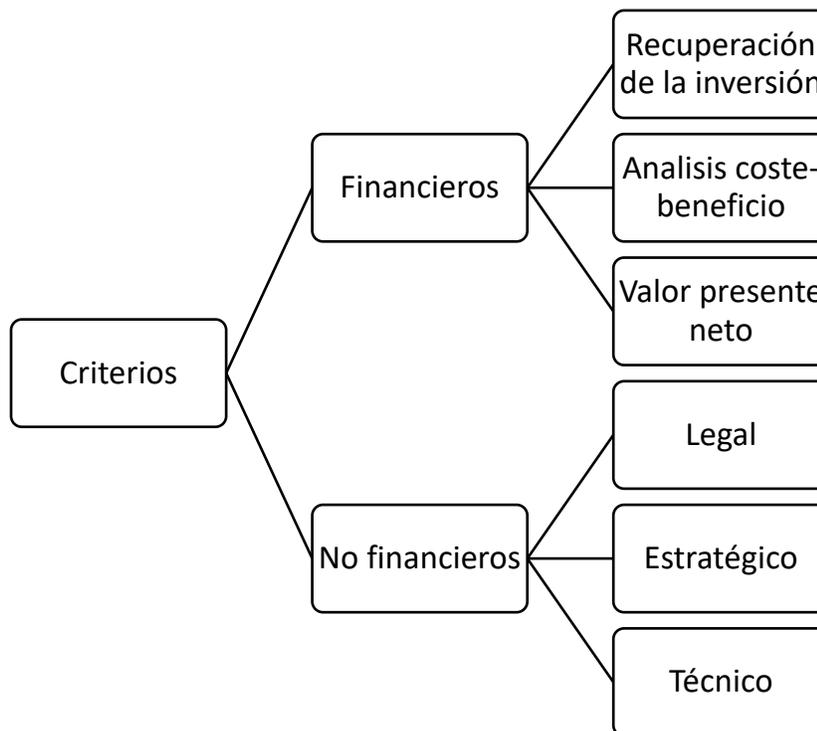
El siguiente criterio que está dentro del grupo de criterios no financieros es el criterio estratégico. La estrategia nos determina cómo vamos a afrontar una meta que nos hemos propuesto. Es por eso por lo que si uno de los proyectos que tenemos dentro de nuestra cartera no se acerca a ningún objetivo o no nos va a generar una ventaja competitiva sobre nuestra competencia podríamos pensar que ese proyecto poco tiene de interesante para la empresa. Si vamos a hacer una inversión de dinero y de personal para una tarea que no nos va a acercar a nuestros objetivos no tiene sentido hacer ese proyecto.

Otra cosa sería si ese proyecto fuera un proyecto puente que nos habilitaría poder acceder a otro proyecto que sí que estaría alineado con la estrategia de la empresa además de también ser valorado según los demás criterios. EN estos casos habrá que tener una visión más global ya que a veces es difícil conseguir el proyecto que nos proponemos de primeras.

Además del criterio legal y el estratégico podemos encontrar otro grupo de criterio que sería el criterio técnico. Podríamos definirlo como las dificultades que tendríamos a la hora de implementar ese proyecto a nivel técnico. Cuando uno se plantea remodelar todo su proceso de producción o la aparición de un nuevo producto ha de preguntarse si va a ser capaz de mejorar lo que ya tiene. No se trata de valorar la inversión económica únicamente como el desembolso que hacemos para que ese proyecto vaya hacia adelante, sino que necesitaremos de una tecnología que quizá no poseemos o de un personal que también necesitaremos contratar y eso puede suponer una gran cantidad de dinero.

El mercado tiene una alta competitividad y hace que los recursos y las capacidades de una empresa no sean suficientes para afrontar una dificultad técnica alta ya que no se encuentran en opción de competir. Pongamos un ejemplo, si una empresa que se dedica a hacer un producto se plantea abrir una nueva línea de negocio que no tiene nada que ver con lo que se dedican puede suponer todo un reto no únicamente por el desembolso de dinero, sino que no van a ser capaces. Aquí surgiría la opción de tener que comprar la tecnología necesaria, formar a los trabajadores, crear un proceso de producción eficiente, contratar personal cualificado en este tipo de productos. Todo esto no es a nivel económico, sino que a nivel técnico es todo un reto. De ahí que surjan alianzas o subcontratas ya que la dificultad técnica al final sería un sobre coste económico demasiado elevado para implementar esa nueva idea.

Esta primera aproximación podemos reflejarla en el siguiente gráfico.



Otro grupo que hemos podido encontrar en nuestra investigación es el criterio social. Este criterio viene definido por estudiar el impacto que tendrá el proyecto sobre el resto de las personas. Como herramientas que encontramos son definir las personas interesadas o que les afecta el nuevo proyecto, estudiar sus posibles exigencias y elaborar indicadores sociales para ver el grado de satisfacción que podría generar el nuevo proyecto.

Sabiendo que la mayoría de los estudios y de recursos bibliográficos se centran en el criterio financiero o económico vamos a exponer otros criterios que forman parte de otro grupo para mostrar otros tipos que pueden ser interesantes a la hora de evaluar un proyecto.

El primero de ellos es el criterio comercial que se asemeja en parte al social en que hace estudio de lo que ocurre fuera de la empresa. Si el social se encargaba de estudiar a los posibles afectados del proyecto el criterio comercial hace un estudio externo de la situación. Para ello habrá que estudiar la necesidad del mercado y su evidencia. También habrá que estudiar la competitividad del sector en el que se sitúa el proyecto y la madurez del mercado que nos determinará si está preparado o no.

Este criterio es adecuado para todo tipo de proyectos ya que nos da información de cómo está la situación externa de la empresa. No podemos lanzarnos a un nuevo proyecto solo con la información que tenemos dentro ya que toda actividad necesita de un cliente o de gente ajena a la empresa. Es por eso que determinar la dificultad comercial será un criterio de peso como los otros que hemos podido establecer.

Otro de los criterios que hemos encontrado es el criterio temporal que se podría definir como el estudio del marco temporal del proyecto, su duración, su puesta en marcha, pero también otros factores altamente relacionados con otros como puede ser la urgencia de la solución propuesta o la importancia. Tener en cuenta el criterio del tiempo puede ser determinante para decantarnos por un proyecto o por otro ya que lanzarse a realizar una inversión esperando retorno en “X” años puede hacer que perdamos líquido en la empresa y perdamos capacidad de mejorar nuestros procesos o implementar nuevos proyectos.

Un criterio que se utiliza en algunos proyectos es el criterio medioambiental. La mayoría de ítems de este grupo hacen referencia al impacto ambiental que puede generar una nueva obra o construcción. Como en alguno de los proyectos que vamos a tratar se van a crear nuevas estructuras que pueden afectar al medio ambiente lo consideraremos.

4.2 Análisis comparativo de criterios

Criterio	Descripción	Herramientas/Ítems
Económico	Estudio de la inversión económica que se va a realizar	<ul style="list-style-type: none"> • VAN/TIR • Análisis coste-beneficio • Recuperación de la inversión • Ciclo de vida
Tecnológico	Estudio de la capacidad técnica para afrontar el nuevo proyecto	<ul style="list-style-type: none"> • Salto tecnológico • Complejidad • Conocimientos de la empresa • Medios disponibles
Legal	Adecuación de los proyectos a la normativa vigente	<ul style="list-style-type: none"> • Estudio de la normativa vigente • Consultoría con asesores legales
Estratégico	Adecuación del Proyecto a las metas estratégicas.	<ul style="list-style-type: none"> • Coherencia del negocio • Solidez y duración de la ventaja competitiva • Plataforma de crecimiento
Comercial	Análisis del mercado y sus necesidades	<ul style="list-style-type: none"> • Necesidad del mercado • Competitividad del mercado • Madurez del mercado
Social	Estudio del impacto sobre las personas afectadas en el proyecto	<ul style="list-style-type: none"> • Definición de los interesados • Exigencias de los interesados
Temporal	Estudio del marco temporal del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> • Urgencia del Proyecto • Tiempo de ejecución del proyecto
Medioambiental	Análisis del impacto medioambiental debido a una alteración.	<ul style="list-style-type: none"> • Impacto sobre el paisaje y la fauna. • Generación de residuos

4.3 Selección de criterios utilizados

Después del análisis que hemos hecho y con la información recogida en la tabla utilizaremos los siguientes criterios para nuestra evaluación y priorización de los proyectos propuestos.

1. Criterios económicos: son aquellos que valorar las inversiones económicas que vamos a realizar. Los ítems que emplearemos para evaluar los criterios económicos son los siguientes:
 - 1.1 Recuperación de la inversión: medida del tiempo que nos termina cuánto tiempo tardaremos en recuperar la inversión.
 - 1.2 Valor Actual Neto: valor que determina si obtendremos beneficio o si el proyecto no obtendrá beneficio viendo el flujo de caja.
 - 1.3 Costes: Gastos incurridos de la inversión y del mantenimiento del proyecto.
2. Criterios Técnicos: son aquellos que inciden en la capacidad tecnológica de la empresa, de sus recursos y de sus capacidades para afrontar los nuevos proyectos.
 - 2.1 Salto tecnológico: dificultad para alcanzar el objetivo a nivel técnico
 - 2.2 Complejidad del proyecto
 - 2.3 Conocimientos de la empresa que tenemos actualmente
 - 2.4 Medios disponibles de la empresa donde se valora los recursos y capacidades que tenemos
3. Criterios comerciales: son aquellos que valorar el entorno externo de la empresa viendo cómo está el mercado.
 - 3.1 Necesidad del mercado: estudio de las necesidades reales y adecuación a ellas con los proyectos.
 - 3.2 Competitividad del mercado: estudio de los competidores en las mismas actividades.
 - 3.3 Madurez del mercado: estudio de los clientes y del entorno a la hora de aceptar ese nuevo proyecto.
4. Criterio estratégico: son aquellos criterios que se encargan de valorar la adecuación de los proyectos con los objetivos estratégicos marcados por la alta dirección.
 - 4.1 Coherencia del negocio con el proyecto determinado.
 - 4.2 Solidez y duración de la ventaja competitiva.
 - 4.3 Plataforma de crecimiento que nos otorgará ese proyecto.
5. Criterio medioambiental: se encargan de valorar cómo va a afectar los nuevos proyectos al medio ambiente.
 - 5.1 Impacto sobre el paisaje y fauna al iniciar el proyecto
 - 5.2 Generación de residuos que se genera al implantar el proyecto.

5. TÉCNICAS DE EVALUACIÓN Y SELECCIÓN DE PROYECTOS.

Las metodologías y las técnicas que han utilizado las empresas para la selección de proyectos han evolucionado durante las últimas décadas. Esta evolución ha sido causada con el fin de poder tener todas las posibilidades y características de los distintos proyectos juntas. A pesar de su complejidad, sobre todo en algunas de ellas, el problema no está solucionado ya que es necesario lograr un modelo de carácter general para cualquier problema de selección y planificación de carteras de proyectos.

A continuación, haremos un repaso histórico de las distintas técnicas que han empleado muchas empresas. La principal referencia para realizar este recorrido es el de Carazo y otros. (2008).

En primer lugar, las variables que afectaban en el proceso de selección no eran difícilmente manejables debido a las dimensiones de dichos proyectos. Estas variables iban desde el presupuesto, el número de proyectos candidatos, el plazo o la duración de los distintos proyectos. El método más utilizado en el origen era la recopilación de la mayor información posible de cada uno de los proyectos con el fin de estar en condiciones de poder tomar una decisión acertada y saber argumentar porqué se había tomado aquella decisión.

Aunque esta práctica se mantuvo durante bastante tiempo, a partir de la segunda mitad del siglo pasado nos encontramos que las empresas y organizaciones han ido creciendo en tamaño y con ello sus capacidades y sus recursos. Este hecho junto con la creciente competencia de los distintos mercados hace que las personas que deben tomar las decisiones lo hicieran de una manera más racional. Es por ello que surge la duda de encontrar un modelo donde se pueda comparar proyectos en una misma escala que son aparentemente distintos.

Con esta necesidad se fueron matematizando los distintos modelos de selección de proyectos. Los primeros estudios como el de Baker y Pound (1964) o el de Baker y Freeland (1975) que realizaban una clasificación, diferenciaron entre las “Técnicas que se expresaban en medidas de beneficio” y las “técnicas de selección de proyectos y asignación de recursos”. Otros estudios como el de Liberatore y Titus (1983) y otros autores incluyen un tercer grupo llamado “resto de técnicas” que recoge todas aquellas metodologías que no encajan en las otras dos agrupaciones. Además, estos autores renombraron el segundo grupo como “métodos de programación matemática”.

Tras este breve repaso de los distintos grupos obtenemos una clasificación y subclasificación del siguiente modo.

- Técnicas que se expresan en medidas de beneficio que engloba a:
 - Modelos económicos
 - Modelos de teoría de decisión
 - Métodos basados en peso y ordenación
- Técnicas de selección de proyectos y asignación de proyectos y asignación de recursos o también llamado Modelos de programación matemática que recoge a:
 - Programación monobjetivo
 - Programación multiobjetivo
 - Programación por metas
- Otras técnicas como
 - Clúster
 - Otras

A continuación, el orden que llevaremos será el expuesto arriba en la clasificación que sigue u orden de dificultad y complejidad.

5.1 Técnicas que se expresan en medidas de beneficio

Cuando se habla de beneficio no tiene por qué hacer referencia a algún tipo de remuneración económica sino que también hace referencia al nivel de satisfacción o de utilidad que puede aportar a la empresa. Estas técnicas se basan en la evaluación individual de cada uno de los distintos proyectos para después ordenarlos e ir seleccionando según el orden establecido y poder agotar el presupuesto disponible de una manera eficiente.

5.1.1 Modelos económicos

La primera técnica hace referencia a ese beneficio económico que antes hemos mencionado. Industrias como la química, la petrolífera o la aeronáutica ya aplicaban este tipo de técnicas en los finales de las décadas de los cuarenta. Sin embargo, este tipo de técnicas experimentó un crecimiento exponencial en la década de los sesenta donde uno de los argumentos con más peso a la hora de elegir qué proyectos son los que se deberían de llevar a cabo era la sostenibilidad financiera en el tiempo. Aspectos no cuantificables no eran muy importantes en aquella época. Es por eso, que se mirará con especial atención el beneficio que se prevé que tenga cada proyecto a lo largo de su ciclo de vida porque de este modo se podrá ver las necesidades financieras de cada uno para poder implementarlos.

Algunos modelos económicos comunes son:

- El Valor Actual Neto o llamado VAN
- La Tasa Interna de Retorno o TIR
- El Periodo Mínimo de Recuperación
- El Ratio Beneficio-Coste o BCR

El Valor Actual Neto (VAN)

Esta metodología consiste en la comparación de los distintos flujos de ingresos y gastos de un proyecto, o llamado flujo neto de caja. También se necesita una tasa de descuento que suele emplearse la tasa de interés existente en el mercado en el momento de la valoración.

Cuando tenemos un conjunto de proyectos se debe calcular el Van para cada uno de ellos. Si el resultado es positivo quiere decir que los ingresos estarán por encima de los gastos y será un buen candidato. Al contrario, si el VAN es negativo tendrá una alta probabilidad de ser descartado. Una vez calculado el Van para cada uno de los proyectos y después de haber sido ordenados de mayor VAN a menor se elegirá aquellos con mayor VAN hasta completar el presupuesto disponible.

$$VAN = -A + \frac{F1}{(1+r)} + \frac{F2}{(1+r)^2} + \frac{F3}{(1+r)^3} + \dots + \frac{Fn}{(1+r)^n}$$

Ecuación1: VAN

Siendo

A: inversión inicial

Fn: flujo neto de caja para cada periodo correspondiente.

r: tasa de descuento

El carácter temporal que queda reflejado en los flujos de caja es una de las principales ventajas. Sin embargo, también tiene algunos inconvenientes como que se desconocen los ingresos y los gastos a lo largo de los años que engloba a los años del proyecto. Una estimación puede ser ajustada pero aun así no será un dato real.

Tasa Interna de Retorno (TIR)

Este método viene precedido por la anterior metodología ya que se debe calcular la tasa que deseamos para que el VAN sea 0 o que el cash flow sea nulo, que es lo mismo que lo anteriormente dicho.

$$VAN = 0 \leftrightarrow -A + \frac{F1}{(1 + TIR)} + \frac{F2}{(1 + TIR)^2} + \frac{F3}{(1 + TIR)^3} + \dots + \frac{Fn}{(1 + TIR)^n} = 0$$

Ecuación 2: TIR

Siendo

A= inversión inicial

Fn= flujo neto de caja para el periodo correspondiente

TIR: tasa interna de retorno

Cuando tengamos una cartera de proyectos y hayamos calculado el TIR de cada uno de los proyectos tendremos que compararlo con el coste de financiación del proyecto que debería coincidir con la tasa de mercado empelada para el cálculo del VAN.

Es por eso que si:

$TIR \geq r1 \rightarrow$ *Aceptaríamos el proyecto inicialmente*

$TIR \leq r1 \rightarrow$ *Rechazaríamos el proyecto inicialmente*

La aceptación del proyecto tendrá que pensarse ya que se suele compararse la tasa del mercado con la tasa que hemos obtenido al calcular la TIR. Esta comparación es muy fuerte ya que la tasa es una rentabilidad relativa de la inversión total. Una vez hecha esta reflexión elegiremos los proyectos de mayor a menor TIR, teniendo en cuenta los recursos que tenemos disponibles.

Periodo Mínimo de Recuperación

Este método, por definición, nos da la medida del tiempo que tarda el proyecto en dar beneficios una vez hemos recuperado por completo la inversión que se hizo en un primer momento. El periodo mínimo de recuperación es cuando el cash Flow de un proyecto llega a ser positivo.

Igual que el VAN y el TIR tendremos que calcular el Periodo Mínimo de Recuperación para cada uno de los proyectos que queramos seleccionar y como expresa una medida de tiempo elegiremos el proyecto con una duración menor pues antes obtendremos beneficio.

Ratio Beneficio-Coste (BCR)

Esta técnica se basa en realizar una compasión entre el valor actual de los costes del proyecto con el valor actual de los ingresos. Esto queda reflejado en la siguiente fórmula:

$$BCR1 = \frac{VAIngresos}{VACostes}$$

Ecuación 3: BCR

Siendo:

VAIngresos: el valor de los ingresos llevados al momento actual.

VACostes: el valor de los costes llevados al momento actual.

Para poder comparar los gastos con los ingresos tendremos que traer al momento del análisis los flujos de caja. Este ratio cuanto mayor sea tendrá mejor valoración. El límite inferior vendrá determinado por la unidad. Para seleccionar un proyecto veremos si el ratio es mayor que la unidad y si el VAN es positivo. De otro modo si el VAN resulta ser negativo o el ratio, como ya hemos explicado antes, es menor que la unidad el proyecto se optaría por rechazar.

$$VAN \geq 0 \text{ ó } BCR \geq 1 \rightarrow \text{ < Aceptamos el proyecto}$$

$$VAN < 0 \text{ ó } BCR < 1 \rightarrow \text{ < Rechazamos el proyecto}$$

Una de las principales desventajas es el valor relativo de los ratios ya que es solo fruto de un solo cálculo.

Una vez explicadas con cierto detenimiento estas cuatro técnicas que se expresan en medidas de beneficio, hay que añadir que no tienen por qué dar el mismo resultado, aunque pueden darse de que den el mismo resultado.

Las herramientas explicadas anteriormente tienen como ventaja principal que son fáciles de calcular y que son fáciles de comprender para los decisores y gerentes de las empresas. Como principales desventajas a nivel global aparecen las siguientes:

1. Las decisiones se toman sin tomar en cuenta todas las características que toman partido en la puesta en marcha de los proyectos a seleccionar. Por ejemplo, no se contempla la utilización de los recursos que no son líquido u otras restricciones.
2. El aspecto económico (aspecto cuantificable) es el único que queda claro en este tipo de indicadores que son difíciles de cuantificar (cualitativos).
3. Mucha información es estimada ya que no se dispone de la información que se requiere en el momento en el que se quiere calcular.
4. Existe una dificultad a la hora de elegir una tasa de descuento adecuada en el periodo en el que se escoge. La imperfección del mercado hace que sea muy complicado escoger una tasa adecuada.

5.1.2 Modelos de teoría de la decisión: tablas y árboles de decisión

En comparación con el bloque expuesto estos modelos tratan de escoger un proyecto analizando las probabilidades de ocurrencia para los criterios que pueden afectar a la decisión. Toda esta metodología se basa en la Teoría de la Probabilidad. Es por ello por lo que habrá que modelar cada proyecto mediante una distribución probabilística que se apoyará con el Teorema de Bayes.

Tablas de decisión

Para evaluar los distintos proyectos recurriremos a una tabla o matriz donde las líneas sean los distintos proyectos y las columnas como estados posibles. Así asignaremos las utilidades para cada proyecto en cada estado que puede adoptar cada uno.

Tabla 6: Tabla genérica de la Teoría de la Decisión

	Estado 1	Estado 2	...	Estado m
Proyecto 1	$U(p1, \theta1)$	$U(p1, \theta2)$		$U(p1, \theta m)$
Proyecto 2	$U(p2, \theta1)$	$U(p2, \theta2)$		$U(p2, \theta m)$
...				
Proyecto n	$U(pn, \theta1)$	$U(pn, \theta2)$		$U(pn, \theta m)$

Cuando tengamos la tabla completa habrá que evaluar todas las alternativas que tenemos y para evaluarlas tendremos que asignar en primer lugar una probabilidad de ocurrencia a todos los estados posibles para que después podremos calcular la utilidad esperada a todas las alternativas siguiendo la siguiente expresión:

$$\sum_{j=1}^m b_j u(p_i, \theta_j) = E [u(p_i)]$$

Ecuación 4: Calculo de la utilidad esperada

Siendo:

m: estados posibles

b_j : probabilidad de ocurrencia de cada posible suceso

p_i : proyecto i

θ_j : estado de un proyecto

Como es obvio elegiremos aquellas alternativas que tengan la máxima utilidad esperada. Las tablas de decisión son una forma básica de representar una problemática de decisión. Este tipo de tablas tiene ventajas ya que se pueden convertir en una representación gráfica como los árboles de decisión. Es por eso que los árboles son conocidos y ampliamente utilizados ya que matemáticamente equivalen a lo mismo a nivel matemático. Todo lo relacionado con los árboles de decisión se explicará en el apartado siguiente Sin embargo tienen algunos inconvenientes como que no admite que una alternativa tenga varios momentos de elección.

Árboles de decisión

Esta técnica fue desarrollada por Leonard Jimmie Savage, estadístico y matemático, que introdujo con su libro “Fundamentos de Estadística” el inicio de la Teoría de la Decisión. Este método tiene su aplicación principal cuando el que toma la decisión, para seleccionar el proyecto, tiene que tomar una serie de decisiones de manera cada dos decisiones sea fruto de una decisión. Es decir, que cada decisión depende de las decisiones que se han tomado de manera previa y cada una de ellas tiene sus estados y probabilidades de ocurrencia.

Así, de esta manera se evaluaría cada rama del árbol de decisión en función, como ya hemos dicho, de la probabilidad de ocurrencia. El cálculo se realizará siempre de atrás hacia delante que es lo mismo que desde las hojas hacia la raíz del árbol. En definitiva, las últimas decisiones son analizadas primero determinando las decisiones anteriores que han sido fruto de obtener la máxima utilidad esperada.

Algunos trabajos de selección de proyectos aplicados son los de Gear y Lockett (1973) o Martino (1995) o Hess (1993).

El principal punto a favor de esta metodología es que es una herramienta muy gráfica teniendo una visión longitudinal. Por otro lado, uno de los inconvenientes es que se requiere mucho tiempo para su tomar una decisión cuanto mayor sea el problema ya que se tiene que evaluar todas las alternativas posibles con sus probabilidades.

Hasta este punto y una vez analizados los dos bloques hemos sido capaces de elegir entre un conjunto de proyectos candidatos pero ambas metodologías tienen un fuerte carácter por su vertiente económica del problema. Es por eso que durante los años 70 y 80 empresas buscaron otras vías para seleccionar y evaluar sus carteras de proyectos con el fin de que incluyeran características no cuantificables económicamente.

5.1.3 Métodos basados en pesos y ordenación (Ranking)

Estos métodos tratan de establecer una jerarquía u orden entre los proyectos. Este orden se realiza en función de unos criterios que el decisor cree o ha establecido que son convenientes y que tendrá en cuenta para poder decidir qué proyectos escoger. Las metodologías más comunes son el scoring y los métodos comparativos.

Modelos comparativos

Como bien dice el nombre del capítulo son aquellos modelos que comparan un candidato con los otros proyectos alternativos.

Dominancia

La dominancia consistirá en jerarquizar los proyectos según unos criterios y en concreto lo hará viendo si domina un proyecto sobre otro. Siguiendo este método se verá cual es el proyecto que domina a todos. Las ventajas de esta técnica se basan en la facilidad de entender el concepto de dominar ya que se realiza siempre una comparación dos a dos.

Sin embargo, podemos ver que a pesar de su simplicidad cuando tenemos una cartera de proyectos bastante amplia su complejidad crece también. El tiempo empleado para realizar la dominancia crecerá de manera proporcional al número de proyectos que componen nuestra cartera. Pero no solo el tiempo es un problema sino que también existirá proyectos con las mismas valoraciones y entonces tendremos que utilizar otra técnica para poder ordenarlos. Otro inconveniente es que no podemos encontrar con la dificultad de encontrar criterios que puedan comparar dos proyectos.

Modelos de scoring

Este tipo de modelos se basan en expresiones matemáticas que generan una puntuación para cada uno de los proyectos. Al igual que en la dominancia, al ser un método de comparación, también tendremos N criterios. La diferencia radica en que los factores están ponderados de manera que obtendremos la importancia relativa de cada criterio con respecto al resto.

Los modelos más comunes dentro de este bloque son:

- a) Checklist
- b) Modelo de scoring tradicional
- c) Análisis de utilidad multiatributo (MAUT)
- d) Proceso analítico jerárquico (AHP)

Checklist

La cartera de proyectos es evaluada según N criterios. La importancia de cada criterio es la misma de tal manera que si un proyecto cumple con el criterio se le puntuará con un 1 y si no cumple con el criterio se le puntuará con un 0. La puntuación de cada proyecto será la suma de todas las valoraciones.

Tabla 7: Tabla ejemplo de checklist

Criterios	Si	No
Criterio 1	1	0
Criterio 2	0	1
...
Criterio n	1	0
TOTAL	2	1

Este análisis se debe realizar para todos los proyectos que se encuentran dentro de la cartera. Podemos encontrarnos con proyectos que tengan la misma puntuación y esto es un inconveniente porque no podremos decidir cuál es mejor que el otro. Sin embargo la simplicidad de esta técnica hace que se puedan seleccionar proyectos de manera adecuada contemplando no solo aspectos económicos.

Modelos de scoring tradicional

Este modelo funciona de una forma similar al anterior con la particularidad de que este modelo permite una ponderación a cada uno de los criterios en función de su importancia respecto al resto de los criterios. Sabiendo esta peculiaridad también se calcularía la puntuación de cada proyecto mediante una expresión matemática.

$$M_i = \sum_{j=1}^n w_j s_{ij}$$

Ecuación 5: Puntuación para cada proyecto

Siendo:

M_i: La puntuación total.

W_j: ponderación de cada uno de los criterios.

S_{ij}: valoración que se concede al proyecto i bajo el criterio j.

La suma de todos los valores que componen los criterios permite hacer una buena valoración. Es importante que las puntuaciones se normalicen para evitar que haya problemas de escala.

Una de las ventajas que encontramos a este modelo es que el problema se trata de adecuar tanto a aspectos cualitativos y a cuantitativos, de manera que logramos un análisis mas detallado de cada

uno de los proyectos. La importancia relativa que damos a cada uno de los criterios establecidos hace que no todos tengan el mismo peso y que junto con su fácil cálculo se puedan tomar decisiones de manera eficaz.

Sin embargo, como todo método tenemos algunos inconvenientes como que las decisiones no tienen en cuenta algunas restricciones importantes como puede ser los recursos que tenemos disponibles para ese periodo. Otro inconveniente que vemos es no somos capaces de valorar que por tener un proyecto dentro de nuestra cartera, se podrían dar sinergias entre ellos.

Análisis de utilidad multiatributo

El punto de partida de este método es el de maximizar siempre que se pueda la utilidad, es decir, se guiará por el proyecto que le genere más satisfacción. Sin embargo, deberá tener en cuenta los criterios correspondientes a la toma de decisiones. Es por ello por lo que será necesario tener una función de utilidad total calculada con las utilidades parciales de cada una de las alternativas para cada criterio. Con esto, se presentará un valor para cada proyecto y se podrá ordenar con facilidad.

Esta metodología tiene dos pasos. El primero de ellos será calcular las utilidades parciales. Este cálculo se hará en proporción directa a la satisfacción de cada una de las alternativas según esos criterios. El segundo paso será agregar esas utilidades parciales que han sido ya calculadas para obtener una utilidad global y poder así ordenar los proyectos.

AHP (Proceso analítico jerárquico)

Esta metodología será la que trataremos con más profundidad ya que es la herramienta utilizada en el caso práctico expuesto en los siguientes capítulos. Sin embargo haremos un desarrollo más detallado en uno de los capítulos de este TFG y ahora resumiremos un poco esta herramienta. La técnica fue desarrollada por Saaty en 1980 y que trata de comparar las alternativas que tenemos mediante tres principios fundamentales. El primero es la evaluación, el segundo es la selección y el tercero es la jerarquización.

El artículo escrito por Cho y Kwon (2004) desarrolla tres pasos bien claros para desarrollar este proceso. El primero de ellos es desarrollar una estructuración del problema quedando en la parte baja de la estructura las alternativas o proyectos que tenemos en nuestra cartera. En el medio estarían los criterios que regirán la toma de decisiones y en la cúspide o parte alta de la estructura estarán los objetivos que se buscan.

En cada uno de los niveles, una vez hecha ya la estructura en cada nivel haremos comparaciones dos a dos respecto al elemento que tenemos justo encima nuestro. De este modo obtenemos pesos locales que servirán para comparar criterios y una serie de preferencias que nos servirán para comparar alternativas. El valor de estos pesos se hace mediante un cálculo matemático.

Después tendremos que sintetizar la información que hemos obtenido y calculad. Para ello será necesario obtener una suma ponderada entre las preferencias y los pesos locales. Una vez hayamos hecho todo esto habremos obtenido los pesos globales servirán para jerarquizar todas las alternativas que tenemos.

5.2 Técnicas de programación matemática

Entramos en un nuevo bloque que no tiene nada que ver con los anteriores no por su aplicación sino por la forma en que se desarrolla la metodología. Una de las principales diferencias es que nos permite establecer un horizonte temporal además de tener restricciones que no están relacionadas con lo económico o financiero sino que pueden tener otro carácter como las interrelaciones entre distintos proyectos. De este modo podremos obtener una o varias soluciones que sean óptimas de la función objetivo y que cumplan con las restricciones establecidas.

5.2.1 Programación monobjetivo

Esta metodología se empezó a utilizar de modo general alrededor de los años 80 y 90 ya que es un método que permite contemplar más características para poder seleccionar un proyecto de una cartera de una empresa.

Con los estudios de programación Lineal Monobjetivo Discreto se empezó por hacer que uno de los valores de los proyectos fuera óptimo. Para esto se elabora una función objetivo que está limitado por unas restricciones y esos valores no pueden superarlas si quieren ser óptimas.

En este tipo de programas se establece que los proyectos no sean divisibles. Las variables de decisión se deberán de expresar en modo binario. Se pondrá un 1 si el proyecto entra en la cartera y un 0 si no entra. Con esto conseguimos que un proyecto no sea fraccionable. Este método tiene una fuerte estructura matemática.

Para empezar deberemos establecer una función objetivo:

$$\text{Max (Min)} f(x) = a_1x_1 + a_2x_2 + \dots + a_lx_l$$

Ecuación 6: Función monobjetivo

Sujeto a:

$$x \in B$$

$$x_i \in \{0,1\}, i = 1,2, \dots, l$$

Ecuaciones de la Programación Lineal Monobjetivo

Siendo:

$A = (a_1, a_2, a_3)$ los coeficientes de la función objetivo

x : vector de las variables que deciden si entra o no un proyecto en la cartera

B . conjunto de oportunidades

Una de las ventajas que presenta dicha metodología es su sencillez en el desarrollo. Un inconveniente que presenta esta herramienta, al igual que otras expuestas anteriormente, es que al aumentar el número de proyectos que tenemos en nuestra cartera el desarrollo matemático será mayor y por tanto más engorroso de desarrollar. Tener muchas restricciones que se tienen que cumplir junto con la gran cantidad de estas hará que su capacidad de resolución pueda no resultar del todo eficiente.

5.2.2 Programación multiobjetivo

La herramienta anterior era el preámbulo de esta ya que a durante los años 90 se vio que presentaba algunos errores de concepto. El principal era que la empresa no podía calcular cada vez un solo objetivo ya que el gerente no deseaba tener solo un objetivo en mente. Esto hizo que se desarrollara un programa matemático que pudiese albergar una estructura que contemplara varios objetivos ya que por lo que se vio se asemeja más a la realidad. Así nace la programación multiobjetivo que se puede representar de la siguiente manera:

Como en el modelo anterior partiremos de una ecuación función objetivo:

$$\text{Opt } F(x) = (f_1(x), f_2(x), \dots, f_I(x))$$

Ecuación 7: Función multiobjetivo

Sujeto a

$$x \in B$$

$$x_i \in \{0,1\}, i = 1,2, \dots, I$$

Ecuaciones de la Programación Multiobjetivo

Siendo:

$f_1(x), f_2(x), \dots, f_I(x)$ las diferentes funciones objetivo

x : vector de las variables que deciden si entra o no un proyecto en la cartera

B . conjunto de oportunidades.

Que todos los criterios sean óptimos es imposible pues lo más probable es que a la hora de optimizar uno entre en conflicto con otro criterio o restricción. Mejorar en algún criterio puede significar tener que empeorar en algún criterio.

Un problema, o un punto bueno, que nos podemos encontrar es que podemos tener un número elevado de soluciones que cumplan. Aunque no podemos establecer un orden tan claro como en otras técnicas sí que podemos dar poder de decisión a las personas encargadas.

Los problemas que han sido planteados a la programación monobjetivo son extrapolables a la programación multiobjetivo también. Es por eso que se empezaron a desarrollar heurísticas que nos dan soluciones aproximadas ante problemas de mayor envergadura. Carazo (2008) lo explica en Scatter Search for Project Portfolio Selection.

5.2.3 Programación por metas

Este tipo de programación se plantea desde un punto de vista distinto o manera de afrontar la problemática ya que ahora los indicadores vendrán determinados por unos niveles impuestos que generarán satisfacción en los decisores.

Los niveles serán establecidos de manera que generen metas. El objetivo será encontrar alguna solución que pueda completar todos los niveles ya que en consecuencia también completará las metas establecidas.

La función objetivo empelada puede ser igual a 0 donde cuando se de los valores sabemos que se alcanzan todos y cada uno de los niveles. Si la función objetivo fuera distinto de 0 no podremos tener una solución perfecta, sino que obtendremos una solución aproximada.

Su versatilidad, junto con su pragmatismo, a la hora de tomar decisiones en campos muy distintos hace que se haya desarrollado mucho en la empresa. Schniederjans y Wilson(1991) o Santhanam y Kyparisis (1995) han sido autores que han desarrollado esta herramienta.

Sin embargo, y por ser críticos con todas las herramientas que estamos presentando en este trabajo, podemos ver que se puede presentar la problemática de que los decisores tienen que saber qué nivel de aspiración quieren asumir para poder calcularlo y eso es complicado por la incertidumbre del mercado o porque los contextos a veces no son tan exactos y menos antes de empezar un proyecto nuevo.

5.3 Otras técnicas

Dentro de este análisis de distintas herramientas para seleccionar proyectos hemos creído conveniente nombrar el análisis clúster que aunque no es una técnica de selección exclusivamente sí que se ha empleado cuando hemos tenido que seleccionar un bloque de proyectos y no proyectos de manera individual.

Análisis clúster

El análisis clúster o análisis de conglomerados consiste en hacer grupos de proyectos en base a unos atributos establecidos siendo estos grupos lo más parecidos posibles. La pregunta que cómo hacer los grupos de manera homogénea se responde con las leyes de la estadística y midiendo la distancia que existe entre los proyectos para intentar maximizar esa distancia entre los grupos y minimizando entre los componentes del grupo.

La herramienta consiste en aplicar 3 pasos:

1. Elegir los criterios que utilizaremos para discriminar los proyectos.
2. Elegir la distancia entre los candidatos para hacer una matriz de distancias para cada par de proyectos.
3. Una vez hecha la matriz de distancias intentaremos los proyectos.

En resumen, esta técnica nos permite agrupar un conjunto de proyectos en grupos homogéneos en base a unos criterios, pero no nos permitirá elegir qué proyectos elegir dentro de cada grupo, es decir, no existe un orden dentro de un grupo.

Uno de los inconvenientes que encontramos a esta metodología es que no se pueden establecer restricciones, sino que solo agrupa a proyectos de características parecidas. Otra desventaja es que sus resultados pueden ser poco precisos cuando los criterios son muchos.

Dentro de las ventajas que podemos encontrar están la facilidad de agrupar bloques de proyectos y que estos hayan sido seleccionados en base a unos criterios tanto cualitativos como cuantitativos. A nivel general de la empresa saber que grupos de proyectos tenemos puede ser beneficioso para su control y seguimiento y ver si los grupos se adecuan a la visión de la empresa.

Para finalizar este capítulo de análisis de herramientas podemos añadir que los expertos recomiendan utilizar más de una herramienta con el fin de ver si el resultado es más o menos parecido. Actualmente se trabaja no solo en seleccionar proyectos sino gestionar los recursos disponibles y fijar cuando deben empezar los distintos proyectos. Esta situación hace que se asemejen más a problemas multiobjetivo con restricciones de distintas naturalezas que deberán tenerse en cuenta como las interacciones o sinergias entre los proyectos a lo largo de nuestro horizonte de planificación.

6 TÉCNICA DE DECISIÓN MULTICRITERIO AHP.

6.1 Introducción.

Decidir siempre ha sido un problema del ser humano ya que ha tenido que elegir entre diferentes opciones que se le presentan a lo largo de su día. Elegir una alternativa u otra es el pan de cada día de todo ser humano. Las elecciones que hacemos se dirigen a satisfacer por completo o lo más aproximado el problema que se nos ha planteado.

Lógicamente si la elección es sobre muchas posibilidades existe un problema a la hora de decidir. Y también no es lo mismo decidir sobre una cosa baladí o tener que tomar una decisión importante ya que a más complejidad de los problemas más complejidad nos encontraremos a la hora de tomar esa o esas decisiones. Según Dieter (1983) aquellas personas que aceptan la responsabilidad de tomar decisiones sufren una tensión psicológica porque tomar decisiones a veces no es fácil.

Es por ello que surge la Teoría de Decisión con el fin de que las personas no tengan que tomar siempre decisiones de modo instintivo, sino que se puedan dar respuestas de manera más racional y argumentada gracias a un proceso lógico.

La elección de una alternativa necesitará tiempo para poder evaluar si fue correcta o no. Las consecuencias de dicha elección podrán determinarnos si tomamos una buena decisión o no. Sin embargo, no tendremos la seguridad de haber tomado la mejor elección ya que es un escenario hipotético e imaginario el pensar que hubiera pasado si hubiéramos tomado otra decisión.

También debemos considerar acerca del método utilizado para tomar una decisión. La información que disponíamos en aquel momento y los recursos que disponíamos juegan un papel importante ya que suelen ser dos restricciones fuertes en los procesos de selección de alternativas. Por eso, podremos decir que hemos tomado una decisión correcta no únicamente viendo el resultado obtenido sino analizando si el método elegido para la selección ha sido el adecuado. Según León (2001) las características de una buena decisión se podrían resumir en tres características:

- Cuando hemos conseguido el objetivo deseado siguiendo el orden establecido por el método.
- Cuando hemos tenido toda la información relevante de cada una de las alternativas.
- Cuando las preferencias de los decisores o del decisor han sido consideradas.

Una vez hecho este breve análisis de la evolución de la toma de decisiones podemos pensar que los métodos juegan un papel fundamental como herramientas. Sin embargo, debemos considerar también la experiencia que un decisor va ganando a lo largo de su vida con las diferentes decisiones que ha tenido que tomar tanto si han sido correctas como si han sido erróneas. Las herramientas que hemos explicado ayudan al decisor, son un apoyo, pero no son el único argumento que tienen los decisores.

6.2 Conceptos básicos sobre decisión.

Para comprender mejor la teoría de decisión explicaremos a continuación diversos conceptos que se utilizan con normalidad para facilitar la comprensión de los siguientes capítulos.

6.2.1. Decisor/a o unidad decisora.

El decisor o unidad decisora, según Ríos y otros (1989) es aquella persona o grupo que tienen la tarea de tomar la mejor decisión. Actualmente las decisiones las suelen tomar un grupo compuesto por diversas disciplinas. Así obtenemos una mejor perspectiva de las diferentes alternativas. El grupo o cada una de las personas, como hemos explicado antes, recurrirá a su experiencia para intentar tomar la mejor decisión posible.

6.2.2. Analista.

La función del analista no es otra que recoger todas las opiniones de los decisores y juzgarlas con detenimiento y de la manera más subjetiva posible. El analista no debe mostrar su opinión al respecto pues tiene otra función en la toma de decisiones ya que tiene una función de apoyo. De él se espera un análisis de todo lo que se vaya diciendo en las reuniones y trabajos que se lleven a cabo durante la toma de decisiones.

6.2.3. Ambiente o contexto de decisión.

Para tomar decisiones se ha de tener en cuenta el contexto en el que se rodea esa toma de decisiones pues no es lo mismo tomar una decisión de la que dependa quebrar la empresa que otro contexto más tranquilo por la situación que rodea a la empresa. Cada ambiente tendrá unas características que se deberán de analizar pues afectan a la toma de decisiones.

6.2.4. Criterios: objetivos, atributos y metas.

Un criterio según la RAE es un juicio para discernir, clasificar o relacionar una cosa: ese no es un buen criterio de clasificación. Los juicios los realizaremos sobre parámetros que han sido elegidos por los decisores. Es por eso, que elegir unos buenos criterios es fundamental para elegir la mejor alternativa. Para Romero (1993) el criterio se podría dividir en tres partes: el objetivo, los atributos y la meta.

- El objetivo es al fin al que queremos llegar y que no debemos de olvidar.
- Los atributos son las características que tienen cada una de las alternativas. Lógicamente como cada una de las alternativas posee diferentes características tendremos un resultado distinto dependiendo de cuales sean nuestras preferencias.
- Meta: Es aquello que se debe alcanzar.

6.2.5. Pesos.

Los pesos nos determinan la importancia relativa de cada uno de los criterios que han sido establecidos. Se deberá establecer un vector de pesos para los criterios teniendo el vector el tamaño del número de criterios.

No todos los pesos han de tener la misma importancia y aún que sea un peso muy bajo han de tener uno ya que se relacionará los criterios.

Para la asignación de esos pesos existen algunos métodos:

Método de asignación directa. El decisor decide que peso debe dar a cada criterio y lo decide por tasación u ordenación simple o por comparaciones sucesivas.

Método del autovector. Necesitaremos la matriz fruto de la comparación entre criterios para obtener el autovalor dominante. Este autovalor estará en el autovector que servirá para establecer los pesos.

6.2.6. Alternativas o decisiones posibles.

Las alternativas son las diferentes soluciones que serán estudiadas para obtener una solución entre ellas. Las diferentes alternativas podremos agruparlas en un conjunto o vector de tamaño del número de alternativas que tenemos.

En el conjunto de alternativas cada una de ellas ha de ser diferente al resto según su definición ya que al elegir una de ellas hace que no se puedan elegir otra de todas las que se puedan elegir.

6.2.7. Matriz de valoración.

Una vez establecidos los criterios de decisión y los pesos ya tenemos lo necesario para poder empezar a tomar una decisión. Para ello emplearemos una matriz donde cada fila sea una alternativa y cada columna será un criterio establecido. Es necesario mostrar también el peso que el decisor ha dado a cada uno de los criterios remarcándolo encima de cada criterio.

Tabla 8: Matriz AHP

	Peso 1	Peso 2	...	Peso n
	Criterio 1	Criterio 2	...	Criterio n
Alternativa 1	Valoración 11	Valoración 12	...	Valoración 1n
Alternativa 2	Valoración 21	Valoración 22	...	Valoración 2n
...
Alternativa m	Valoración m1	Valoración m2	...	Valoración mn

6.2.8. Solución eficiente.

La solución eficiente es aquella que después de haber estudiado todo no puede ser mejorada respecto a las otras alternativas.

6.3. Clasificación de los problemas de decisión.

6.3.1. Atendiendo al estado del entorno.

Los problemas en los que conocemos el estado de las diferentes alternativas se conocen por estados de certidumbre. En este estado sabemos cuál será el resultado de la elección.

En cambio, si no sabemos con certeza el resultado de la decisión decimos que estamos en un estado de incertidumbre. Por lo tanto, nos basaremos en probabilidades o aproximaciones que nos puedan servir para intentar controlar los resultados de esa elección.

6.3.2. Atendiendo al número de criterios de decisión.

Los problemas que se basan en un único criterio se llaman monocriterio y los que se basan según un número de criterios se llaman problemas de decisión multicriterio.

6.3.3. Atendiendo a las características de la unidad decisora.

Si solo participa una única persona en la toma de decisiones se dice que es un experto mientras que si es un grupo se le llama a la unidad decisora multiexperta por el hecho de tener más información en cuanto más opiniones surgen en la toma de decisiones. A pesar de ser varios los que pueden llegar a formar parte del grupo la decisión viene de la unidad.

6.4. Principales métodos de decisión multicriterio discreto.

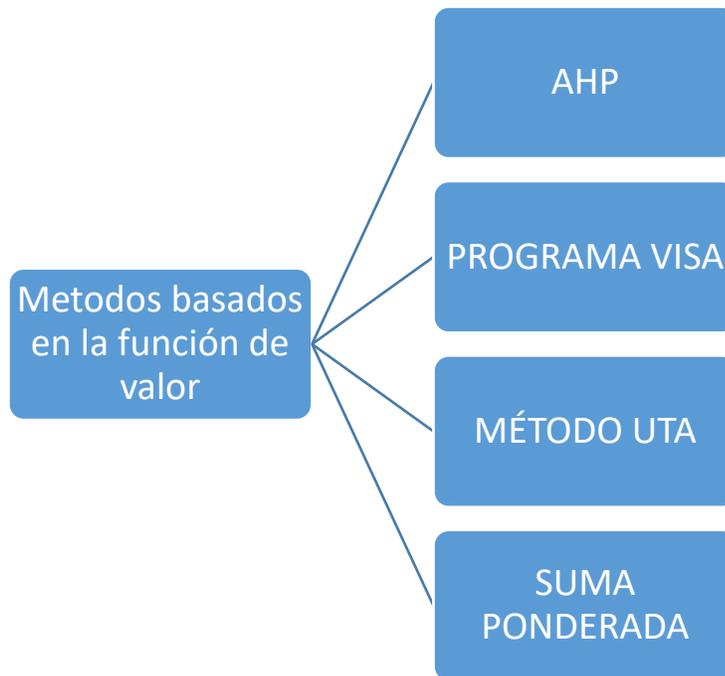
Los métodos de decisión multicriterio discretos se emplean cuando el número de alternativas es razonable, es decir, no son muchas alternativas. Dentro de este grupo podemos distinguir tres bloques que pasaremos a definir a continuación:

- Los métodos integrados dentro de la teoría de la utilidad multiatributo. Su característica principal es el uso de una función de utilidad que habrá que maximizar. Esta función contiene todos los criterios establecidos.

Se llamará función de valor cuando estemos en un entorno de certidumbre y el problema sea discreto. Dentro de la función de valor podemos encontrar los métodos de la suma ponderada, el programa VISA y el método UTA. En este apartado situaremos también el Proceso Analítico Jerárquico o AHP.

- Los métodos de la Escuela Francesa. Lo característico de esta familia es que pretende resolver los problemas que surgen de la creación de la función de valor. Los métodos Electre y el Promethee son los más conocidos dentro de esta familia.
- Los métodos interactivos. Este último bloque tiene en común que están en continuo contacto con el decisor con el fin de que con cada interacción se vaya avanzando hasta tomar una buena decisión.

6.4.1. Métodos basados en la función valor.



6.4.2. El proceso analítico jerárquico.

6.4.2.1. Introducción

La metodología del Proceso Analítico Jerárquico propuesto por Saaty en los años 70 está basada en tomar una decisión mediante varios criterios y para ello deberemos jerarquizar los problemas que surgen al aplicar este método.

El espectro de esta metodología abarca muchas situaciones desde una decisión acerca de que herramienta utilizar hasta marcar la dirección estratégica de una empresa. Algunas características de este método son las siguientes:

- Sirve para cualquier escenario con distintos criterios, con distintos entornos que puedan afectar a una situación y con varias personas que interfieren en la toma de decisiones.
- Sirve para emplear tanto aspectos cuantitativos como cualitativos haciendo que la incertidumbre y las diferentes opiniones puedan ser consideradas.

- Se expresará todos los aspectos en base matemática.
- La jerarquía en esta metodología es una de las características principales ya que de como estén ordenados los distintos elementos influirá en la decisión. En la parte más alta estará el objetivo al que queremos llegar y en la parte más baja de nuestra jerarquía estarán las alternativas que barajamos para la toma de decisiones. En la parte central de la jerarquía estarán los criterios que determinemos para valorar esas alternativas.
- Otra característica esencial son las comparaciones pareadas que se realizan en cada uno de los niveles de la jerarquía. Al depender de las relaciones establecidas con el nivel inmediatamente superior se podrán obtener unas puntuaciones y con esas puntuaciones y con las comparaciones podremos obtener unos pesos para establecer las prioridades.

6.4.2.2. Axiomas básicos.

Vargas (1990) en su estudio definió los siguientes axiomas que sustentan la teoría del AHP:

- Axioma de las expectativas: “Para el propósito de la toma de una decisión, se asume que la jerarquía es completa”.
- Axioma de homogeneidad: “Las preferencias se representan por medio de una escala limitada”.
- Axioma de comparación recíproca: la unidad decisores mediante la comparación dos a dos establecerá una puntuación que debe ser recíproca si se realiza la comparación contraria.
- Axioma de independencia: los criterios son independientes de las características de las alternativas.

6.4.2.3. Metodología del Proceso Analítico Jerárquico.

El método desarrollado por Saaty se divide en cuatro etapas:

1. Etapa de modelización donde construimos el modelo. Para ello es necesario establecer la jerarquía y reflejar todos los aspectos o puntos importantes que puedan afectar al proceso a la hora de tomar una decisión.
2. Etapa de valoración. Se construyen las matrices que se elaboran con las preferencias de los decisores con las comparaciones dos a dos.

3. Etapa de priorización y síntesis. En esta etapa se forman las diferentes prioridades para resolver el problema. Estas han sido establecidas fruto de las decisiones de la unidad decisora con toda la información que tiene a su disposición. Estas se representan con una escala en la que se pueden ver tres modelos distintos de prioridades.
 - a. Prioridades locales que son aquellas que dependen de un nodo común.
 - b. Prioridades globales que muestran la importancia de cada uno de los elementos respecto a la meta global.
 - c. Prioridad final o total fruto de juntar las prioridades globales que encontramos para una misma alternativa.
4. Etapa de Análisis de sensibilidad. Una vez obtenidos los resultados del modelo se realiza un análisis de sensibilidad para asegurarse de que los resultados son buenos.

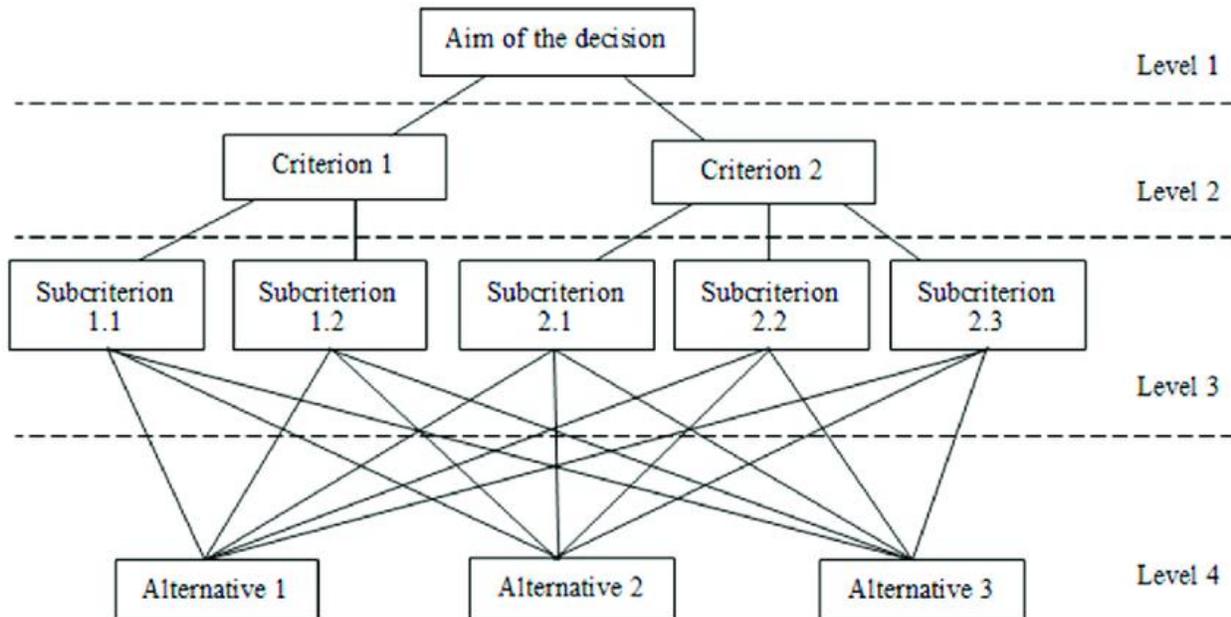
Ahora desarrollaremos esas etapas en pasos con el fin de describir con mayor detalle la metodología AHP.

- Paso 1: Estructurar el problema en una jerarquía.

Lo primero que debemos hacer es identificar las alternativas, los criterios y los objetivos para plantear un árbol de jerarquía. Este árbol no sirve para la metodología sino que es una ayuda visual a la hora de aplicar el modelo y tener una perspectiva global del problema.



Ilustración 9. Ejemplo de AHP (1)



Il·lustraci3n 10: Jerarquia de AHP (2): https://www.researchgate.net/figure/Hierarchical-structure-in-the-analytic-hierarch-process-AHP-method-Comparison-of_fig1_305678199

Con este ejemplo podemos ver las partes b3asicas del problema con el fin de que queden definidos de manera clara.

Tabla 9: Niveles de la estructura AHP

Objetivos Principales	Nivel 3	Objetivos definidos en cada problema
Criterios y subcriterios	Nivel 2	Criterios que el decisor tiene que tener en cuenta
Alternativas (Proyectos)	Nivel 1	Alternativas concretas que entran en el proceso

En la parte m3as alta del 3rbol se sitúa el objetivo del proyecto o la meta que queremos alcanzar y por eso podríamos decir que tomar la decisi3n adecuada estar3 sujeta a obtener la mayor satisfacci3n del objetivo establecido con las alternativas que tenemos.

En el nivel inferior a la meta u objetivo tenemos los criterios que el decisor ha establecido para poder tomar una buena decisi3n. Como hemos dicho antes, es fundamental una buena selecci3n

de criterios para tomar una buena decisión ya que no nos sirven cualquier criterio. Estos a veces pueden resultar difícil ya que identificar el atributo clave puede no ser inmediato.

El último nivel determina las diferentes alternativas que tenemos y sobre las que debemos decidir con cual nos quedamos.

- Paso 2: Implementación de las prioridades entre los criterios

El objetivo principal de este paso es calcular un vector de pesos que representa la importancia relativa que la unidad decisora o el decisor establece a cada criterio.

Para establecer un valor a los criterios elegidos se pueden utilizar dos estrategias. La primera de ellas es la asignación directa que da un valor de una escala que ha sido definida. La segunda de ellas es la asignación indirecta que vendrá por comparaciones entre los criterios.

En la asignación directa el decisor dará un valor, según su opinión, de la escala que hemos establecido. Algunos ejemplos los podemos encontrar en la siguiente tabla donde añadimos la escala de Saaty, que será la que empleemos en nuestra metodología, que explicaremos más adelante.

Tabla 10: Escala para establecer las estimaciones

Valoración cualitativa	ESCALA DE SAATY	ESCALA SIMPLE
Muy débil	1	1
Débil	3	2
Moderada	5	3
Fuerte	7	4
Muy fuerte.	9	5

Después de saber que escala o cómo vamos a asignar los valores la unidad decisora comparará los criterios para establecer las prioridades que para los decisores deberían de tener cada uno de los criterios. Estas comparaciones se deberán expresar en una matriz “W” para obtener el vector de prioridades $\vec{w} = (w_1, w_2, w_3, \dots, w_n)$. La matriz y el vector se obtendrían de la siguiente ecuación:

$$\begin{pmatrix} w_1/w_1 & \dots & w_1/w_n \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ w_n/w_1 & \dots & w_n/w_n \end{pmatrix} x \begin{pmatrix} w_1 \\ \dots \\ w_n \end{pmatrix} = \mu x \begin{pmatrix} w_1 \\ \dots \\ w_n \end{pmatrix}$$

Ecuación 8: Calculo del vector de prioridades

Para poder hallar el vector \vec{w} tendremos que normalizar la suma de cualquier columna de la matriz “W”. Esta matriz tiene una característica concreta y es que su rango es 1. Esto se debe a que cada una de las filas es múltiplo de la primera fila. Por eso tiene un autovalor distinto de 0 y la dimensión de esta matriz es la misma que el autovalor que buscamos.

Para obtener el vector tendremos que normalizar cualquier columna de la matriz ya que cada columna, por lo que hemos explicado, múltiplo constate de ese vector.

Una vez sabemos esto tendremos que saber los valores de la matriz. Para eso deberemos saber cómo el decisor establece los valores de comparación. En esta metodología se suele utilizar la asignación indirecta y para ellos utilizaremos la escala de Saaty. Las diferentes valoraciones entre las comparaciones dos a dos se pueden ver en la siguiente tabla.

Tabla 11: Escala de Saaty (T.L.Saaty 1997)

ESCALA DE SAATY PARA LAS COMPARACIONES DOS A DOS	
Escala numérica	Concepto
1	La importancia de los criterios es la misma
3	La importancia de un criterio es ligeramente superior al otro
5	Uno de los criterios es más favorecido que el otro
7	Un criterio domina sobre el otro
9	La importancia de este criterio es extrema respecto al otro
2,4,6,8	

Uno de los principales axiomas que posee la metodología AHP es que el elemento menor tiene el valor inverso al mayor. Por ejemplo, si “x” es el número de dominancia de un elemento sobre otro y será “x⁻¹” como es dominada la contraria sobre el otro.

Para establecer los pesos de cada uno de los criterios hace falta además de la escala, una matriz que servirá para representar la prioridad relativa entre dos criterios. Estas comparaciones entre las alternativas según dos criterios deberán hacerse según el objetivo final del problema.

La matriz de comparación entre dos criterios se puede representar de la siguiente manera.

$$R = \begin{pmatrix} 1 & r_{12} & \dots & r_{1n} \\ r_{21} & 1 & \dots & r \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ r_{n1} & r_{n2} & \dots & 1 \end{pmatrix}$$

Ecuación 9: Matriz de comparación entre dos criterios

El decisor debe tener cuidado en las comparaciones ya que el autovalor que obtendremos de la matriz no representa la realidad y la inconsistencia de una matriz hace que no se pueda realizar la metodología de manera correcta.

Por eso deberemos comprobar la consistencia de cada una de las matrices siguiendo la siguiente expresión:

$$r_{ij} \times r_{jk} = r_{ik} \forall i, j, k$$

Ecuación 10: Cálculo de consistencia

Existen otros métodos para comprobar la inconsistencia de la matriz utilizando otros métodos como la siguiente expresión:

$$R \vec{w} = \lambda_{max} \times \vec{w}$$

Ecuación 11: Cálculo de consistencia

La consistencia de la matriz será mayor cuanto más cerca esté λ_{max} de n .

Otro método que nos puede servir para la valorar la consistencia de las matrices es mediante el cálculo del índice de consistencia (CI) que se puede calcular con la siguiente ecuación:

$$CI = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1}$$

Ecuación 12: Cálculo del índice de consistencia

El Índice de consistencia aleatorio es el índice de consistencia aleatorio medio obtenido con la simulación de 100000 matrices recíprocas generadas de manera aleatoria utilizando la escala de Saaty.

El índice de consistencia aleatorio (RI) se presenta en la siguiente tabla.

Tabla 12: Tabla RI en función de la dimensión de la matriz (n) T.L Saaty 1997

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9
RI	0	0	0,525	0,882	1,115	1,252	1,341	1,404	1,452

Para obtener el ratio de consistencia (CR) dividiremos el índice de consistencia (CI) calculado entre el índice de consistencia aleatorio (RI).

$$CR = \frac{CI}{RI}$$

Ecuación 12: Ratio de consistencia

Una vez calculado este cociente podremos afirmar que una matriz es consistente si el ratio es igual o menos a 0,10. Si se cumple el autovector obtenido será correcto.

- Paso 3: Establecimiento de las prioridades globales y locales entre los subcriterios

Los subcriterios aparecen si al realizar el árbol jerárquico quisiéramos descomponer cada uno de los criterios en varios subcriterios, añadiendo un nuevo nivel. Lógicamente si los utilizamos deberemos calcular el vector asociado a dichos subcriterios respecto al criterio del que parten.

El modo de calcularlo es el mismo que hemos explicado y se deberán hacer comparaciones dos a dos entre estos siempre que pertenezcan al mismo criterio.

Una vez tengamos la importancia relativa de cada uno de los criterios respecto al objetivo, así como de los subcriterios al criterio deberemos calcular la importancia global. Este cálculo es el producto entre los diferentes pesos de criterios y subcriterios que hay en la jerarquía. Este cálculo se denomina composición jerárquica.

- Paso 4: Establecimiento de las prioridades entre las alternativas

Una vez tengamos todas las valoraciones entre los distintos criterios y subcriterios, si los hubiera, pasamos a valorar las alternativas con el fin de establecer las prioridades locales. Para criterio o subcriterio elaboramos una matriz de juicios que compare dos a dos para cada una de las alternativas. Estableceremos prioridades para cada una de las alternativas según el criterio que se esté utilizando. La escala que utilizaremos será la misma que hemos empleado en los apartados anteriores.

Una vez tengamos ya la matriz tenemos que calcular el autovalor máximo junto con el vector propio asociado y estudiar la consistencia de la matriz mediante el cálculo del índice de consistencia. Este paso es parecido a los anteriores si se cumple la consistencia de los anteriores.

Una vez comprobada la consistencia de la matriz calculamos el autovalor máximo y el vector propio asociado. Este paso es parecido a los anteriores y obtendremos el vector de pesos locales. Una vez hecho este paso obtendremos la llamada Matriz de Valoraciones-

Tabla 13: Matriz de valoraciones

	w1	w2	...	wn
	C1	C2	...	Cn
A1	x11	x12	...	x1n
A2	x21	x22	...	x2n
...
Am	xm1	xm2	...	xmn

Siendo:

W= (w1,w2,...,wn) el vector de pesos según los criterios y subcriterios

A: alternativas

C: cada uno de los criterios

Xij: valor del autovector para la alternativa i según el criterio j

- Paso 5. Establecimiento de las prioridades totales asociadas a cada alternativa

Es este último paso antes del análisis de sensibilidad. Tenemos ya la matriz con toda la información y para obtener la solución a nuestro problema deberemos aplicar el método de la suma ponderada ya que Saaty lo utiliza en sus estudios. Podría servir otros métodos explicados con anterioridad.

Hallaremos un vector global que es fruto de agregar las prioridades, las de los criterios como las de las alternativas, que tenemos en la matriz. Este vector tendrá las prioridades totales relacionadas a cada alternativa, que muestra el valor total de cada una de las alternativas tiene para la unidad decisora. Los componentes del vector se pueden calcular de la siguiente manera:

$$p_i = \sum_{j=1}^n (w_j \cdot r_{ij}) \quad i = 1, 2, \dots, m$$

Ecuación 13: Cálculo de los componentes del vector

Siendo:

Wj: los pesos asociados a cada criterio

Rij: componentes de la matriz de valoración con i alternativas y j criterios.

Una vez obtenidos todos los resultados del vector solo faltaría ordenarlos de mayor a menor. El valor más alto representa cual es la mejor alternativa para tomar una decisión acertada.

- Paso 6: Análisis de sensibilidad

El decisor puede analizar el resultado obtenido mediante este tipo de análisis. Para ello cambiaremos levemente la importancia que hemos establecido de los criterios empleados. Este último paso sirve para ver si el resultado obtenido es robusto.

6.4.2.4. Ventajas e inconvenientes del AHP.

Las ventajas que presenta este método son las siguientes:

1. Tiene una fuerte base teórica argumentada que hace que sea una teoría axiomática, evidente e indiscutible.
2. Como se ha podido comprobar en muchos campos tiene uno de los mejores comportamientos prácticos.
3. Los modelos que surgen del AHP son fáciles de comprender, fuertes y a la vez flexibles para todo tipo de problemas.
4. El AHP está capacitado para resolver problemáticas de cierta complejidad.
5. Su estructura jerárquica que muestra una tendencia humana a lo que es la estratificación en niveles y a agrupar los elementos en niveles similares.
6. El modelo AHP otorga al decisor una medición para poder establecer prioridades.
7. Su flexibilidad hace que esta herramienta pueda considerar las prioridades de los elementos haciendo posible que se puede seleccionar la alternativa que mejor convenga según los objetivos del mercado.
8. Es una técnica que mejora al repetir el proceso, es decir, los decisores podrán afinar mejor su definición del problema haciendo un juicio cada vez más preciso mediante la repetición del proceso.

Autores como Liberatore (1987) y Schniederjans y Wilson (1991) han sido expertos que han demostrado las ventajas dichas en el párrafo anterior demostrando que es una técnica buena a la hora de seleccionar proyectos, principalmente dentro del sector industrial.

Pero como debemos ser críticos con las metodologías que hemos desarrollado en este trabajo y aún más si cabe con la que vamos a emplear en nuestro caso, expondremos a continuación una serie de desventajas que puede presentar esta metodología.

1. La escala que se emplea para emitir los juicios en las comparaciones puede no ajustarse a la realidad.
2. Cuantos más criterios tengamos, tendremos más matrices que deberemos comprobar su consistencia. Este proceso puede llegar a ser largo.
3. Si tenemos muchos criterios, alternativas, objetivos... las comparaciones al hacerlas de dos en dos, el decisor puede pensar que la metodología es tediosa.

4. En el momento en el que se añade una nueva alternativa el decisor puede verse afectado porque puede haber cambiado sus preferencias y que ciertos juicios ya no tengan el mismo valor que cuando no estaba la nueva alternativa.
5. Los criterios de decisión que escojamos deben ser independientes, es decir, que no deben tener una dependencia a las actividades o resultados de alternativas del estudio.
6. El análisis completo de la problemática es difícil ya que no se establecen restricciones.

6.4.2.5. Aplicación AHP.

Esta metodología que hemos explicado con detenimiento ha sido ampliamente utilizada en muchos campos donde se deben de tomar decisiones. La revisión que hacen Kumar y Vaidya (2008) de más de 150 artículos desde 1998 a 2008 nos muestra que la metodología AHP puede ser utilizada en los diferentes campos que abarca nuestra sociedad como la política, la educación, el gobierno no únicamente en la industria o la fabricación como es lo más lógico de pensar.

La gestión de proyectos ha sido el tema que más éxito ha tenido como afirma K.M.A. Al Harbi (2001) debido a que los decisores o la alta dirección he entendido que esta metodología es fácil de utilizar, flexible para todos los problemas y es fácil de entender. Muchos de los artículos que se han escrito los presentamos en la siguiente tabla:

Tabla 14: Estudios sobre los ámbitos de uso de la técnica AHP

Ámbito en el que se usa AHP	Artículos
Personal	Byun D.H (2001), Tam M.C.Y. y Tummala M. R (2001), Schniederjans M.J. y Garvin T (1997)
Social	Ahire S.L (1995), Khalil (2002), Korpela J. (1996), Ngai E.W.T y Chan C. (2005), Weiwu W. (1994)
Fabricación	Jen S(1995), Mohanty R.P y Deshmukh S.G (1998), Kleindorfer P.R (1990), Weck. M. Klocke F. Chell h. renauver E. (1997), Akgunduz (2002), Wang g. y Huang H. (2005).
Ingeniería	Lai V.S Trueblood R.P y Wong B.K (1999), Lai V.S Wong B.K y Cheung W. (2002), Muralidhar K. Santhanam R. y Wilson R.L (1990), Malladi S. y Min K.J (2005).
Educación	Kim C.S y Yoon Y. (1992), Bryson N. (1997), Forginonne G.A (2002)
Industria	Ngai E.W.T (2003), Garcia-Cascales M.S y Lamata M.T (2006), Fogliatto F.S y Albin S.L (2001), Tavana M. (2003), Ferrari P. (2003)
Logística	Korpela J. Tuominen M. y Valoaho M. (1998), Ceha R. y Otha H (1994)
Medioambiente	Kurttila M. Pesonen M. Kangas J. y Kajanus M. (2000), Masozera M.K AlavalapatiJ. R.R. Jacobson S.K y Shrestha R.K (2006)
Medicina	Rossetti M.D (2001), Sloane E.B Liberatore M.J Nydick R.L Luo W. Chung Q.B (2003)

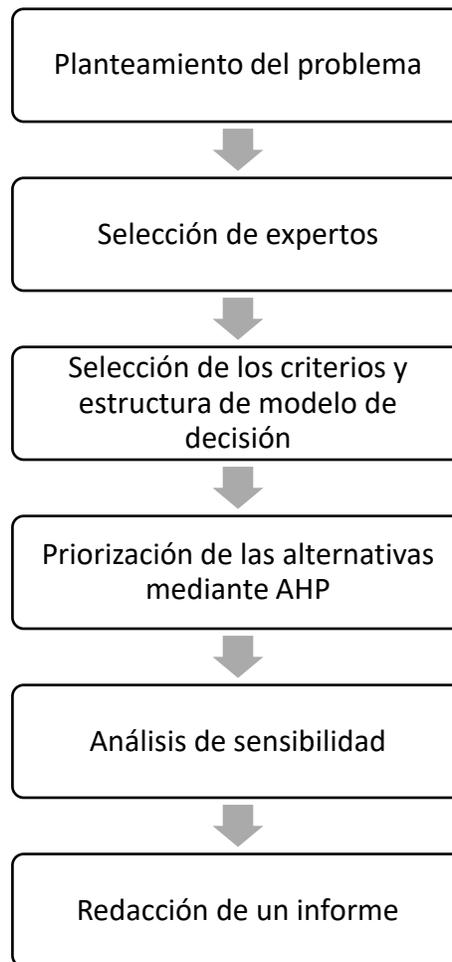
7. PROPUESTA METODOLÓGICA PARA PRIORIZAR PROYECTOS BASADA EN LA TÉCNICA AHP.

7.1 Introducción.

En el capítulo anterior hemos explicado la metodología a seguir para resolver el problema de selección de uno de los proyectos de nuestra cartera.

A la hora de seleccionar uno de los proyectos esta herramienta nos sirve ya que obtenemos nueva información para que el decisor pueda tomar una buena decisión.

La metodología la podemos representar con el siguiente diagrama:



7.2 Metodología de selección propuesta.

7.2.1 Paso 1: Planteamiento del problema.

El primer paso es determinar el problema que tenemos que solucionar o resolver que en este caso es la selección de un proyecto de nuestra cartera.

Los proyectos para evaluar son los siguientes:

- Apertura Oficina en Valencia (VLC)
- Apertura Línea de Negocio: Puntos de Recarga de Vehículos Eléctricos (PDR)
- Obtención de las certificaciones ISO 9001 y 14001 (ISO)
- Apertura Línea de Negocio: Fotovoltaicas (FV)

7.2.2 Paso 2: Selección de expertos.

Debemos decidir quién formará parte de la unidad decisora que serán los que recojan toda la información y las valoraciones. En este caso actuará como unidad decisora la dirección de la empresa.

7.2.3 Paso 3: Selección de criterios y estructuras de modelo de decisiones.

Para evitar un fracaso total del proyecto debemos hacer una selección correcta de los criterios. Los criterios seleccionados son los siguientes:

Criterios económicos:

- VAN/TIR.
- Costes
- Recuperación de la inversión

Criterios técnicos:

- Salto tecnológico
- Complejidad
- Conocimientos de la empresa
- Medios disponibles

Criterios comerciales:

- Necesidades del mercado
- Competitividad del mercado
- Madurez del mercado

Criterios estratégicos:

- Coherencia del negocio
- Solidez y duración de la ventaja competitiva
- Plataforma de crecimiento

Criterios medioambientales:

- Impacto sobre el paisaje y fauna
- Generación de residuos

7.2.4 Paso 4: Priorización de las alternativas mediante AHP.

Partiremos con la comparación dos a dos entre los diferentes criterios. Para este paso necesitaremos que la unidad decisora rellene un cuestionario para poder rellenar la matriz de valoración.

7.2.5 Paso 5: Análisis de sensibilidad.

Realizaremos los cambios necesarios para ver cómo afectan a la decisión final. Los pesos no deben cambiar más de un 10% para poder ser fiables. Con el análisis de sensibilidad se quiere comprobar si los resultados obtenidos son lo suficiente consistentes. En nuestro caso no lo emplearemos por ser una decisión ya tomada.

7.2.6 Paso 6: Redacción de un informe.

Una vez hayamos obtenido unos resultados realizaremos un informe con el fin de que queden justificados todos los pasos del AHP y los cálculos necesarios. No redactaremos un informe sino que este trabajo será como el informe que pasaremos a la empresa y en el último apartado mostraremos los resultados de la encuesta y las conclusiones que hemos obtenido tras todo este estudio.

8. PROPUESTA DE PROCESO DE SELECCIÓN DE PROYECTOS DE LA CARTERA DE LA EMPRESA MEDIANTE LA TÉCNICA AHP.

Para aplicar la técnica AHP hemos elegido los criterios que utilizaremos para evaluar las diferentes alternativas y pediremos al equipo de expertos que rellene la encuesta que compara los criterios dos a dos siempre respetando que son del mismo nivel. Una vez hayan contestado las encuestas recogeremos la información para crear la matriz de comparaciones.

8.1 Elaboración de las encuestas.

El fin de estas encuestas será ver mediante la información que nos proporciona la empresa cuál es la mejor opción según su opinión.

Los criterios que hemos utilizado para evaluar el mejor proyecto son los establecidos en los capítulos anteriores ya que, a nuestro parecer, engloban la mayoría de la problemática y debemos utilizar los mismos criterios con el fin de poder establecer una comparación.

El siguiente gráfico nos muestra los criterios que vamos a emplear teniendo criterios de nivel 1 y criterios de nivel 2.

Según la metodología AHP representamos los criterios con un árbol jerárquico para tener una visión en conjunto. Después realizaremos las comparaciones dos a dos entre dos criterios que tienen un vértice en común. Este paso de las comparaciones se realizará con una escala y obtendremos una escala de medida que nos dará las prioridades o el peso relativo de los elementos que tengamos.

Los criterios que hemos establecido deberán compararse dos a dos haciendo dos preguntas. La primera de ellas es qué criterio considera más importante. La segunda pregunta hará referencia al nivel de importancia del criterio marcado sobre el otro. Para ello se establecerá la escala, ya mencionada, de Saaty.

Cij: Valoración del criterio i frente al criterio j

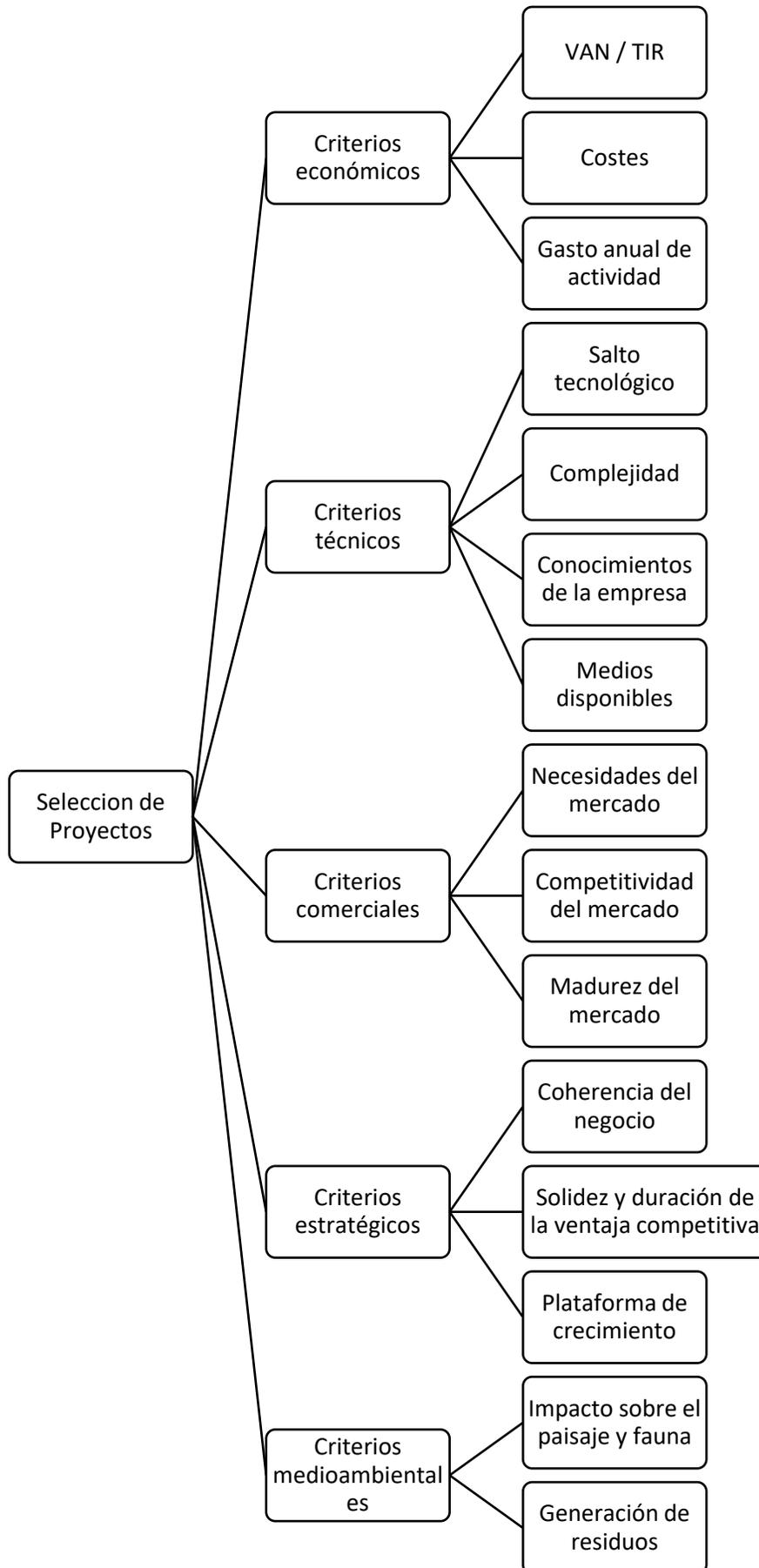
Cij = 1 el criterio i es igual de importante que el criterio j.

Cij = 3 el criterio i es un poco más importante que el criterio j.

Cij = 5 el criterio i es más importante que el criterio j.

Cij = 7 el criterio i es mucho más importante que el criterio j.

Cij = 9 el criterio i es absolutamente más importante que el criterio j.



Unos de los aspectos que no hemos nombrado mucho en este trabajo y que nos hemos dado cuenta sobre todo cuando estábamos realizando la parte práctica es que es muy fácil complicar las cosas y que este TFG surge para dotar a una empresa de una herramienta que les ayude a tomar decisiones no a hacerlas más complicadas.

Es por ello que el cuestionario no es tan exhaustivo como en un principio diseñamos donde se comparaban los criterios entre sí, los ítems de los criterios entre sí y el grado de adecuación o desempeño de cada proyecto para cada ítem. Esta encuesta que diseñamos en un primer lugar era demasiado larga, demasiado enrevesada y a veces era fácil perder el fin de la encuesta.

Dicho esto, en las diversas reuniones que tuve con un miembro de la dirección de la empresa hablamos de los criterios que utilizaban para seleccionar los proyectos. Como no tenían un procedimiento del todo claro tuvimos que ir poco a poco para determinar qué tipo de información tenían respecto a cada proyecto.

En el apartado de los criterios económicos nosotros planteamos tres ítems que pudieran dar luz sobre la importancia de ese criterio respecto a los otros. Lo que nos encontramos era que no tenían datos cuantitativos de mucha información que les pedíamos. Por ejemplo, un proyecto sí que tenía los costes de la implementación del proyecto, pero no se habían calculado el VAN ni el Periodo de Recuperación para ese proyecto. Es por eso que propusimos que como no tenían datos cuantitativos para realizar la escala de adecuación de cada proyecto sobre cada ítem se optara por una escala cualitativa frente a una cuantitativa.

Simplificar el proceso de decisión era una de nuestras prioridades a la hora de hacer la encuesta y por eso al surgir la dificultad de tener datos cuantitativos sobre todo de los criterios económicos optamos por aplicar una escala cualitativa para todos, lo que lograría una simplificación a la hora de poder agrupar información y poder tomar decisiones.

La encuesta fue rellenada, como podemos ver en el Anexo, por la dirección de la empresa. En las circunstancias en las que nos encontrábamos por el Covid-19 fue rellenada en una de sus reuniones virtuales que tienen todos los jueves. La encuesta fue rellenada por consenso entre los miembros de la dirección y fue proporcionada al alumno a través de su contacto con la persona de la dirección.

Era una buena idea contar con que la unidad decisora participara de manera única puesto que eran ellos lo que tomaban las decisiones en conjunto siempre y hacer una encuesta a cada uno por un lado hacía todo el proceso de recogida de información más costoso y complicado y por otro lado no podíamos ayudar a la empresa a buscar los puntos en común que tienen un trabajo en equipo bien hecho. Es por eso por lo que se optó a hacer la encuesta a la dirección como unidad decisora.

La encuesta es muy sencilla, en la que en un primer lugar se comparan los criterios dos a dos y se valora el grado de dominio que tiene un tipo de criterio respecto al otro, y la segunda parte recoge información sobre el grado de desempeño de cada proyecto para cada ítem de cada uno de los tipos de criterios.

ENCUESTA PARA LA SELECCIÓN DE PROYECTOS

Esta encuesta tiene como finalidad recoger información acerca de la importancia de ciertos criterios sobre otros a la hora de priorizar y seleccionar proyectos dentro de una misma cartera.

En la primera parte de la encuesta tendrá que elegir entre los distintos grupos de criterios frente a los otros y mostrar el grado de importancia que tiene este sobre el otro grupo de criterio comparado.

En la segunda parte valorará cada proyecto según los ítems establecidos para cada proyecto. La valoración se realizará con una escala numérica.

La escala de importancia contiene valores naturales en el siguiendo el siguiente orden: 1,3,5,7,9 siendo el 1 igual de importancia entre criterios o 9 una importancia sumamente superior frente al otro.

Criterios económicos:

- VAN/TIR.
- Costes de la inversión como gasto anual
- Recuperación de la inversión

Criterios técnicos:

- Salto tecnológico
- Complejidad
- Conocimientos de la empresa
- Medios disponibles

Criterios comerciales:

- Necesidades del mercado
- Competitividad del mercado
- Madurez del mercado

Criterios estratégicos:

- Coherencia del negocio
- Solidez y duración de la ventaja competitiva
- Plataforma de crecimiento

Criterios medioambientales:

- Impacto sobre el paisaje y fauna
- Generación de residuos

Cij: Valoración del criterio i frente al criterio j

Cij = 1 el criterio i es igual de importante que el criterio j.

Cij = 3 el criterio i es un poco más importante que el criterio j.

Cij = 5 el criterio i es más importante que el criterio j.

Cij = 7 el criterio i es mucho más importante que el criterio j.

Cij = 9 el criterio i es absolutamente más importante que el criterio j.

Comparación entre los criterios de nivel 1.

Criterios Económicos (CECO)

Criterios Técnicos (CTEC)

¿Cuál piensa que es más importante?	CECO	CTEC			
¿En qué grado?	1	3	5	7	9

Criterios Económicos (CECO)

Criterios Comerciales (CCOM)

¿Cuál piensa que es más importante?	CECO	CCOM			
¿En qué grado?	1	3	5	7	9

Criterios Económicos (CECO)

Criterios Estratégicos (CEST)

¿Cuál piensa que es más importante?	CECO	CEST			
¿En qué grado?	1	3	5	7	9

Criterios Económicos (CECO)

Criterios Medioambientales (CMAMB)

¿Cuál piensa que es más importante?	CECO	CMAMB			
¿En qué grado?	1	3	5	7	9



Criterios Técnicos (CTEC)

Criterios Comerciales (CCOM)

¿Cuál piensa que es más importante?	CTEC	CCOM			
¿En qué grado?	1	3	5	7	9

Criterios Técnicos (CTEC)

Criterios Estratégicos (CEST)

¿Cuál piensa que es más importante?	CTEC	CEST			
¿En qué grado?	1	3	5	7	9

Criterios Técnicos (CTEC)

Criterios Medioambientales (CMAMB)

¿Cuál piensa que es más importante?	CTEC	CMAMB			
¿En qué grado?	1	3	5	7	9

Criterios Comerciales (CCOM)

Criterios Estratégicos (CEST)

¿Cuál piensa que es más importante?	CCOM	CEST			
¿En qué grado?	1	3	5	7	9



Criterios Técnicos (CCOM)

Criterios Comerciales (CMAMB)

¿Cuál piensa que es más importante?	CCOM	CMAMB			
¿En qué grado?	1	3	5	7	9

Criterios Estratégicos (CEST)

Criterios Medioambientales (CMAMB)

¿Cuál piensa que es más importante?	CEST	CMAMB			
¿En qué grado?	1	3	5	7	9

A continuación, valorará del 1 al 9 como se adecua según el rendimiento o desempeño de cada ítem al proyecto siendo el 9 muy importante y 1 nada importante. Los proyectos a evaluar son los siguientes:

APERTURA OFICINA EN VALENCIA

CRITERIOS ECONÓMICOS

Recuperación de la inversión	
VAN/TIR	
Costes	

CRITERIOS TÉCNICOS

Salto tecnológico	
Complejidad del proyecto	
Conocimiento de la empresa	
Medios disponibles	

CRITERIOS COMERCIALES

Necesidades del mercado	
Competitividad del mercado	
Madurez del mercado	

CRITERIOS ESTRATÉGICOS

Coherencia con el negocio	
Solidez y duración de la ventaja competitiva	
Plataforma de crecimiento	

CRITERIOS MEDIOAMBIENTALES

Impacto sobre paisaje y fauna	
Generación de residuos.	

APERTURA LÍNEA DE NEGOCIO: PUNTOS DE RECARGA DE VEHÍCULOS ELÉCTRICOS (PDR)

CRITERIOS ECONÓMICOS

Recuperación de la inversión	
VAN/TIR	
Costes	

CRITERIOS TÉCNICOS

Salto tecnológico	
Complejidad del proyecto	
Conocimiento de la empresa	
Medios disponibles	

CRITERIOS COMERCIALES

Necesidades del mercado	
Competitividad del mercado	
Madurez del mercado	

CRITERIOS ESTRATÉGICOS

Coherencia con el negocio	
Solidez y duración de la ventaja competitiva	
Plataforma de crecimiento	

CRITERIOS MEDIOAMBIENTALES

Impacto sobre paisaje y fauna	
Generación de residuos.	

OBTENCIÓN DE LAS CERTIFICACIONES ISO 9001 Y 14001 (ISO)

CRITERIOS ECONÓMICOS

Recuperación de la inversión	
VAN/TIR	
Costes	

CRITERIOS TÉCNICOS

Salto tecnológico	
Complejidad del proyecto	
Conocimiento de la empresa	
Medios disponibles	

CRITERIOS COMERCIALES

Necesidades del mercado	
Competitividad del mercado	
Madurez del mercado	

CRITERIOS ESTRATÉGICOS

Coherencia con el negocio	
Solidez y duración de la ventaja competitiva	
Plataforma de crecimiento	

CRITERIOS MEDIOAMBIENTALES

Impacto sobre paisaje y fauna	
Generación de residuos.	

APERTURA LÍNEA DE NEGOCIO: FOTOVOLTAICAS (FV)

CRITERIOS ECONÓMICOS

Recuperación de la inversión	
VAN/TIR	
Costes	

CRITERIOS TÉCNICOS

Salto tecnológico	
Complejidad del proyecto	
Conocimiento de la empresa	
Medios disponibles	

CRITERIOS COMERCIALES

Necesidades del mercado	
Competitividad del mercado	
Madurez del mercado	

CRITERIOS ESTRATÉGICOS

Coherencia con el negocio	
Solidez y duración de la ventaja competitiva	
Plataforma de crecimiento	

CRITERIOS MEDIOAMBIENTALES

Impacto sobre paisaje y fauna	
Generación de residuos.	

8.2 Resultados.

Como hemos dicho la encuesta la realizaros en conjunto. Esta encuesta será puesta como anexo a este trabajo.

Con la información recogida hemos calculado los pesos de los diferentes criterios calculando los autovectores y viendo la consistencia de la matriz.

CÁLCULO CONSISTENCIA Y VECTOR PROPIO MATRICES 5x5

		Matriz comparaciones pareadas				
		C1	C2	C3	C4	C5
C1		1	3	1/3	3	1
C2		1/3	1	1/5	1	1
C3		3	5	1	3	3
C4		1/3	1	1/3	1	1
C5		1	1	1/3	1	1

Peso de los criterios	
C1	0.2148
C2	0.0967
C3	0.4446
C4	0.1081
C5	0.1358

CÁLCULOS

5.666666667	11	2.2	9	7		
					Suma filas	Media suma filas
0.1765	0.2727	0.1515	0.3333	0.1429	1.0769	0.2154
0.0588	0.0909	0.0909	0.1111	0.1429	0.4946	0.0989
0.5294	0.4545	0.4545	0.3333	0.4286	2.2004	0.4401
0.0588	0.0909	0.1515	0.1111	0.1429	0.5552	0.1110
0.1765	0.0909	0.1515	0.1111	0.1429	0.6729	0.1346
						Fila total
1.00	3.00	0.33	3.00	1.00	0.2154	1.1265
0.33	1.00	0.20	1.00	1.00	0.0989	0.5043
3.00	5.00	1.00	3.00	3.00	0.4401	2.3177
0.33	1.00	0.33	1.00	1.00	0.1110	0.5630
1.00	1.00	0.33	1.00	1.00	0.1346	0.7066
1.1265		0.2154		5.23		
0.5043		0.0989		5.10		
2.3177		0.4401		5.27		
0.5630		0.1110		5.07		
0.7066		0.1346		5.25		
				5.18		

CÁLCULO DE LA INCONSISTENCIA

CI	0.045825301
CR	0.041284055

CÁLCULO DEL VECTOR PROPIO

5	11.66666667	2.6	11	9	39.26666667	0.2153
2.6	5	1.17777778	4.6	3.933333333	17.31111111	0.0949
11.66666667	25	5	23	17	81.66666667	0.4477
3	5.666666667	1.311111111	5	4.333333333	19.31111111	0.1059
3.666666667	7.666666667	1.533333333	7	5	24.86666667	0.1363
					182.4222222	1
151.6666667	313	67.962963	286.4666667	227.7555556	1046.851852	0.2148
67.96296296	141	30.6	129.2222222	102.6888889	471.4740741	0.0967
313	646.7777778	141	592.3333333	473	2166.111111	0.4445
75.91851852	157.6666667	34.2296296	144.5555556	114.9111111	527.2814815	0.1082
95.48888889	197.4444444	43.0740741	180.8666667	144.5555556	661.4296296	0.1357
					4873.148148	1
109043.8425	225696.9144	49084.3014	206754.4647	164672.5635	755252.0864	0.2148
49084.3014	101594.1951	22094.6219	93067.64395	74125.19424	339965.9566	0.0967
225696.9144	467142.7778	101594.195	427936.1358	340837.8395	1563207.863	0.4446
54890.85449	113612.6132	24708.3981	104077.4109	82894.173	380183.4496	0.1081
68918.1549	142645.3786	31022.548	130673.3664	104077.4109	477336.8588	0.1358
					3515946.214	1
56744768795	1.17449E+11	2.5543E+10	1.07592E+11	85693578341	3.93023E+11	0.2148
25542843039	52868173539	1.1498E+10	48431046058	38573734064	1.76914E+11	0.0967
1.17449E+11	2.43095E+11	5.2868E+10	2.22692E+11	1.77367E+11	8.13472E+11	0.4446
28564526114	59122405496	1.2858E+10	54160371958	43136953561	1.97842E+11	0.1081
35864038404	74230820871	1.6144E+10	68000766129	54160371958	2.484E+11	0.1358
					1.82965E+12	1

Los pesos de los distintos criterios después de la encuesta han sido los siguientes:

- Criterios económicos: 21,48%
- Criterios técnicos: 9,67%
- Criterios Comerciales: 44,46%
- Criterios Estratégicos: 10,81%
- Criterios Medio Ambientales: 13,58%

Los resultados obtenidos en la valoración de cada ítem para cada proyecto han sido los siguientes:

APERTURA OFICINA EN VALENCIA

ITEMS ECONÓMICOS

Recuperación de la inversión	7
VAN/TIR	3
Costes	3

ITEMS TÉCNICOS

Salto tecnológico	1
Complejidad del proyecto	1
Conocimiento de la empresa	7
Medios disponibles	5

ITEMS COMERCIALES

Necesidades del mercado	7
Competitividad del mercado	7
Madurez del mercado	5

ITEMS ESTRATÉGICOS

Coherencia con el negocio	7
Solidez y duración de la ventaja competitiva	1
Plataforma de crecimiento	5

ITEMS MEDIOAMBIENTALES

Impacto sobre paisaje y fauna	1
Generación de residuos.	1

APERTURA LÍNEA DE NEGOCIO: PUNTOS DE RECARGA DE VEHÍCULOS ELÉCTRICOS (PDR)

ITEMS ECONÓMICOS

Recuperación de la inversión	7
VAN/TIR	5
Costes	3

ITEMS TÉCNICOS

Salto tecnológico	5
Complejidad del proyecto	3
Conocimiento de la empresa	5
Medios disponibles	3

ITEMS COMERCIALES

Necesidades del mercado	7
Competitividad del mercado	5
Madurez del mercado	3

ITEMS ESTRATÉGICOS

Coherencia con el negocio	5
Solidez y duración de la ventaja competitiva	5
Plataforma de crecimiento	3

ITEMS MEDIOAMBIENTALES

Impacto sobre paisaje y fauna	5
Generación de residuos.	1

OBTENCIÓN DE LAS CERTIFICACIONES ISO 9001 Y 14001 (ISO)

ITEMS ECONÓMICOS

Recuperación de la inversión	1
VAN/TIR	1
Costes	1

ITEMS TÉCNICOS

Salto tecnológico	1
Complejidad del proyecto	1
Conocimiento de la empresa	5
Medios disponibles	3

ITEMS COMERCIALES

Necesidades del mercado	3
Competitividad del mercado	5
Madurez del mercado	3

ITEMS ESTRATÉGICOS

Coherencia con el negocio	7
Solidez y duración de la ventaja competitiva	1
Plataforma de crecimiento	3

ITEMS MEDIOAMBIENTALES

Impacto sobre paisaje y fauna	1
Generación de residuos.	1

APERTURA LÍNEA DE NEGOCIO: FOTOVOLTAICAS (FV)

ITEMS ECONÓMICOS

Recuperación de la inversión	7
VAN/TIR	5
Costes	3

ITEMS TÉCNICOS

Salto tecnológico	5
Complejidad del proyecto	5
Conocimiento de la empresa	3
Medios disponibles	3

ITEMS COMERCIALES

Necesidades del mercado	5
Competitividad del mercado	5
Madurez del mercado	3

ITEMS ESTRATÉGICOS

Coherencia con el negocio	5
Solidez y duración de la ventaja competitiva	5
Plataforma de crecimiento	3

ITEMS MEDIOAMBIENTALES

Impacto sobre paisaje y fauna	5
Generación de residuos.	1

Para obtener la solución haremos una suma ponderada entre la suma de los ítems de cada criterio por el peso obtenido mediante el cálculo del autovector. Como los ítems de cada criterio no son los mismos dividiremos la suma de los ítems entre el máximo posible a obtener. Después de multiplicarlo por el peso de los criterios y sumarlo el proyecto que dé el mayor número ese será el proyecto por el que comencemos.

Projecto 1

	Suma de los ítems según el criterio	Suma de los valores normalizadas	Peso de cada criterio global según matriz	Producto
Items económicos	13	13/27	0.2148	0.119333
Items técnicos	14	14/36	0.0967	0.037606
Items comerciales	17	17/27	0.4446	0.312867
Items estratégicos	17	17/27	0.1081	0.052048
Items medioambientales	2	2/18	0.1358	0.015089
				0.536943

Projecto 2

	Suma de los ítems según el criterio	Suma de los valores normalizadas	Peso de cada criterio global según matriz	Producto
Items económicos	15	15/27	0.2148	0.119333
Items técnicos	16	16/36	0.0967	0.042978
Items comerciales	15	15/27	0.4446	0.247
Items estratégicos	13	13/27	0.1081	0.052048
Items medioambientales	6	6/18	0.1358	0.045267
				0.506626

Projecto 3

	Suma de los ítems según el criterio	Suma de los valores normalizadas	Peso de cada criterio global según matriz	Producto
Items económicos	3	3/27	0.2148	0.023867
Items técnicos	10	10/36	0.0967	0.026861
Items comerciales	11	11/27	0.4446	0.181133
Items estratégicos	11	11/27	0.1081	0.044041
Items medioambientales	2	2/18	0.1358	0.015089
				0.290991

Proyecto 4

	Suma de los ítems según el criterio	Suma de los valores normalizadas	Peso de cada criterio global según matriz	Producto
Items económicos	15	15/27	0.2148	0.119333
Items técnicos	16	16/36	0.0967	0.042978
Items comerciales	13	13/27	0.4446	0.214067
Items estratégicos	13	13/27	0.1081	0.052048
Items medioambientales	6	6/18	0.1358	0.045267
				0.473693

El resultado final es que el primer proyecto a llevar a cabo es la apertura de la oficina de Valencia al tener la mayor puntuación. Después sería la apertura de la nueva línea de negocio que son los puntos de recarga de vehículos eléctricos. Le seguiría la apertura de las plantas fotovoltaicas y para terminar sería la obtención de los certificados ISO 9001 y 14001.

Los resultados obtenidos otorgan una ligera ventaja al proyecto 1 respecto a las aperturas de las nuevas líneas de negocio con lo que es planteable empezar de manera continuada estas tres y después afrontar la certificación una vez estén rodados los proyectos ya que consumirán bastantes recursos y activos de la empresa.

9. PROCESO DE SELECCIÓN DE PROYECTOS DE LA CARTERA LLEVADA A CABO POR PARTE DE LA EMPRESA.

Como hemos dicho los proyectos son reales y han sido establecidos por la empresa en el año 2019 para poder implantarlos en el año 2020. Toda la información que ahora pasamos a redactar viene de una serie de entrevistas con un miembro de la dirección de Blue Tree que ha sido mi contacto a lo largo de mi TFG.

9.1. Criterios seleccionados por parte de la empresa.

Cuando se expuso el análisis de cómo se había llevado a cabo la selección de los proyectos quedo claro que no había una estructura o un procedimiento claro. Como hemos dicho antes los proyectos vienen estudiados por la alta dirección y que son propuestos por el CEO. Las decisiones se toman en conjunto y trasladan la información al departamento de proyectos.

Partiendo de la poca información escrita que disponían quedo claro que el principal criterio que utilizaron fue el comercial, como se percibe en la encuesta que rellenaron y se encuentra en el anexo. La necesidad de llegar a los clientes y el trato cercano y continuo hacen que sea urgente llegar a toda la cartera de clientes.

Tanto el criterio técnico como el estratégico que hemos hablado en la teoría y en la aplicación de la técnica AHP no surgieron en las distintas reuniones que tuvimos a lo largo de los meses. Los criterios económicos tuvo un peso del 30 % frente a 60% del comercial.

Otro criterio que ellos establecieron fue el criterio temporal, es decir, el marco de tiempo que tardaban en poner el funcionamiento el proyecto y la urgencia. Esto representaba un 10% de la decisión. A estas dos características se juntó que los proyectos no entraron todos de golpe por lo que algunas decisiones tuvieron que esperar hasta tener una cartera bien estructurada.

9.2. Priorización de los proyectos.

Como hemos dicho los criterios que han tenido más peso son el comercial y el económico. Para los distintos proyectos que componían la cartera fueron priorizados sobre todo a través de las necesidades de mercado por lo que se otorgó un fuerte peso a lo comercial y como suplemento un estudio breve de los números del proyecto.

En definitiva, se vio qué proyectos convenía acometer de manera casi inmediata según esos criterios siempre que se cumpliera con obtener beneficio para la empresa no solo a nivel monetario sino en otros aspectos que afectan también de manera directa a la empresa.

9.3. Ordenación de los proyectos seleccionados por la empresa.

Los proyectos fueron ordenados según los criterios y la priorización que hemos establecido. El primer proyecto fue la apertura de la oficina en Valencia. A los pocos meses se inició con la nueva línea de negocio de los puntos de recarga de vehículos eléctricos.

La certificación de la ISO estaba en marcha en el momento de las reuniones ya que el trabajo y las aperturas de Valencia y de la nueva línea de negocio estaban consumiendo muchos recursos de la empresa. Y el último proyecto que se iba a implementar es el de la apertura de la línea de negocio de fotovoltaica ya que por un lado no se tenían los conocimientos técnicos para poder hacerlas nosotros y que se estaban poniendo fuertes empeños en conseguir más puntos de recarga de vehículos eléctricos.

Por lo que pudimos entender en la reunión la fotovoltaica iba a servir como medio por un lado para saber utilizar mejor nuestros recursos, investigar sobre formas de controlar de manera más eficiente los parques fotovoltaicos y extrapolarlo a los eólicos y para poder llegar a los mismos lugares donde se pondrán los puntos de recarga de vehículos eléctricos.

10. CONCLUSIONES.

Las conclusiones las partiremos en dos partes: la relacionada con los resultados obtenidos y su comparación con lo real y consideraciones acerca de la aplicación de la herramienta.

Respecto a los resultados que hemos obtenido podemos apreciar que el primer proyecto, la apertura de la oficina en Valencia que se ha llevado a cabo coincide con el primer resultado de aplicar la herramienta. Con el segundo proyecto, la apertura de la línea de negocio de puntos de recarga de vehículos eléctricos ocurre lo mismo.

En cambio, cuando hemos visto que la fotovoltaica produciría beneficios de manera más próxima que la certificación ha hecho que en los resultados se haya visto en tercer lugar. El problema que encontramos, a nuestro parecer, es que las certificaciones deben ir por otro lugar y no considerarlo como un proyecto ya que de primeras no se puede obtener beneficio económico. Puede tener otro tipo de beneficios como hemos dicho a lo largo de este TFG, pero a la hora de elegir se ha visto que se dejaría para otro momento.

Una de las posibles soluciones podría ser haberse empleado antes en hacer las certificaciones ya que no se prever beneficios de manera inmediata o se debería de tener más información acerca de los beneficios que produce tenerla para poder tener más peso a la hora de elegir.

Respecto a la teoría creo que podemos concluir que lo importante es facilitar los procesos de selección a la empresa. Nosotros nos hemos encontrado con una empresa que está empezando a desarrollar su gestión de la cartera de procesos pero que necesita ahondar en ello. Como hemos dicho no queríamos complicar más la metodología ya que se trataba de poder darles un trabajo donde pudieran mirar para obtener tanto fuertes como una visión global de la gestión de una cartera de proyectos.

El hecho de ser un caso práctico hace que la empresa pueda sentirse más identificada para poder otorgar pesos y definir bien los criterios que quieren remarcar. En la empresa creo que la unidad decisora podría estar más en contacto con el departamento de gestión de la cartera ya que esta solo se decida a la gestión, pero no se les da voz, que no poder de decisión ya que corresponde a la alta dirección y a los socios, para poder dar luz e informar de las problemáticas que se encuentran en su día a día.

Una última conclusión que nos hemos encontrado es que la empresa se centra en lo comercial y eso puede jugar una mala pasada ya que por el hecho de llegar a los clientes no significa que todo se haga perfecto. Creo que en la empresa se pueda hacer un hincapié en mejorar la eficiencia ya que los criterios técnicos a mi parecer no tenían el peso suficiente en aquellos proyectos donde sí se requería tener unos conocimientos claros de lo que se iba a implementar. No es únicamente llegar al cliente sino hacerlo de la mejor manera posible y esto creo que no se ha considerado mucho por parte de la empresa.

11. BIBLIOGRAFÍA.

Bibliografía general

Ahire S. L. (1995). "*Selection of TQM pilot projects using an MCDM approach*," The International journal of quality & reliability management, vol. 12, no.1.

Akgunduz. (2002). "*Evaluation of sub-component alternatives in product design processes*" Robotics and computer-integrated manufacturing, vol. 18, no. 1, pp. 69-81.

Al Harbi. K. M. A. (2008). "*Application of the AHP in project management*" International Journal of Project Management, vol. 19, no. 1, pp. 19-27.

Baker, N. R., & Freeland, J.(1975). "*Recent advances in R&D benefit measurement and project selection: Where we stand?*". IEEE Transactions on Engineering Management, EM-11, 124-134.

Baker, N. R., & Pound, W.H. (1964). "*R&D project selection: Where we stand?*". IEEE Transactions on Engineering Management, EM-21, 4,124-134.

Bryson N. (1997). "*Action learning evaluation procedure for multiple criteria decision making problems*," European Journal of Operational Research, vol. 96, no. 2, pp. 379-386.

Byun D. H. (2001). "*The AHP approach for selecting an automobile purchase model*," Information & Management, vol. 38, no. 5, pp. 289-297.

Carazo A.F Gómez Núñez T. Guerrero Casas Flor M. Caballero Fernández R. (2008). "*Evaluación y clasificación de las técnicas utilizadas por las organizaciones, en las últimas décadas para seleccionar proyectos*".

Carazo, A.F (2008). "*Un estudio holístico de la selección y planificación temporal de carteras de proyectos*", Rect@: Revista Electrónica de Comunicaciones y Trabajos de ASEPUMA, ISSN-e 1575-605X, N° 9.

Carazo, A.F. (2007). "*Selección y planificación temporal de una cartera de proyectos bajo un enfoque multicriterio*", Tesis Doctoral, Universidad Pablo de Olavide, Sevilla.

Carazo, A.F., & Gómez, T. (2010). "*Solving a comprehensive model for multiobjective project portfolio selection*". Computers & Operations Research 37(4), pp 630-639.

Carazo, A.F., Gómez T., Molina, J., Hernández-Díaz, A, Caballero, R. y Guerrero, F. (2007). "*Selección y planificación de cartera de proyectos: formalización de un modelo genérico*", RECT@: Revista Electrónica de Comunicaciones y Trabajos de ASEPUMA.

Ceha R. and Ohta H. (1994). "*The evaluation of air transportation network based on multiple criteria*," Computers & industrial engineering, vol. 27, no. 1-4, pp. 249-252.

Cho, K.T. y Kwon, C.S. (2004). "*Hierarchies with dependence of technological alternatives: a cross-impact hierarchy process*", European Journal of Operational Research, 156, 2, 420-432.

Ferrari P. (2003). "*A method for choosing from among alternative transportation projects*," European Journal of Operational Research, vol. 150, no. 1, pp. 194-203.

Ferrari P. (2003). "*A method for choosing from among alternative transportation projects*," European Journal of Operational Research, vol. 150, no. 1, pp. 194-203.

Fogliatto F. S. and Albin S. L.. (2001). "*A hierarchical method for evaluating products with quantitative and sensory characteristics*," IIE transactions, vol. 33, no. 12, pp. 1081-1092.

Forgionne G. A., (2002). "*An AHP analysis of quality in AI (Artificial Intelligence) and DSS (Decision Support System) journals*," Omega, vol. 30, no. 3, p. 171.

G. Dieter, "*Engineering Design. A Materials and Processing Approach*". Tokyo: McGraw-Hill, 1983.

Gabriel, S.A., & Kumar, S. (2006). "*A multiobjective optimization model for project selection with probabilistic considerations*". Socio-Economic Planning Sciences, 40 (4), pp. 297-313.

Garcia-Cascales M. S. and Lamata M. T. (2006). "*Un problema de mantenimiento basado en el proceso analítico jerárquico*," X Congreso Internacional de Ingeniería de Proyectos.

Huang, C.L., & Yang, C.L. (2008). "*Modeling a combination of projects selection system-using the Mahalanobis Taguchi system*". Industrial Engineering and Engineering Management, IEEE. Pp 1539-1541.

Jen S. (1995). "*A unified framework for the selection of a Flexible Manufacturing System*," European Journal of Operational Research, vol. 85, no. 2, p. 297.

Kim C. S. and Yoon Y. (1992). "*Selection of a good expert system shell for instructional purposes in business*," Information & Management, vol. 23, no. 5, pp. 249-262.

Kleindorfer P. R. (1990). "*Integrating manufacturing strategy and technology choice*," European Journal of Operational Research, vol. 47, no. 2, pp. 214-224.

Korpela J. Tuominen M. and Valoaho M. (1998). "*An analytic hierarchy process-based approach to the strategic management of logistic service: An empirical study in the mechanical forest industry*," International Journal of Production Economics, vol. 56-57, pp. 303-318.

Lai V. S. Trueblood R. P. and Wong B. K. (1999). "*Software selection: a case study of the application of the analytical hierarchical process to the selection of a multimedia authoring system*," Information & Management, vol. 36, no. 4, pp. 221-232.

Lai V. S. Wong B. K. and Cheung W. (2002). "Group decision making in a multiple criteria environment: A case using the AHP in software selection," *European Journal of Operational Research*, vol. 137, no. 1, pp. 134-144.

Liberatore, M.J. & Titus, G.J. (1983). "The practice management science in R&D project management". *Management Science*, 29(8), 962-975.

Lockett, G., Hetherington, B. y Yallup, P. (1986). "Modeling a research portfolio using AHP: a group decision process", *R&D Management*, 16, 2, 151-160.

M. Kurttila, M. Pesonen, J. Kangas, and M. Kajanus. (2000). "Utilizing the analytic hierarchy process (AHP) in SWOT analysis -- a hybrid method and its application to a forest-certification case," *Forest Policy and Economics*, vol. 1, no. 1, pp. 41-52.

Malladi S. and Min K. J. (2005). "Decision support models for the selection of internet access technologies in rural communities" *Telematics and Informatics*, vol. 22, no. 3, pp. 201-219.

Martino, J.P. (1995). "Research and development project selection". *Wiley Series in Engineering & Technology Management*, New York.

Masozera M. K. Alavalapati J. R. R. Jacobson S. K. and Shrestha R. K. (2006). "Assessing the suitability of community-based management for the Nyungwe Forest Reserve, Rwanda," *Forest Policy and Economics*, vol. 8, no. 2, pp. 206-216.

Mohanty R. P. and Deshmukh S. G. (1998). "Advanced manufacturing technology selection: A strategic model for learning and evaluation," *International Journal of Production Economics*, vol. 55, no. 3, pp. 295-307.

Muralidhar K. Santhanam R. and Wilson R. L. (1990). "Using the analytic hierarchy process for information system project selection," *Information & Management*, vol. 18, no. 2, pp. 87-95.

Ngai E. W. T. (2003). "Selection of web sites for online advertising using the AHP," *Information & Management*, vol. 40, no. 4, pp. 233-242.

Ngai E. W. T. and Chan E. W. C.. (2005). "Evaluation of knowledge management tools using AHP," *Expert Systems with Applications*, vol. 29, no. 4, pp. 889-899.

Rossetti M. D. (2001). "Multi-objective analysis of hospital delivery systems," *Computers & industrial engineering*, vol. 41, no. 3, pp. 309-333, 2001.

Saaty, T. (1997). "Decision Making for Leaders"

Saaty T. L. Decision making with Independence and feedback: The Analytic Network Process RWS Publications, Pittsburgh (2001).

Saaty T. L., Peniwati K. Group decision making: Drawing out and Reconciling Differences, RWS Publications, Pittsburgh (2008).

Saaty, The analytic hierarchy process McGraw-Hill, New York, 1980.

Santhanam, R. y Kyparisis, J. (1995). "A multiple criteria decision model for information system project selection", Computers Operations Research, 22, 8, 807-818.

Schniederjans M. J. and Garvin T. (1997). "Using the analytic hierarchy process and multi-objective programming for the selection of cost drivers in activity-based costing," European Journal of Operational Research, vol. 100, no. 1, pp. 72-80.

Schniederjans, M.J. y Wilson, R.L. (1991). "Using the analytic hierarchy process and goal programming for information system project selection", Information & Management, 20, 5, 333-342.

Sloane E. B., Liberatore M. J., Nydick R. L., Luo W. and Chung Q. B. (2003). "Using the analytic hierarchy process as a clinical engineering tool to facilitate an iterative, multidisciplinary, microeconomic health technology assessment," Computers & Operations Research, vol. 30, no. 10, pp. 1447- 1465.

Tavana M. (2003). "CROSS: A multicriteria group-decision-making model for evaluating and prioritizing advanced-technology projects at NASA," Interfaces, vol. 33, no. 3, p. 40.

Vaidya. O. S. and Kumar. S. (2008). "Analytic hierarchy process: An overview of applications" European Journal of Operational Research, vol. 169, no. 1, pp. 1-29.

Vargas. G. (1990). "An overview of the Analytic Hierachy Process and its Applications" European Journal of Operational Research, vol. 48, pp. 2-8.

Wang G. and Huang S. H. (2005). "Manufacturing supply chain design and evaluation," International Journal of Advanced Manufacturing Technology, vol. 25, no. 1-2, pp. 93-100.

Weck M., Klocke F., Schell H. and Renauver E. (1997). "Evaluating alternative production cycles using the extended AHP method," European Journal of Operational Research, vol. 100, no. 2, pp. 351-366.

Weiwu W.. (1994). "Highway transportation comprehensive evaluation" Computers & industrial engineering, vol. 27, no. 1-4, pp. 257-260.

Páginas web consultadas para el estudio de criterios a fecha 20 de Mayo de 2020.

<https://soloindustriales.com/criterios-para-la-seleccion-de-proyectos/>

<https://www.esan.edu.pe/apuntes-empresariales/2017/01/el-pri-uno-de-los-indicadores-que-mas-llama-la-atencion-de-los-inversionistas/>

<http://www.agencia.mincyt.gob.ar/frontend/agencia/post/811>

<https://www.apuntateuna.es/indicadores-evaluacion-proyectos/>

<https://www.esan.edu.pe/apuntes-empresariales/2018/10/los-criterios-fundamentales-para-la-priorizacion-de-proyectos/>

https://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/86867/1/Priorizacion_Proyectos_TI_Universidades.pdf



<https://hbr.org/2016/12/how-to-prioritize-your-companys-projects>

<http://recodemk.es/articulos/la-importancia-del-estudio-de-mercado-en-la-idea-de-negocio>

<https://empresas.blogthinkbig.com/analisis-de-mercado/>

<https://blog.cooltra.com/por-que-es-tan-importante-la-estrategia-competitiva/>

Cómo elaborar un proyecto Guía para diseñar proyectos sociales y culturales Ezequiel Ander-Egg María José Aguilar Idáñez ANEXO 5

M.F. Guillermo Pozos Mendoza. ITAM. Extension Universitaria y Desarrollo Ejecutivo. Guía metodológica para la priorización de proyectos, de la Pontificia Universidad Javeriana Cali

Tecnología e innovación en la empresa. Dirección y gestión. P. Escorsa y J. Valls. Ediciones UPC 1997.

La Innovación en la Práctica. Desarrollo de Nuevos Productos. J. M.Torrecilla. Editorial CISS, 2000.

ESTRATEGIA BASADA EN LOS RECURSOS Y CAPACIDADES. CRITERIOS DE EVALUACIÓN Y EL PROCESO DE DESARROLLO

Guía metodológica para la priorización de proyectos: Un enfoque aplicado a la infraestructura, la logística y la conectividad.

Información de Blue Tree

La mayoría de información ha sido proporcionada al alumno mediante documentos y presentaciones internos. Además se ha ido perfilando a lo largo de las diversas reuniones que ha tenido a lo largo de estos meses.

La página web fue visitada el 1 de mayo de 2020.

Portada

<https://bluetreeam.com/es/>

Sobre nosotros

<https://bluetreeam.com/es/about-us/>

Servicios

<https://bluetreeam.com/es/services/>

Presencia

<https://bluetreeam.com/es/presence/>

MEMORIA. ANEXOS A LA MEMORIA

Anexo 1: Encuesta

ENCUESTA PARA LA SELECCIÓN DE PROYECTOS

Esta encuesta tiene como finalidad recoger información acerca de la importancia de ciertos criterios sobre otros a la hora de priorizar y seleccionar proyectos dentro de una misma cartera.

En la primera parte de la encuesta tendrá que elegir entre los distintos grupos de criterios frente a los otros y mostrar el grado de importancia que tiene este sobre el otro grupo de criterio comparado.

En la segunda parte comparará dos a dos los ítems destacados dentro de cada grupo siguiendo el mismo sistema. En primer lugar, tendrá que decidir entre dos ítems y mostrar el grado de importancia que tiene respecto al otro.

La escala de importancia contiene valores naturales en el siguiendo el siguiente orden: 1,3,5,7,9 siendo el 1 igual de importancia entre criterios o 9 una importancia sumamente superior frente al otro.

Criterios económicos:

- VAN/TIR.
- Costes de la inversión como gasto anual
- Recuperación de la inversión

Criterios técnicos:

- Salto tecnológico
- Complejidad
- Conocimientos de la empresa
- Medios disponibles

Criterios comerciales:

- Necesidades del mercado
- Competitividad del mercado
- Madurez del mercado

Criterios estratégicos:

- Coherencia del negocio
- Solidez y duración de la ventaja competitiva
- Plataforma de crecimiento

Criterios medioambientales:

- Impacto sobre el paisaje y fauna
- Generación de residuos

Cij: Valoración del criterio i frente al criterio j

Cij = 1 el criterio i es igual de importante que el criterio j.

Cij = 3 el criterio i es un poco más importante que el criterio j.

Cij = 5 el criterio i es más importante que el criterio j.

Cij = 7 el criterio i es mucho más importante que el criterio j.

Cij = 9 el criterio i es absolutamente más importante que el criterio j.

Comparación entre los criterios de nivel 1.

Criterios Económicos (CECO)

Criterios Técnicos (CTEC)

¿Cuál piensa que es más importante?	CECO	CTEC			
¿En qué grado?	1	3	5	7	9

Criterios Económicos (CECO)

Criterios Comerciales (CCOM)

¿Cuál piensa que es más importante?	CECO	CCOM			
¿En qué grado?	1	3	5	7	9

Criterios Económicos (CECO)

Criterios Estratégicos (CEST)

¿Cuál piensa que es más importante?	CECO	CEST			
¿En qué grado?	1	3	5	7	9

Criterios Económicos (CECO)

Criterios Medioambientales (CMAMB)

¿Cuál piensa que es más importante?	CECO	CMAMB			
¿En qué grado?	1	3	5	7	9

Criterios Técnicos (CTEC)

Criterios Comerciales (CCOM)

¿Cuál piensa que es más importante?	CTEC	CCOM			
¿En qué grado?	1	3	5	7	9

Criterios Técnicos (CTEC)

Criterios Estratégicos (CEST)

¿Cuál piensa que es más importante?	CTEC	CEST			
¿En qué grado?	1	3	5	7	9

Criterios Técnicos (CTEC)

Criterios Medioambientales (CMAMB)

¿Cuál piensa que es más importante?	CTEC	CMAMB			
¿En qué grado?	1	3	5	7	9

Criterios Comerciales (CCOM)

Criterios Estratégicos (CEST)

¿Cuál piensa que es más importante?	CCOM	CEST			
¿En qué grado?	1	3	5	7	9

Criterios Técnicos (CCOM)

Criterios Comerciales (CMAMB)

¿Cuál piensa que es más importante?	CCOM	CMAMB			
¿En qué grado?	1	3	5	7	9

Criterios Estratégicos (CEST)

Criterios Medioambientales (CMAMB)

¿Cuál piensa que es más importante?	CEST	CMAMB			
¿En qué grado?	1	3	5	7	9

A continuación, valorará del 1 al 9 como se adecua cada ítem al proyecto siendo el 9 muy importante y 1 nada importante. Los proyectos a evaluar son los siguientes:

APERTURA OFICINA EN VALENCIA

CRITERIOS TÉCNICOS

Recuperación de la inversión	7
VAN/TIR	5
Costes	3

CRITERIOS TÉCNICOS

Salto tecnológico	1
Complejidad del proyecto	1
Conocimiento de la empresa	7
Medios disponibles	5

CRITERIOS COMERCIALES

Necesidades del mercado	7
Competitividad del mercado	7
Madurez del mercado	5

CRITERIOS ESTRATÉGICOS

Coherencia con el negocio	7
Solidez y duración de la ventaja competitiva	1
Plataforma de crecimiento	5

CRITERIOS MEDIOAMBIENTALES

Impacto sobre paisaje y fauna	1
Generación de residuos.	1

APERTURA LÍNEA DE NEGOCIO: PUNTOS DE RECARGA DE VEHÍCULOS
ELÉCTRICOS (PDR)

CRITERIOS TÉCNICOS

Recuperación de la inversión	7
VAN/TIR	5
Costes	3

CRITERIOS TÉCNICOS

Salto tecnológico	5
Complejidad del proyecto	3
Conocimiento de la empresa	5
Medios disponibles	3

CRITERIOS COMERCIALES

Necesidades del mercado	7
Competitividad del mercado	5
Madurez del mercado	3

CRITERIOS ESTRATÉGICOS

Coherencia con el negocio	5
Solidez y duración de la ventaja competitiva	5
Plataforma de crecimiento	3

CRITERIOS MEDIOAMBIENTALES

Impacto sobre paisaje y fauna	5
Generación de residuos.	1

OBTENCIÓN DE LAS CERTIFICACIONES ISO 9001 Y 14001 (ISO)

CRITERIOS TÉCNICOS

Recuperación de la inversión	1
VAN/TIR	1
Costes	1

CRITERIOS TÉCNICOS

Salto tecnológico	1
Complejidad del proyecto	1
Conocimiento de la empresa	5
Medios disponibles	3

CRITERIOS COMERCIALES

Necesidades del mercado	3
Competitividad del mercado	5
Madurez del mercado	3

CRITERIOS ESTRATÉGICOS

Coherencia con el negocio	7
Solidez y duración de la ventaja competitiva	1
Plataforma de crecimiento	3

CRITERIOS MEDIOAMBIENTALES

Impacto sobre paisaje y fauna	1
Generación de residuos.	1

APERTURA LÍNEA DE NEGOCIO: FOTOVOLTAICAS (FV)

CRITERIOS TÉCNICOS

Recuperación de la inversión	7
VAN/TIR	5
Costes	3

CRITERIOS TÉCNICOS

Salto tecnológico	5
Complejidad del proyecto	5
Conocimiento de la empresa	3
Medios disponibles	3

CRITERIOS COMERCIALES

Necesidades del mercado	5
Competitividad del mercado	5
Madurez del mercado	3

CRITERIOS ESTRATÉGICOS

Coherencia con el negocio	5
Solidez y duración de la ventaja competitiva	5
Plataforma de crecimiento	3

CRITERIOS MEDIOAMBIENTALES

Impacto sobre paisaje y fauna	5
Generación de residuos.	1

PRESUPUESTO DEL TRABAJO

Para la ejecución de este trabajo el autor ha necesitado de unos recursos. Como el trabajo ha consistido en la investigación y análisis el presupuesto estará compuesto principalmente por el trabajo del autor (recursos humanos) y de los medios que ha utilizado para llevar a cabo este trabajo (material).

Los gastos de personal se componen al coste por hora que el alumno ganaría dedicando esas horas a otro empleo. El coste unitario viene determinado por el precio de mercado de un ingeniero junior.

Tabla 8: Tabla de costes de personal

	Tiempo (horas)	Coste unitario (€)	Coste total (€)
<i>Autor del trabajo</i>	525	12	6300

En la siguiente tabla detallamos los recursos materiales que se han utilizado en el trabajo. Además de los gastos de material utilizados en las reuniones hemos empleado un portátil que tiene un año de antigüedad. Como se quiere amortizar en los primeros cinco años se incurrirá en el coste de uso según lo que se amortiza en un año.

Tabla 9: Costes de material

	Antigüedad	Tiempo de uso	Precio original	Coste total
<i>Ordenador</i>	1 año	3 meses	1500	75
				Coste total
	<i>Material de oficina</i>			100
	<i>Bibliografía</i>			0

PRESUPUESTO TOTAL = 6475 €

