

PRIORITIZED PROJECT PORTFOLIO OPTIMIZATION WITH MULTICRITERIA ANALYSIS TO OBTAIN AN EFFECTIVE PROJECT PORTFOLIO

Montesinos Valera, Jesús; Aragonés Beltrán, Pablo; Pastor Ferrando, Juan Pascual
Universitat Politècnica de València

One of the main axioms of project portfolio research is the independence between projects. This axiom allows us to study every project by itself but in practical cases we have to take into account the simultaneous executions of other projects.

In previous articles we have obtained a prioritized project portfolio and we have discarded from the portfolio the projects that were incompatible with better-valued projects. In this paper a further step is advanced as we model the dependency between projects and the influence of combining projects in the valuation. This problem has not been approached in recent literature and allows advancing from an isolated projects portfolio to a combined projects portfolio.

Keywords: Project portfolio; Project combination; Optimization; Project management

LA OPTIMIZACIÓN DE UNA CARTERA DE PROYECTOS PRIORIZADA MEDIANTE ANÁLISIS MULTICRITERIO PARA SU CONVERSION EN UNA CARTERA DE PROYECTOS EFECTIVA

Uno de los axiomas en el estudio de carteras de proyectos es la suposición de la independencia entre ellos. Esta suposición permite estudiar cada proyecto de forma independiente pero, en la realidad, nos encontramos que hemos de tener en cuenta la existencia de otros proyectos en ejecución.

En trabajos anteriores se había priorizada una cartera de proyectos y se habían eliminado del listado los proyectos incompatibles con los de mayor prioridad. En este trabajo se evoluciona un paso mas y se desarrolla un modelo de dependencia entre proyectos, de forma que se estudia el efecto de combinar proyectos y los cambios en la valoración. Este problema apenas ha sido abordado en la literatura y permite convertir una cartera de proyectos aislados en programas de proyectos combinados.

Palabras clave: Cartera de proyectos; combinacion de proyectos; optimización; Gestión de proyectos

1. Introducción

El objeto de este trabajo es, una vez obtenida la cartera de proyectos priorizada considerándolos independientes, analizar el efecto de combinarlos sobre la valoración de los proyectos.

El caso de estudio considerado es el desarrollo del presentado en Montesinos Valera (2015), donde se analiza y prioriza una amplia cartera de proyectos de mantenimiento, rehabilitación y mejora sobre una zona de la infraestructura ferroviaria. El resultado de este estudio previo es una cartera de proyectos valorados y priorizados pero independientes entre si. La cartera planteada, si se ejecuta directamente presenta problemas, al darse el caso de realizarse varias actuaciones simultaneas sobre un tramo.

La experiencia previa en la ejecución de los proyectos del autor y el ejemplo de los casos planteados en (Canbaz & Marle, 2014), demuestra que ejecutar simultáneamente varios proyectos tiene efectos sobre los costes de ejecución y sobre los resultados obtenidos. Los efectos dependen del tipo de proyectos que se combinan y de la valoración previa de estos.

Las valoraciones obtenidas con ANP-BOCR (Analytical Network Process with Benefits, Opportunities, Costs and Risks), no son aditivas de forma directa, sino que el modelo presenta un factor que representa la ganancia o pérdida de los resultados. Aunque se podría estudiar la combinación de valores por criterios, se ha hecho por tipo de proyecto para que se pueda ver que combinaciones son las mas útiles.

El factor es una potencia de la valoración de cada proyecto y permite valorar diferentes niveles de compatibilidad.

El resto del artículo sigue la siguiente estructura, una introducción al estado del arte de la gestión de carteras de proyectos, un estudio teórico de conjuntos de proyectos tipo en general y luego un caso de aplicación sobre una línea en particular, finalizando con las conclusiones en base a los resultados obtenidos.

2. Estado del arte.

En el análisis CBA (Cost Benefit Analysis), los proyectos se consideran independientemente, como lo hace la mayor parte de la literatura sobre gestión de proyectos (International Project Management Association, 2009).

Si se quiere ir mas allá de estudiar la idoneidad de los proyectos de forma aislada, hemos de enmarcarlos dentro de un conjunto de proyectos y actuaciones global. La gestión de proyectos en ese ámbito se denomina gestión de programas (Programme Management) y es una parte de la gestión de proyectos con mucho desarrollo en los últimos años. (Lycett, Rassau, & Danson, 2004) definen la gestión de programas como "La integración y gestión de un grupo de proyectos relacionados con el objetivo de conseguir unos beneficios que no se obtendrían de gestionarse los proyectos de manera independiente." El PMBoK los define como "un conjunto de proyectos relacionados entre sí y de cambios organizativos que se llevan a cabo para alcanzar una meta estratégica y para entregar los beneficios que espera una organización" (International Project Management Association, 2009).

La gestión de programas, aunque relacionada, es diferente a la gestión de carteras ya que una cartera de proyectos es un conjunto de proyectos o programas, no necesariamente relacionados, reunidos a efectos de control, coordinación y optimización (International Project Management Association, 2009). Según (Pellegrinelli et al. 2007) las principales diferencias entre la gestión de proyectos y la gestión de programas son que los programas no tienen una fecha de finalización y son marcos estructurales generales en los que encajan

los proyectos y el uso del marco conceptual de la gestión de los proyectos no es válido para trabajar con programas.

Por otro lado, es habitual en el ámbito de Dirección de Proyectos utilizar el término “Cartera” referido a la gestión de un conjunto de proyectos. Según la (International Project Management Association, 2009), una cartera es un conjunto de proyectos, no necesariamente relacionados entre sí, reunidos a efectos de control, coordinación y optimización. (Kester, Hultink, & Lauche, 2009) explican cómo la gestión de carteras se diferencia de la gestión individual de proyectos en que es un proceso interrelacionado de toma de decisiones para alcanzar los objetivos de la empresa mediante un uso eficaz de los recursos disponibles. En su artículo hacen mención a la complejidad de generar carteras de proyectos equilibradas en el largo plazo que no comprometan el crecimiento futuro de la compañía. (Cooper & Edgett, 2001) definen los tres elementos fundamentales de una cartera de proyectos equilibrada; Alineamiento estratégico (alineación entre los objetivos de la empresa y los de la cartera de proyectos), maximización del valor (ratio óptimo entre recursos invertidos y resultados) y equilibrio (Armonía en la cartera de proyectos según parámetros como riesgo, innovación disruptiva o incremental y otros). En la medida que la cartera de proyectos cumpla estas condiciones el desempeño a largo plazo será mejor.

Modelos avanzados de gestión de carteras de proyectos como el presentado por (Dickinson, Thornton, & Graves, 2001) no son capaces de cuantificar las interdependencias entre proyectos ni el equilibrio entre riesgos y recompensas.

En general los modelos de éxito son explícitos y formales y se aplican sistemáticamente comparando los proyectos entre sí. (Canbaz & Marle, 2014)

3. Trabajos Previos.

Los proyectos de mantenimiento, rehabilitación y mejora en ferrocarriles presentados en Montesinos Valera (2015) actúan sobre el sistema ferroviario en servicio, con el objetivo común de mejorar su funcionamiento. Cada proyecto realizado tiene consecuencias sobre el resto de la red y una vez finalizado las condiciones del resto de proyectos o alternativas han cambiado.

Los resultados obtenidos consideraban cada proyecto de forma independiente y no tenía en cuenta que se podían realizar simultáneamente varios sobre una misma zona aunque si se eliminaban de la cartera los proyectos incompatibles con los de mayor prioridad.

4. Conversión de los proyectos priorizados en una cartera óptima.

Siguiendo el modelo de gestión de programas propuesto por (Thiry, 2004) se ordenaron los proyectos de forma aislada, con unos criterios comunes, marcados por los objetivos generales de la división de mantenimiento de ADIF (Administrador de Infraestructuras Ferroviarias), pero, previo al comienzo de la ejecución se eliminaron del listado los proyectos que no era útil ejecutar por ser incompatibles con proyectos de mayor prioridad.

Para realizar este filtrado se generó una matriz de incompatibilidad entre proyectos por tipo. Las incompatibilidades se basan en que determinados proyectos son sustitutivos entre sí; son diferentes soluciones de mejora a un mismo problema. Si un proyecto tiene más prioridad que una solución alternativa es porque es una solución más adaptada, no teniendo sentido figurar en el listado de proyectos ambas soluciones, sino que solo se deben incluir la mejor entre las alternativas. Es decir, hay proyectos que, si se ejecutan, provocan que ya no deban ejecutarse otros.

Dado que la forma de generar las alternativas es aplicar todos los tipos de proyectos sobre todas las líneas, las incompatibilidades solo se presentan dentro de una misma línea, ya que

los proyectos sobre líneas diferentes son, de forma general en esta etapa de evaluación, completamente independientes entre sí. Por ello, para el desarrollo de la optimización de carteras solo hemos de considerar los proyectos sobre la misma línea, la repercusión de proyectos sobre otras líneas se considera despreciable al ser mucho mas reducida que el efecto de los proyectos sobre la misma línea.

Los resultados obtenidos en Montesinos Valera (2015) nos muestran que la eliminación de proyectos no es igual en todas las líneas. El orden de aplicación del algoritmo de eliminación hace que desaparezcan diferentes proyectos en cada caso, sobre todo porque existen incompatibilidades no simétricas entre varios tipo de proyectos (A elimina a B, pero B no elimina a A).

Estos resultados nos muestran que la optimización es dependiente de las condiciones de cada línea y que el resultado obtenido en la cartera combinada puede ser muy diferente al de la cartera independiente.

A la hora de considerar que proyectos se pueden combinar se tiene en cuenta que los ciclos de inversión suelen ser mayores de un año y que los proyectos se terminan antes del final de ciclo de inversión por lo que el problema es: dada una prioridad de cada proyecto por separado y una matriz de compatibilidad que los combina, ¿Cual es la combinación de proyectos que genera la máxima valoración en cada línea?

El modelo propuesto considera una matriz de compatibilidad, similar a la propuesta por (Dickinson et al., 2001) como matriz de estructura de diseño, que, para cada relación entre proyectos, obtenemos un valor de compatibilidad entre ellos basado en la experiencia del decisor, como realiza (Canbaz & Marle, 2014), al ser la relación entre proyectos compleja de evaluar y de modelizar, hemos tenido que basarnos en la experiencia.

El valor de compatibilidad varia entre 0 y 10, siendo 0 cuando los dos proyectos son mucho mejores combinados que por separado, 1, cuando las valoraciones son puramente aditivas, es decir son completamente independientes y 10 cuando los dos proyectos contemplados salen perjudicados al realizarse de forma conjunta.

La formula utilizada para realizar la combinación de la valoración de proyectos es la siguiente

$$V_{conj}=V_a+V_b^{(comp)} \quad (1)$$

Donde V_a es la valoración mas alta y V_b la mas baja de los proyectos considerados

La matriz, mostrada en la Tabla 1 es simétrica, ya que el efecto de realizar A y B es el mismo que realizar B y A, puesto que son situaciones equivalentes.

Tabla 1 Matriz de compatibilidad

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	X	Y
A	1	10	10	1	10	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
B	10	1	10	1	10	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
C	10	10	1	1	10	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
D	1	1	1	1	10	10	10	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
E	1	1	1	1	1	10	10	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
F	1	1	1	1	10	1	10	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
G	1	1	1	1	10	10	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
H	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

I	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
J	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
K	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
L	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
M	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
N	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
O	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
P	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Q	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	1	1	1	1	1	1	1	1	1
R	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	1	1	1	1	1	1	1	1	1
S	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	10	10	1	1	1
T	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	1	10	10	1	1
U	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	10	1	10	1	1
V	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	10	10	1	1	1
X	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Y	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

La formula utilizada no permite cualquier valoración de la combinación, ya que hay tanto un techo como un suelo en la valoración conjunta aun así, el rango de valoración es bastante alto y por ello el error que se puede cometer es reducido y siempre en los márgenes del modelo. El problema de la incertidumbre y de la subjetividad en los umbrales y toma de datos para el modelado es similar al que presenta (Canbaz & Marle, 2014).

Los modelos existentes en la literatura de combinación de proyectos, por ejemplo (Archer & Ghasemzadeh, 1999) o (Canbaz & Marle, 2014) se basan también en la experiencia del decisor y en estudiar los proyectos y el sector en el que se realizan para realizar las valoraciones.

El algoritmo de valoración utilizado es el siguiente:

- 1.- Se selecciona el proyecto de mayor valoración.
- 2.- Aplicar la matriz de compatibilidad con el resto de proyectos de listado existentes.
- 3.- Las combinaciones con ganancia o indiferentes se incluyen en el listado.
- 4.- Para cada combinación se aplica la matriz para el resto de proyectos.
- 5.- Las combinaciones de tres proyectos con ganancia o indiferentes se incluyen en el listado.
- 6.- Se repiten los pasos 4 y 5 hasta generar las combinaciones del mayor número de proyectos posible.
- 7.- Se selecciona el segundo proyecto de mejor valoración.
- 8.- Se repiten los pasos del 2 al 7 pero sin considerar las combinaciones en las que participe el mejor proyecto.
- 9.- Cuando se llegue al ultimo proyecto del listado inicial, el algoritmo se detiene.

El algoritmo genera todas las permutaciones de proyectos posibles y su valoración conjunta obteniéndose como resultado un listado de combinaciones de proyectos alternativas.

5. Resultados

Aplicando el modelo descrito sobre la cartera de proyectos desarrollada en Montesinos Valera (2015) se han obtenido los siguientes resultados. En la tabla 2 se puede ver la valoración del proyecto conjunto y los proyectos que combina. La tabla es solo un extracto de los mejor valorados. De los 419 proyectos originales se obtienen 3.025 combinaciones en total.

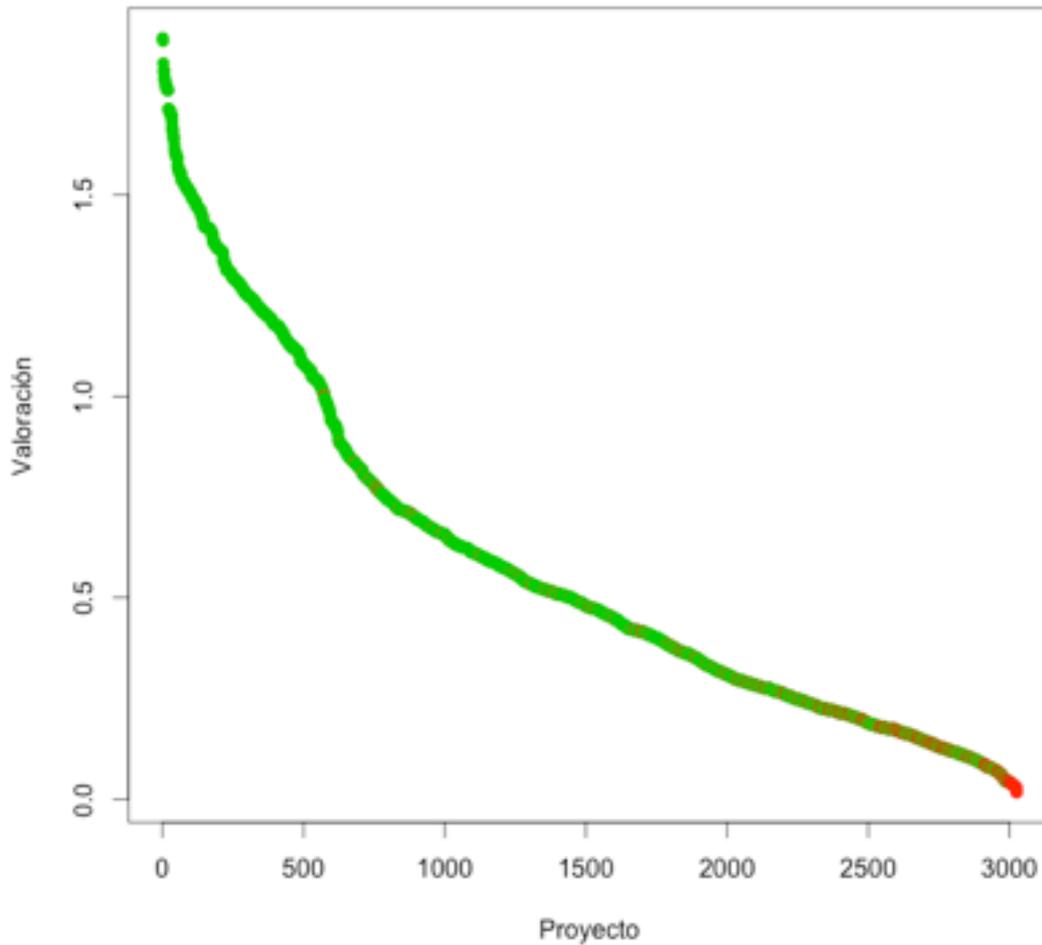
Tabla 2 Valoración del proyecto conjunto y los originales

	Id. Proyecto	Beneficios	Oportunidades	Costes	Riesgos	Valoración Conjunta	Primer Proyecto	Segundo Proyecto
420	31300I	0.5572	0.5535	0.3655	0.1642	1,8820	31300I	31300X
422	31300I	0.5572	0.5535	0.3655	0.1642	1,7868	31300I	31300J
423	31300I	0.5572	0.5535	0.3655	0.1642	1,7617	31300I	31300N
424	31300I	0.5572	0.5535	0.3655	0.1642	1,7125	31300I	31300O
425	31300I	0.5572	0.5535	0.3655	0.1642	1,7072	31300I	31300C
2101	31300X	0.5811	0.7178	0.4606	0.1998	1,6687	31300X	31300J
427	31300I	0.5572	0.5535	0.3655	0.1642	1,6578	31300I	31300L
2102	31300X	0.5811	0.7178	0.4606	0.1998	1,6436	31300X	31300N
428	31300I	0.5572	0.5535	0.3655	0.1642	1,6414	31300I	31300B
3100	32300X	0.7333	1,000	0.5718	0.2987	1,6262	32300X	32300S
3101	32300X	0.7333	1,000	0.5718	0.2987	1,6101	32300X	32300G
429	31300I	0.5572	0.5535	0.3655	0.1642	1,6034	31300I	31300P
3102	32300X	0.7333	1,000	0.5718	0.2987	1,6025	32300X	32300T
3103	32300X	0.7333	1,000	0.5718	0.2987	1,5947	32300X	32300U
3104	32300X	0.7333	1,000	0.5718	0.2987	1,5947	32300X	32300V
2103	31300X	0.5811	0.7178	0.4606	0.1998	1,5945	31300X	31300O
436	31300A	0.5595	0.4832	0.3655	0.1783	1,5940	31300A	31300J
2104	31300X	0.5811	0.7178	0.4606	0.1998	1,5891	31300X	31300C
437	31300A	0.5595	0.4832	0.3655	0.1783	1,5689	31300A	31300N
510	32300S	0.9897	0.8387	0.5991	0.3410	1,5655	32300S	32300G

No se incluyen los proyectos combinados con pérdidas, ya que han sido descartados en una fase anterior.

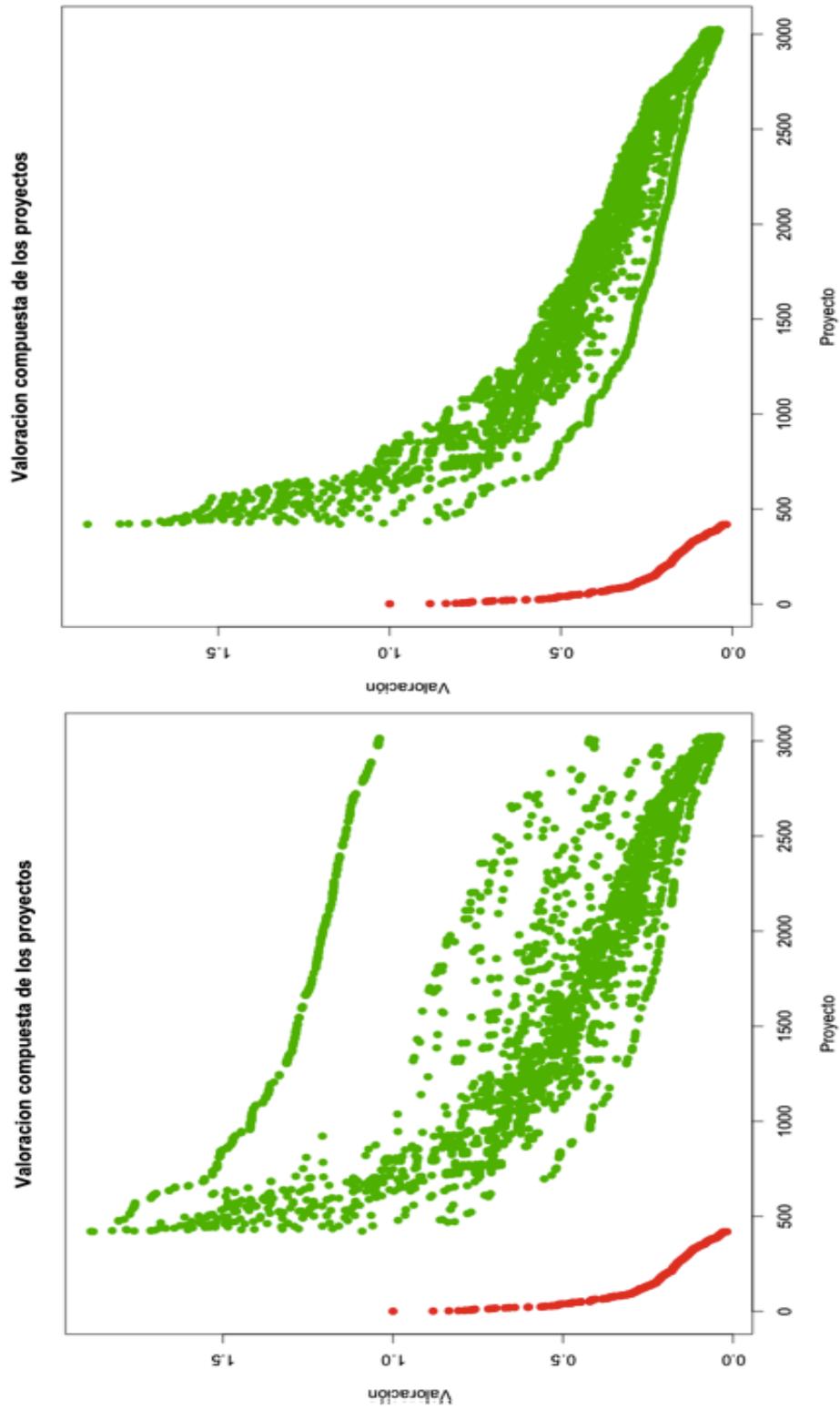
La figura 1 muestra la valoración de los proyectos combinados ordenados por valoración. Se puede ver que los proyectos originales (marcados en rojo) tienen valoraciones bajas frente a los combinados (en verde).

Figura 1. Valoración compuesta de los proyectos, originales (rojo) y combinados (verde)



En la figura 2 se puede ver el efecto de la valoración de la ganancia al combinarlos frente a la valoración obtenida por combinación directa, generándose un grupo de proyectos interesantes que se separa de los que no tienen gran ganancia al combinarse.

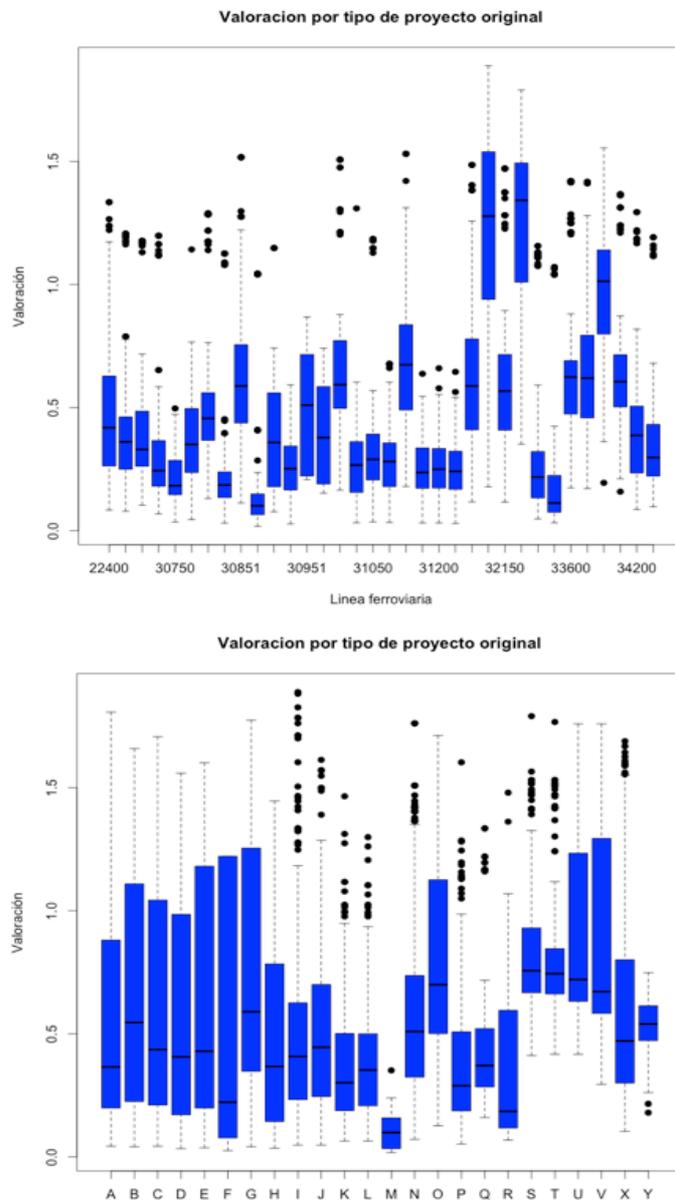
Figura 2. Valoración de los proyectos combinados



Con este análisis conjunto de la cartera de proyectos vemos que tener en cuenta los beneficios de la combinación aumenta la riqueza de la información sobre los proyectos y se genera un grupo de proyectos combinados de alta valoración. También podemos obtener un imagen integral de qué proyectos son más necesarios o útiles en la zona de estudio y permitir centrar los recursos en el tipo de actuaciones más efectivo para cada zona ya que, como se ha visto, es necesario un estudio profundo para obtener los proyectos adecuados al no existir una norma o proceso general aplicable.

La figura 3 muestran como cambian las valoraciones desde los proyectos originales a los combinados agrupados por tipos de línea y la figura 5 al agruparlos por tipo de proyecto.

Figura 3 Diagrama de cajas y bigotes.

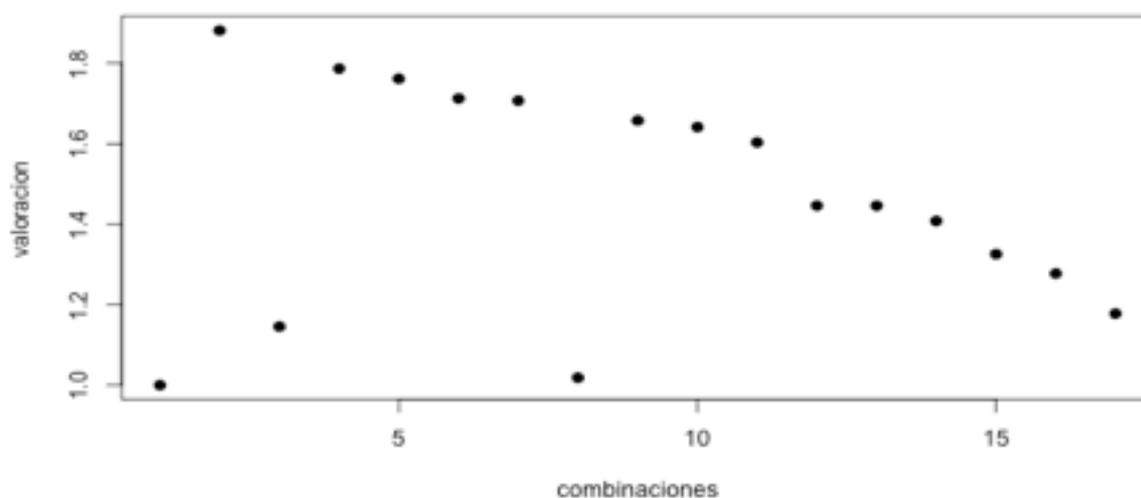


Se puede ver que en general todos los tipos de proyectos obtienen resultados similares y que es al comparar por líneas donde aparecen diferencias. También podemos ver que se que hay gran diferencia entre los buenos y malos proyectos, ya que la diferencia entre los mejor valorados y las medias son altas, al haber buenas combinaciones que se distancian mucho de los proyectos aislados y de las combinaciones poco efectivas.

La experiencia previa de los autores en la realización de proyectos similares a los estudiados indica que hay actuaciones que suele ser recomendable que se realicen de manera conjunta, aunque no se había sistematizado nunca un análisis de este tipo mas allá de reglas de mejores practicas establecidas.

Si estudiamos el caso de todas las combinaciones en las que participa un proyecto sobre una misma línea, gráficamente podemos ver en la figura 4 como hay combinaciones muy beneficiosas y otras que no lo son tanto, dependiendo de la compatibilidad del proyecto con el que se combine.

Figura 4 Valoraciones combinaciones del proyecto 3100I



El caso de proyectos con valoración media o baja es especialmente particular al haber determinadas combinaciones que son especialmente beneficiosas y que tienen valoraciones muy superiores a la de los proyectos por separado. Estos casos son el principal objetivo del estudio, puesto que si no se considera el efecto de la combinación quedarían relegados a posiciones mucho mas bajas en la ordenación.

El combinar mas de dos proyectos no se ha estudiado específicamente pero al evaluar los tipos de proyectos y las relaciones entre ellos apenas hay combinaciones de tres proyectos en los que aparezcan sinergias no capturadas en la combinación de dos.

Siempre hay que tener en cuenta al decidir los modelos que un incremento de la complejidad de los modelos de decisión suele necesitar de un incremento de los

requerimientos de información, (Kaiser, Arbi, & Ahlemann, 2015), por lo que hemos de estudiar con detenimiento si el aumento de la información necesario aporta beneficios en la valoración y discriminación de los proyectos o solo genera costes y ruido en la valoración.

Si estudiamos en general las combinaciones mejor valoradas, vemos que combinar proyectos tipo I (Renovación de catenaria tipo CR 220) o X (Supresión de pasos a nivel) con tipo J (Renovación de catenaria tipo CR 160) N (Renovación de enclavamientos electrónicos y Circuitos de vía de audiofrecuencia) o C (renovación de vía con carril UIC 54 y traviesas de hormigón) aunque no hay una combinación clave, sino que cualquier tipo de proyecto aparece en cualquier valoración.

6. Conclusiones

El estudio realizado ha permitido evaluar el efecto de la combinación de proyectos sobre una cartera preexistente y como el tener en cuenta los beneficios de la combinación cambia la valoración conjunta.

Como se ve en las figuras 2 y 3 la mayor parte de los proyectos no tiene grandes beneficios al combinarse, pero las combinaciones mas favorables si que se diferencian del resto, obteniendo valoraciones muy altas.

El estudio también ha permitido obtener conclusiones sobre las relaciones entre los proyectos y como hay varios grupos de proyectos relacionados entre si cuya combinación es muy recomendable.

En general los combinados siempre quedan por encima de los proyectos sencillos y las combinaciones mas comunes son la renovación tecnológica de las líneas que están en peor estado. La renovación tecnológica combinada en todos los ámbitos (Vía, señalización y electrificación) unida a la supresión de pasos a nivel es la mas deseable generalmente al no aumentar la distorsión sobre el funcionamiento de la línea ferroviaria por realizarse simultáneamente y obtenerse beneficios conjuntos al realizarse. Por ejemplo la mejora del tipo de carril y traviesa aumenta los valores de aislamiento de vía mejorando el funcionamiento de los circuitos de vía de audiofrecuencia y haciendo aun mas interesante su instalación.

7. Bibliografía

Archer, N. P., & Ghasemzadeh, F. (1999). An integrated framework for project portfolio selection. *International Journal of Project Management*, 17(4), 207–216.

Canbaz, B., & Marle, F. (2014). Construction of project portfolio considering efficiency , strategic effectiveness , balance and project interdependencies. *International Journal of Project Organisation and Management*.

Cooper, R., & Edgett, S. (2001). Portfolio management for new products: picking the winners. *Product Development Institute, Ancaster, ...*, (11). Retrieved from http://www.stage-gate.com/downloads/wp/wp_11.pdf

- Dickinson, M. W., Thornton, A. C., & Graves, S. (2001). Technology Portfolio Management : Optimizing Interdependent Projects Over Multiple Time Periods. *IEEE Transactions on Engineering Management*, 48(4), 518–527.
- International Project Management Association. (2009). *NCB 3.1 Bases para la Competencia en Dirección de Proyectos* (p. 236). AEIPRO.
- Kaiser, M. G., Arbi, F. el, & Ahlemann, F. (2015). Successful project portfolio management beyond project selection techniques : Understanding the role of structural alignment Successful project portfolio management beyond project selection techniques : Understanding the role of structural alignment. *International Journal of Project Management*, (November). doi:10.1016/j.ijproman.2014.03.002
- Kester, L., Hultink, E. J., & Lauche, K. (2009). Portfolio decision-making genres: A case study. *Journal of Engineering and Technology Management*, 26(4), 327–341. doi:10.1016/j.jengtecman.2009.10.006
- Lycett, M., Rassau, A., & Danson, J. (2004). Programme management: a critical review. *International Journal of Project Management*, 22(4), 289–299. doi:10.1016/j.ijproman.2003.06.001
- Montesinos Valera, J. (2015). *Aplicación de las técnicas AHP, ANP-BC y ANP-BOCR de análisis multicriterio de decisiones a la selección de carteras de proyectos de mantenimiento, rehabilitación y mejora en infraestructuras ferroviarias. Tesis Doctoral. Universidad Politécnica de Valencia.*
- Pellegrinelli, S., Partington, D., Hemingway, C., Mohdzain, Z., & Shah, M. (2007). The importance of context in programme management: An empirical review of programme practices. *International Journal of Project Management*, 25(1), 41–55. doi:10.1016/j.ijproman.2006.06.002
- Thiry, M. (2004). “For DAD”: a programme management life-cycle process. *International Journal of Project Management*, 22(3), 245–252. doi:10.1016/S0263-7863(03)00064-4