



TRABAJO FINAL DE GRADO

ESTUDIO ECONÓMICO PARA LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS DE AMPLIACIÓN DE LA AUTOVÍA V-21, EN LOS TÉRMINOS MUNICIPALES DE ALBORAYA Y VALENCIA (PROVINCIA DE VALENCIA)

Presentado por

César Ruiz Sánchez

Para la obtención del

Grado de Ingeniería Civil

Curso académico: 2017/2018

Tutor: Juan José Clemente Tirado

Cotutor: Ferrán Navarro Ferrer

ETSICCP, UPV, Valencia, Septiembre de 2018

A mi familia,

A mi tutor, D. Juan José Clemente Tirado y a mi cotutor, D. Ferrán Navarro Ferrer,

A Ramón y Mario por su inestimable ayuda.

ÍNDICE GENERAL

- **MEMORIA**
- **ANEJO 1. ANEJO DE CÁLCULO**
- **ANEJO 2. ANEJO DE PLANOS INFORMATIVOS**
- **ANEJO 3. ANEJO DE DOCUMENTACIÓN DE LICITACIÓN**



TRABAJO FINAL DE GRADO

ESTUDIO ECONÓMICO PARA LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS DE AMPLIACIÓN DE LA AUTOVÍA V-21, EN LOS TÉRMINOS MUNICIPALES DE ALBORAYA Y VALENCIA (PROVINCIA DE VALENCIA)

MEMORIA

Titulación: *Grado en Ingeniería Civil*

Curso académico: *2017/2018*

Autor: *César Ruiz Sánchez*

Tutor: *Juan José Clemente Tirado*

Cotutor: *Ferrán Navarro Ferrer*

ETSICCP, UPV, Valencia, Septiembre de 2018

ÍNDICE DE LA MEMORIA

PARTE 0. GENERALIDADES	4	2.5 Modificados y precios contradictorios	18
1. Introducción.....	4	2.6 Unidades.....	18
2. Objetivos del trabajo.....	4	3. Escenarios APO.....	18
3. Datos previos del proyecto	4	3.1 Escenario Actual	18
3.1 Antecedentes administrativos.	4	3.2 Escenario Previsto.	22
3.2 Antecedentes técnicos.....	5	3.3 Escenario Óptimo.	26
3.3 Descripción general del proyecto.....	5	4. Conclusión aplicación práctica.....	36
PARTE 1: MARCO TEÓRICO.....	8	Bibliografía.....	38
1. Introducción.....	8		
2. Agentes de la construcción	8		
3. Parámetros económicos y conceptos de la Planificación Económica.....	8		
3.1 Cálculo de costes.....	8		
3.2 Precio Unitario de Coste.....	9		
3.3 Gastos generales de la empresa.....	9		
3.4 Errores de medición.....	10		
3.5 Omisión de partidas.....	10		
3.6 Modificados.	10		
3.7 Oferta de licitación.	11		
3.8 Presupuesto Ejecución Material (PEM).....	11		
3.9 Presupuesto Base de Licitación (PBL).....	11		
3.10 Beneficio Industrial.....	11		
3.11 Coeficiente de adjudicación.	11		
3.12 Baja.....	12		
4. Ejecución del Estudio Económico en fase de Ejecución.....	12		
4.1 Introducción	12		
4.2 Descripción.....	12		
4.3 Conceptos.....	13		
5. Estrategias de mejora en los resultados en obra.....	14		
PARTE 2. APLICACIÓN PRÁCTICA	16		
1. Introducción.....	16		
2. Hipótesis.....	16		
2.1 Tipo de contrato.	16		
2.2 Plazo de ejecución.	17		
2.3 Principio de Pareto.	17		
2.4 Precios y costes.	17		

PARTE 0. GENERALIDADES

1. Introducción.

La presente memoria corresponde al desarrollo de las bases teóricas de un estudio económico y su aplicación práctica al proyecto de construcción de “Ampliación a tres carriles del Tramo Carraixet–Valencia de la autovía V-21”.

La autovía V-21, Puzol-Valencia, constituye el denominado acceso norte a Valencia, y da servicio al tráfico con origen o destino el norte de la autovía A-7 o la autovía A-23. La V-21, con dos carriles por sentido de circulación, soporta un alto volumen de tráfico, de manera que los niveles de servicio son bajos, con importantes retenciones.

El proyecto en el que se basa el estudio económico tiene por objeto la definición y valoración de las obras necesarias para la ampliación a tres carriles de la autovía V-21 en el tramo comprendido entre el enlace de Alboraya y la conexión de la Ronda Norte de Valencia con la autovía V-21. El ámbito de estudio se encuadra en la provincia de Valencia, en los términos municipales de Alboraya y Valencia.



Figura 1: Localización de la obra. Fuente: Proyecto de construcción

Un estudio económico es un concepto genérico que adquiere diferente contenido y nomenclatura en función de la fase del proyecto - construcción en que se lleva a cabo.

Un estudio económico en fase de licitación analiza el proyecto que se licita para valorar los costes de la realización de la obra en caso de la adjudicación del proyecto. Este estudio, que será valorado por la Dirección de la empresa, tiene como fin último proponer una oferta económica.

Por otra parte, existe el estudio económico previo a la ejecución de la obra. En este estudio se valora el beneficio previsto de la obra en diferentes escenarios, para ello se analiza el proyecto en profundidad para conocer e intentar optimizar los defectos, errores, omisiones, diseños mal definidos, etc.

2. Objetivos del trabajo.

El objetivo principal de este Trabajo Final de Grado es el desarrollo de las bases teóricas de la planificación económica de un proyecto de construcción en la fase previa al inicio de las obras, desde el punto de vista de la constructora; y su aplicación práctica, realizando un estudio de la previsión de resultados con una empresa ficticia en el proyecto de la ampliación a tres carriles de la autovía V-21. En este estudio se valorará la previsión de resultados en los diferentes escenarios que se pueden presentar, añadiendo así la incertidumbre propia de la fase de ejecución de una obra.

3. Datos previos del proyecto

3.1 Antecedentes administrativos.

La Orden de Estudio que sirve de base al proyecto, se autorizó por Resolución de la Dirección General de Carreteras de fecha 19 de diciembre de 2007. El 16 de septiembre de 2008 se firmó el contrato, para la redacción del proyecto de trazado y construcción de “Ampliación a tres carriles del tramo Carraixet - Valencia de la autovía V-21”

Debido a las modificaciones en las previsiones en cuanto a la conexión del acceso norte al puerto con la autovía V-21 y la inclusión en el proyecto de la ejecución de las obras de fábrica para el

paso inferior del ramal de entrada del futuro Acceso Norte al Puerto de Valencia y de la futura línea de AVE Valencia – Barcelona con la V-21, demarcación de Carreteras del Estado en la Comunidad Valenciana solicitó varias modificaciones de Orden de Estudio, aprobadas por el Director General de Carreteras.

Finalmente “CPS Ingenieros, Obra Civil y Medio Ambiente S.L” entregó el proyecto en abril de 2017 y posteriormente, el 18 de agosto de 2017, se publica en el Boletín Oficial del Estado (BOE) la licitación de la obra de la “Ampliación a tres carriles del tramo Carraixet-Valencia de la autovía V-21. Provincia de Valencia.”

3.2 Antecedentes técnicos

La actual autovía se construyó como desdoblamiento de la antigua carretera N-340 con un proyecto constructivo del año 1972, por lo que sus características geométricas no cumplen algunas de las limitaciones impuestas por la vigente Norma de Trazado 3.1-I.C.

El trazado en alzado se define prácticamente horizontal, excepto en el paso sobre el ferrocarril y los caminos anexos a éste, en el que se define un acuerdo convexo que no cumple las especificaciones que establece la Norma para una velocidad de proyecto de 100 km/h.

La actual sección transversal está formada por dos calzadas con dos carriles por sentido, con una anchura por carril de 3,75 m. Los arcones exteriores tienen una anchura variable, aproximándose a los 2,50 metros en la mayor parte del tramo y ampliándose hasta más de tres metros en la curva del P.K. 15+000 en el sentido Puçol, y reduciéndose en los pasos sobre las estructuras a poco más de un metro. El ancho de los arcones interiores oscila entre 1,00 y 1,50 metros, aunque sobre las estructuras se reduce a menos de un metro, mientras que en la curva del P.K. 15+000 se amplía a más de dos metros para mejorar la visibilidad.

La actual mediana se define en el tramo inicial con una anchura aproximada de 9 metros hasta el enlace de Alboraya. Posteriormente, la anchura de la mediana disminuye desde el enlace de Alboraya hasta el barranco del Carraixet desde una anchura de 9 metros a una anchura de 1,50 metros.

Posteriormente, en el resto del tramo se define la mediana mediante una barrera de seguridad doble de hormigón, por lo que la anchura de esta se reduce a la anchura de la barrera.

En cuanto al enlace de Alboraya es el más próximo a la ciudad de Valencia y a través de él se establece la comunicación entre la capital varias poblaciones que se sitúan en el entorno (Alboraya, Tabernas Blanques, Almàssera y Meliana).

A su vez, permite el acceso a la urbanización Port Saplava, al centro comercial anexo y al polígono industrial del Mediterráneo, situado junto a la autovía en el margen oeste. El enlace está formado por una glorieta en el lado oeste, definida mediante un radio exterior de 26 metros, con cuatro ramales de entrada y salida, y que permite la conexión de la carretera CV-311 con la autovía. Por otro lado, en el lado este se establece una intersección tipo glorieta.

El presente proyecto contempla la remodelación de la parte del enlace que queda al oeste de la autovía, mientras que la parte del enlace ubicada al este de la autovía ha sido remodelada por las obras de Ampliación a tres carriles de la autovía V-21, Tramo: Puçol (V-23) – Alboraya (Nuevo Acceso al Puerto de Valencia).

3.3 Descripción general del proyecto

Las obras proyectadas consisten en la ampliación a tres carriles del tramo Carraixet-Valencia de la autovía V-21 y la mejora de una curva de radio reducido con graves deficiencias de visibilidad al ser coincidente con un acuerdo convexo sobre el ferrocarril.

El proyecto se inicia en la conexión del nuevo acceso norte al puerto de Valencia con la autovía, cuyas obras están recientemente ejecutadas, y termina en la conexión de la autovía V-21 con la ronda norte de Valencia en una glorieta con paso inferior, que conforma el acceso norte a la ciudad de Valencia. En este recorrido existe un elemento físico de envergadura, el barranco del Carraixet, que sirve de división física en dos tramos de características sensiblemente diferenciadas y cuya solución de ampliación en consecuencia también resulta diferente.

En su recorrido la autovía es atravesado por numerosas acequias, por caminos que permiten la comunicación de las poblaciones situadas al oeste de la autovía con la costa y por otras infraestructuras como es la línea de ferrocarril Valencia-Tarragona, y en un futuro por la línea de alta velocidad planeada junto a la infraestructura ferroviaria existente, y el paso inferior previsto por el acceso norte al puerto en su segunda fase.

De esta forma resultan un total de tres estructuras sobre caminos (camino viejo del Mar, camino Hondo y camino de Farinós), dos acequias de importancia (Vera y Palmaret) y los pasos sobre el ferrocarril y el acceso al puerto, además de cubriciones con losa de algunas acequias (Savoia y Brazo del Morro).

De las estructuras existentes se aprovechan todas generando las ampliaciones necesarias excepto la del camino viejo del Mar que se demuele y se construye una nueva en el mismo sitio, y la estructura del barranco del Carraixet donde no se actúa sobre la misma ni se modifica en modo alguno puesto que tan sólo se fresa y repone aglomerado y se modifica la posición de la mediana.

Estudio económico para la ejecución de las obras de ampliación de la autovía V-21, en los términos municipales de Alboraya y Valencia (Provincia de Valencia)

Igualmente, el proyecto incorpora las nuevas estructuras previstas por el acceso norte al puerto y la línea de alta velocidad Valencia-Barcelona, con objeto de evitar futuras interferencias en la autovía una vez se encuentre en funcionamiento.

A continuación, se muestra el tramo con más acumulación de estructuras, desde el PK 15+000 hasta el 15+500 se concentran hasta cinco estructuras:

- Estructura Camí Vell del Mar
- Estructura acceso norte Puerto de Valencia
- Estructura FFCC Valencia-Tarragona
- Estructura Ave Valencia-Barcelona
- Estructura Camí de Fondo

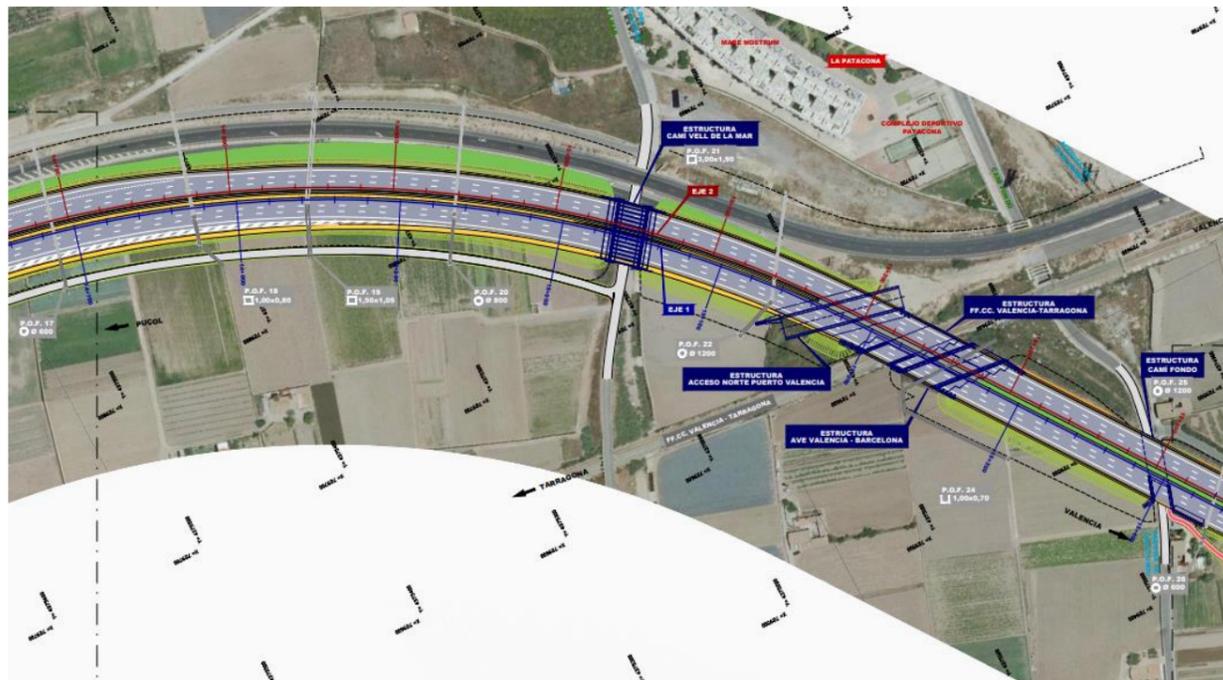


Figura 2: Planta del trazado. PK 15+000 - 15+500. Fuente: Proyecto de construcción

El proyecto se completa con la remodelación del lado oeste del enlace de Alboraya para adecuarlo a la nueva sección tipo del tronco proyectada y mejorar su capacidad y seguridad vial. El enlace de Alboraya es el más próximo a la ciudad de Valencia y a través de él se establece la comunicación

entre la capital y las poblaciones del área metropolitana norte, al polígono industrial del Mediterráneo, a la urbanización Port Saplaya y a una zona comercial.

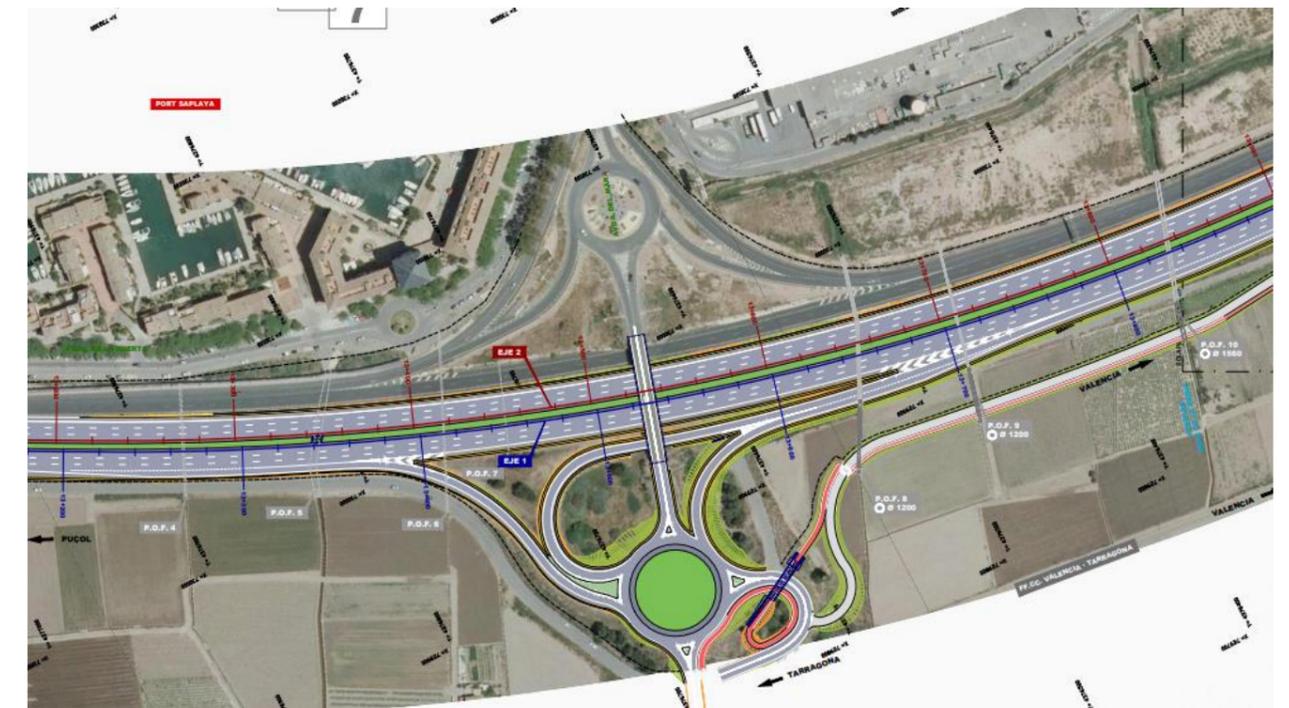


Figura 3: Enlace de Alboraya. Fuente: Proyecto de construcción

En el tramo comprendido entre Alboraya y el barranco del Carraixet la sección existente en la autovía presenta una mediana central de nueve metros permitiendo por tanto su ampliación en mediana, por lo que se disponen los terceros carriles en mediana minimizando así la ocupación de terrenos. Desde el Carraixet hacia Valencia la sección de mediana se hace estricta por lo que la ampliación a tres carriles se proyecta por el exterior, obligando a la reposición de innumerables acequias y de los caminos de servicio paralelos a la autovía en grandes tramos, aprovechando la última curva antes del acceso a la ciudad para ampliar un cuarto carril que permita una conexión fluida con el acceso a la ciudad a través del paso inferior o la glorieta.

El proyecto remodela todas las conexiones del enlace de Alboraya en su lado oeste, puesto que la parte este, recayente a la fachada marítima, se ejecutó en las obras de ampliación de la autovía V-21 en el tramo Puzol-Carraixet. A la entrada a la ciudad de Valencia, acomoda su sección a la existente incorporando un cuarto carril que permite su posterior reparto en dos carriles hacia el túnel de la Avenida de Cataluña y dos carriles hacia la glorieta de conexión con la Ronda norte. A

la salida de la ciudad remodela la sección existente incorporando hasta un quinto carril que posteriormente se reducen hasta los tres definidos en el tronco principal, que permite mantener una sección permanente de tres carriles de salida desde el túnel de la Avenida de Cataluña.

El proyecto incluye también la integración paisajística y ambiental de las obras, el alumbrado del enlace de Alboraya y del tronco a la entrada en el túnel, la prolongación de todas las acequias atravesadas por la traza puesto que conforman un complejo sistema de drenaje que se trata de mantener, el drenaje longitudinal de la traza, la reposición de todos los servicios afectados, así como toda la señalización vertical, horizontal y elementos complementarios que permiten la funcionalidad de la infraestructura.

PARTE 1: MARCO TEÓRICO

1. Introducción.

En esta parte se presentan los aspectos teóricos de un estudio económico, incluyendo los agentes implicados y los diferentes conceptos que engloba.

Se detallan los diferentes conceptos usados en la planificación económica de la obra, estos son esenciales para entender cualquier análisis económico en una obra. Además, se particularizará el uso de estos conceptos en el proceso de creación de un Estudio Económico en fase de Ejecución.

2. Agentes de la construcción

Antes de explicar los términos económicos, se explica someramente los distintos agentes que serán mencionados en este Trabajo.

- El promotor es cualquier persona, física o jurídica, pública o privada, que individual o colectivamente, decide, impulsa, programa y financia las obras.
- El proyectista es el agente que, por encargo del promotor y con sujeción a la normativa técnica y urbanística correspondiente, redacta el proyecto.
- El constructor es el agente que asume, contractualmente ante el promotor, el compromiso de ejecutar con medios humanos y materiales, propios o ajenos, las obras o parte de las mismas con sujeción al proyecto y al contrato.
- El director de obra es el agente que, formando parte de la dirección facultativa, dirige el desarrollo de la obra en los aspectos técnicos, estéticos, urbanísticos y medioambientales.

3. Parámetros económicos y conceptos de la Planificación Económica

Los parámetros económicos básicos que intervienen y en los que se basa la planificación económica son los siguientes:

- Ingresos de la obra
- Coste de la obra
- Resultado

Los ingresos de la obra (V) son el importe que percibirá la empresa constructora, una vez haya completado los trabajos y hayan sido recibidos por el promotor.

El coste de la obra (C) es el importe que la empresa habrá desembolsado la empresa constructora a todos sus proveedores, subcontratistas, industriales, trabajadores y terceros, así como de las tasas o arbitrios, una vez concluidos los trabajos y liquidados todos los contratos, además de los gastos proporcionales o de otro tipo que se produzcan por la estructura de la empresa para conseguir ejecutar la obra.

El resultado de la obra (R), o margen, es la diferencia entre los dos parámetros anteriores.

$$R = V - C$$

A continuación, se desarrollan estos parámetros y algunos otros que sientan las bases de la planificación económica.

3.1 Cálculo de costes

La empresa constructora estudia los gastos relacionados con la ejecución de las obras del proyecto. Estos gastos se dividen en dos grupos, costes directos y costes indirectos.

3.1.1 Costes directos

Son aquellos derivados de la ejecución física y material de las diferentes partidas que componen la obra, e imputables individualmente a cada una de ellas. Entre estos gastos se encuentran:

- **Materiales:** Gastos totales de la adquisición de materiales consumidos en la obra, adquiridos directamente por la Empresa Constructora. Se incluye todos los gastos asociados al suministro de estos a pie de obra, así como las pérdidas, mermas y excesos.
- **Subcontrataciones:** Costes de la obra ejecutada por terceros en régimen de subcontratación, ya sea con o sin suministro de materiales.
- **Mano de obra (directa):** Se computa como mano de obra todo aquel personal con categoría inferior a capataz (en general oficiales y peones). Los conductores, gruistas y otro tipo de operadores se suelen incluir en el epígrafe de Maquinaria. Dentro de este

epígrafe se incluyen todos los gastos asociados a la mano de obra, como salarios, seguridad social, provisión de pagas extras y vacaciones o dietas

- **Maquinaria y medios auxiliares (propia):** Se computan todos los costes asociados a la propiedad, conservación y explotación de la maquinaria y medios auxiliares.
- **Maquinaria y medios auxiliares (de terceros):** En este apartado se imputan los gastos de alquiler devengados en el periodo de disposición de la misma. Todos los gastos asociados excepto los consumos suelen estar incluidos en el precio pactado con el proveedor.
- **Transferencias internas:** Son costes correspondientes a mano de obra, materiales o maquinaria procedente de otras obras de la EC que hayan sido cedidos a la obra.

3.1.2 Costes indirectos

Son todos aquellos conceptos de coste de la propia obra que, aun formando parte del coste de esta, no puede conocerse con exactitud qué parte o medida de cada uno de ellos ha intervenido en cada operación de producción, ya que suelen ser gastos compartidos en toda la obra o en parte de ella.

Habitualmente se consideran costes indirectos los siguientes conceptos:

- **Personal de gestión de una obra:** Se considera como tal a todo el personal de la obra, excepto la mano de obra, y que estén a cargo de la constructora, como pueden ser el jefe de obra, encargados o administrativos. Se imputan todos los costes vinculados al equipo de gestión de la obra, incluyendo salarios, provisiones de despido o dietas, entre otros.
- **Instalaciones generales de la obra e instalaciones de producción:** En este bloque se imputan desde casetas u oficinas de obra (sea adquisición o arrendamiento), equipos informáticos, comunicaciones, papelería, mobiliario, mensajería o vallados, control de accesos y vigilancia.

- **Provisiones para la finalización de la obra:** Se trata de un fondo reservado para remates y repasos de la obra en fase de recepción, conservación durante el periodo de garantía, costes financieros hasta la liquidación de la obra e imprevistos.

3.2 Precio Unitario de Coste.

Tras haber definido de manera general qué es un coste directo e indirecto, es importante conocer el concepto de Precio Unitario de Coste o PUC que es el coste “directo” de producción para la constructora de una determinada unidad de obra, sin tener en cuenta la parte proporcional de Costes Indirectos o de Gastos Generales. Esto significa el precio que la empresa estima que le va a costar realizar cierta unidad de obra

El PUC es usado en los estudios económicos que realiza la constructora y la diferencia entre los precios de contrato y estos costes que la empresa considera “reales”, con un grado de incertidumbre, es lo que resulta en la previsión de unos beneficios.

Por esta razón, el cálculo de los PUC debe ser exhaustivo para así poder reducir al máximo la incertidumbre en los beneficios. Se debe realizar un presupuesto con estos precios para la licitación y luego se pueden perfeccionar en el Estudio Económico para Ejecución, una vez adjudicada la obra.

3.3 Gastos generales de la empresa

Cada una de las obras debe contribuir a soportar los costes de la estructura de la EC en un periodo, de tal manera que en los gastos se imputará una cantidad por dicho concepto, generalmente de manera proporcional a la producción de cada obra. Es lo que se denomina, a efectos de la cuenta de resultados de cada obra, los gastos generales de la Empresa Constructora, o parte proporcional de gastos de estructura.

3.4 Errores de medición.

Los errores de medición hacen referencia a valores que se han introducido erróneamente a la hora de formular el presupuesto, por ello, es esperable que sean muy distintas a los valores reales y que supongan una gran variación en el presupuesto total. No es una pequeña variación entre las mediciones de proyecto y las posteriormente ejecutadas, que es algo normal ya que, es imposible ajustar tales valores con total precisión, especialmente si se trata de partidas como los movimientos de tierras.

Los errores de medición son muy difíciles de analizar hasta que no se ejecuta la obra debido a la escasez de medios. Pese a ello, es conveniente realizar un análisis del presupuesto para detectar mediciones que puedan intuirse a simple vista erróneas.

3.5 Omisión de partidas.

La omisión de partidas se refiere a aquellas partidas que aparecen en los planos de proyecto, pero que por error no se han incluido en el presupuesto. Estas partidas deben ser ejecutadas, debido a que están incluidas en los planos, siendo estos últimos contractuales. Una vez se inicien las obras, la empresa que resulte adjudicataria, deberá pactar un precio de mutuo acuerdo con la Administración.

3.6 Modificados.

Las modificaciones en el proyecto, o modificados, son una parte fundamental de los estudios económicos y el beneficio previsto de la obra depende en gran medida de la aprobación de los modificados propuestos.

Los modificados son variaciones en el proyecto original con las que se busca mejorar el proyecto, bien sea facilitando y/o acelerando la ejecución de este o mejorando las condiciones económicas tanto para el adjudicatario como para la Administración.

La posibilidad de que las modificaciones planteadas en el Estudio Económico se lleven a cabo se analizan mediante los llamados Escenarios APO, que se explicarán posteriormente.

Las condiciones para realizar modificaciones de los contratos de obras y la posibilidad de aprobación de estas modificaciones vienen recogidas en el Real Decreto Legislativo 3/2011 del 14 de noviembre de 2011. Texto Refundido de la Ley de Contratos del Sector Público, en esta ley se establece:

Artículo 219:

1. *Los contratos administrativos solo podrán ser modificados por razones de interés público en los casos y en la forma previstos en el título V del libro I, y de acuerdo con el procedimiento regulado en el artículo 211. En estos casos, las modificaciones acordadas por el órgano de contratación serán obligatorias para los contratistas.*
2. *Las modificaciones del contrato deberán formalizarse conforme a lo dispuesto en el artículo 156.*

Artículo 234:

1. *Serán obligatorias para el contratista las modificaciones del contrato de obras que se acuerden de conformidad con lo establecido en el artículo 219 y en el título V del libro I. En caso de que la modificación suponga supresión o reducción de unidades de obra, el contratista no tendrá derecho a reclamar indemnización alguna.*
2. *Cuando las modificaciones supongan la introducción de unidades de obra no previstas en el proyecto o cuyas características difieran de las fijadas en éste, los precios aplicables a las mismas serán fijados por la Administración, previa audiencia del contratista por plazo mínimo de tres días hábiles. Si éste no aceptase los precios fijados, el órgano de contratación podrá contratarlas con otro empresario en los mismos precios que hubiese fijado o ejecutarlas directamente.*
3. *Cuando el Director facultativo de la obra considere necesaria una modificación del proyecto, recabará del órgano de contratación autorización para iniciar el correspondiente expediente, que se sustanciará con carácter de urgencia con las siguientes actuaciones:*
 - a) *Redacción de la modificación del proyecto y aprobación técnica de la misma.*
 - b) *Audiencia del contratista y del redactor del proyecto, por plazo mínimo de tres días.*

c) *Aprobación del expediente por el órgano de contratación, así como de los gastos complementarios precisos*

Como ya se ha comentado, las modificaciones en el proyecto son una de las mejores vías que la Constructora tiene para mejorar sus resultados en obra. La Constructora debe buscar las partidas en las que su beneficio sea alto para intentar mejorarlo y las unidades en las que pierda dinero para intentar reducirlo.

Para motivar a la Administración a que las modificaciones sean aceptadas se buscan ventajas para el interés público respecto a las soluciones originales: menor coste económico, menor impacto ambiental, ejecución más rápida, etc.

3.7 Oferta de licitación.

Tras estudiar los costes directos e indirectos, y los posibles errores, omisiones y modificados en el proyecto, la empresa constructora elabora un presupuesto propio, con los costes que la constructora estima, y sobre este presupuesto realiza la oferta de licitación.

A partir del presupuesto elaborado, la empresa debe considerar los beneficios que quiere obtener con la realización de las obras y el riesgo que está dispuesta a asumir.

La oferta de licitación es el valor numérico que representa la oferta de la empresa para la realización de las unidades de obra del proyecto.

3.8 Presupuesto Ejecución Material (PEM)

El PEM es la cuantificación económica del valor del proyecto de construcción por parte del proyectista. Se obtiene como sumatorio de los productos del precio unitario de proyecto de todas las unidades de obra por la medición de proyecto de estas unidades.

Este presupuesto sirve para fijar el Presupuesto Base de Licitación, es decir el importe que la administración está dispuesta a pagar por la ejecución de esa obra.

3.9 Presupuesto Base de Licitación (PBL)

El Presupuesto Base de Licitación (PBL) o de Ejecución por Contrata (PEC) es el resultado de sumar al presupuesto de ejecución material (PEM) los valores del beneficio industrial (BI) y los gastos generales de la empresa (GG), siendo estos porcentuales respecto al PEM.

La Administración fija unos porcentajes del 6% en el caso del beneficio industrial, y de un valor entre el 13% y el 17% para el concepto de gastos generales.

$$PBL = PEM * \left(1 + \frac{B.Industrial}{100} + \frac{GG}{100}\right)$$

3.10 Beneficio Industrial

El beneficio industrial es el porcentaje que el proyectista marca como beneficio para el contratista. Se especifica en el PBL y es habitual valorarlo en un 6% del PEM de la obra.

3.11 Coeficiente de adjudicación.

En el proceso de licitación, cada constructora realiza su oferta, y de ese importe de oferta se extrae el coeficiente de adjudicación, que se calcula como el cociente entre la oferta presentada por la constructora y el Presupuesto de Ejecución por Contrata (PEC) o Presupuesto Base de Licitación (PBL), ambos sin IVA.

$$Coeficiente\ de\ Adjudicación = \frac{Oferta\ de\ licitación}{PBL}$$

El coeficiente de adjudicación es un valor contractual, y se aplica sobre cada unidad de obra para calcular el pago final a la Constructora.

3.12 Baja

Habitualmente, se habla de baja para referirse a la diferencia porcentual entre la oferta de licitación presentada y el PBL. Esta se obtiene del coeficiente de adjudicación y se suele usar en tanto por ciento.

$$\text{Baja} = (1 - \text{coeficiente de adjudicación}) * 100$$

4. Ejecución del Estudio Económico en fase de Ejecución.

4.1 Introducción

Después de presentar los conceptos económicos habitualmente usados en un estudio económico, se detalla el procedimiento para realizar un Estudio Económico en Fase de Ejecución que permita ofrecer unos resultados económicos para la obra en diferentes escenarios.

El punto de partida de un Estudio Económico en Fase de Ejecución es la firma del contrato, a continuación, se explica el proceso a seguir y la importancia del contrato de obra.

Tras la adjudicación de la obra a la empresa constructora, resultado de ganar el concurso de licitación, se establece entre la empresa constructora y el promotor un contrato para realizar la construcción. En este documento se establece la relación entre contratista y promotor, así como las responsabilidades e influencia de terceros como puede ser la Dirección Facultativa u otros.

El contrato tiene como utilidad principal servir de guía al proceso que en él se refleja y ser una garantía legal para las partes que lo suscriben.

Mediante este acuerdo, se pretenden alcanzar dos objetivos:

- Que el promotor reciba una construcción realizada con cumplimiento fiel del Proyecto, respetando el precio y plazo acordados con el Constructor.
- Que el constructor obtenga un beneficio económico adecuado a su aportación y su experiencia técnica.

El contrato debe describir básicamente:

- Qué trabajos debe realizar el contratista
- Cuáles son las condiciones pactadas (precio, plazo/s)
- Cómo ha de efectuarse el pago
- Definir los mecanismos de relación
- Definir las acciones en caso de conflictos en cualquier ámbito de la obra

Los contratos se suelen denominar y clasificar por la forma en que se determina el precio de la obra, siendo los más usuales el contrato por precios unitarios y el contrato a precio cerrado.

Una vez se consigue el contrato para la ejecución de las obras, la empresa constructora realizará previamente al inicio de las obras una previsión del resultado de la obra en diferentes escenarios. Este estudio se denomina Estudio Económico en fase de Ejecución o Planificación Económica, este es el estudio realizado en este Trabajo Final de Grado.

4.2 Descripción

Esta planificación económica de la obra permitirá conocer perfectamente tanto el proyecto adjudicado como todos los documentos y anexos que contenga, así como las circunstancias del espacio de la obra y su entorno, la obra que se debe ejecutar con adecuación al proyecto, el resultado económico previsto de la misma y las posibilidades de optimización de este resultado.

Para elaborar el estudio económico de la obra, se deberá tener en cuenta:

- Subcontratos de ejecución de obra
- Contratos de suministros de materiales
- Contratos de transportes, alquileres y servicios
- Mano de obra y posibles destajos
- Elaboración de modificados o adicionales

La planificación económica de la obra se engloba dentro de la planificación general de la obra, que tiene como objetivo el análisis de los condicionantes de la obra, el contrato, el proyecto, etc. para obtener una programación que evite la improvisación durante el transcurso de las obras

El Estudio Económico en Fase de Ejecución es un documento que se actualiza periódicamente, de manera que las previsiones de resultados deben converger conforme avanza la obra. La primera versión del estudio se realiza antes del inicio de la obra o inmediatamente tras el comienzo de la

misma. Esta debe tener la menor incertidumbre posible a pesar de contener precios y mediciones poco seguras.

Este documento puede servir como referencia para la gestión futura del equipo de obra. Esto significa que durante el transcurso de la obra se puede comparar los resultados previstos en el estudio y los realmente alcanzados, así ver la desviación que se ha producido e intentar corregirla para poder llevar a la obra donde se esperaba en términos de beneficio económico

El estudio debe recoger la previsión de la cuenta de resultados de la obra con detalle (por partidas y total), se reflejan los cambios o actuaciones de cualquier tipo para mejora del resultado mediante análisis de Escenarios y es un documento interno. Lo realiza el equipo de obra y lo presenta a superiores, quienes lo deben aprobar.

4.3 Conceptos.

Una vez explicados los conceptos teóricos que forman parte de cualquier estudio económico, se expone como se manejan cada uno de ellos en el caso de un Estudio Económico en fase de ejecución

4.3.1 Medición.

Manejar datos lo más aproximados posible de la medición es esencial, ya que afecta tanto a gastos como a ingresos finales y permite, por ejemplo, ajustar al máximo los acuerdos de compra de recursos ajenos.

Para obtener una buena medición no se debe solamente revisar las partidas del presupuesto, sino que se debe también medir sobre planos para localizar omisiones o duplicidades e incluso medir mediante levantamiento topográfico.

La medición es la mejor forma de conocer el proyecto, pero no es posible medir todo, así que se deben priorizar las partidas con mayor medición y coste.

4.3.2 Costes

Los costes directos se calculan como el producto de la medición por el precio unitario de coste (PUC), introducido anteriormente.

Al ser un estudio que se realiza justo antes de empezar la obra o en los primeros meses, los PUC suelen provenir de proveedores y dependiendo del Escenario que se estime se contemplaran precios ya cerrados por contrato o precios posibles en negociación.

Los costes indirectos se obtienen a partir la propuesta de organización de la obra y del organigrama de esta. Normalmente se subestiman y quedan partidas de instalaciones, recursos, etc, sin cubrir; aspecto que hacen que los beneficios previstos se vean mermados.

Por último, los gastos generales se suelen computar como un porcentaje de los ingresos finales.

4.3.3 Modificados.

Una de las misiones del equipo de obra es detectar errores, carencias y aspectos mejorables de la obra que permitan proponer cambios que faciliten la ejecución y mejoren el resultado de la obra. Las causas habituales por las que se suele proponer una modificación son:

- Adición de una partida del proyecto nueva o modificación de algunas existentes por solicitud de la Empresa Constructora, normalmente estas se proponen por un cambio de solución constructiva o una mejora de calidad de los materiales, etc.
- Partida nueva debido a imprevistos en la obra, estos gastos no previstos pueden ser servicios afectados no contemplados en proyecto, compensaciones a vecinos, etc.
- Partida nueva debido a un error u omisión, a propuesta de la Dirección Facultativa o Empresa Constructora.
- Partida nueva o modificación de una partida existente por decisión del promotor o propuesta de la Dirección Facultativa y con objeto de mejorar las soluciones constructivas u optimizar costes

Cada modificado se puede encontrar en uno o varios escenarios de los que se explican a continuación, dependiendo de la seguridad que se tenga de su aprobación. Normalmente, antes del inicio de las obras se pueden llegar a pactos con la Dirección Facultativa para modificar partidas dudosas o que puedan afectar a la seguridad estructural.

4.3.4 Escenarios APO.

Todos los conceptos mencionados hasta ahora pueden variar a lo largo de la vida de la obra por diversas razones, por tanto, existe una incertidumbre que se debe manejar desde el equipo gestor de la obra. Cuando se adjudica la ejecución de la obra, se plantean los posibles beneficios que se esperan, como ya se ha explicado. Estos beneficios dependerán de los modificados, con variaciones en medición o adición de nuevas partidas y de los precios que se hayan pactado; para organizar estas cuestiones en función de su probabilidad se introduce el concepto de escenario APO. Estos escenarios son:

- **Escenario Actual:** en este escenario se realiza la previsión del resultado económico de la ejecución de las partidas incluidas en el proyecto con las mediciones reales además de las nuevas partidas detectadas por parte de la Empresa Constructora que se han pactado y los posibles modificados que en se hayan cerrado. El plazo de la obra se considerará como el real calculado con la programación que maneja el jefe de obra.
- **Escenario Previsto:** la previsión del escenario Actual se le incluyen los errores y omisiones detectadas en el proyecto que en no se hayan podido cerrar, pero si están considerándose y tienen una alta probabilidad de ser aceptadas. Se incluirán además los modificados que por planificación de la obra no urge su aceptación, pero si se considere que serán aceptadas por la dirección facultativa en el momento oportuno. Los costes también pueden variar con valores que se están negociando con proveedores, pero aún no hay acuerdo en firme. El plazo de la obra puede variar en de la aceptación de los modificados ya que, al variar el proceso constructivo este se podría ver reducido.
- **Escenario Óptimo:** en este escenario se plantean y añaden los modificados con menos posibilidad de ser aceptados, o aquellos que simplemente no están negociados con la Dirección. Los costes considerados son los más optimistas según el estado de las negociaciones y la experiencia de la Empresa Constructora. Los plazos también se pueden ver mejorados y en consecuencia los Costes Indirectos.

Al ser el Estudio Económico en fase de Ejecución un documento interno, cada Constructora tendrá un reglamento para realizarlo, con los criterios que se usan para colocar cada modificado, precio, plazo, etc., en un escenario u otro dependiendo del grado de incertidumbre que se le quiera otorgar.

5. Estrategias de mejora en los resultados en obra.

La obtención de beneficios es uno de los fines de cualquier empresa, y por tanto también de una Empresa Constructora, son los beneficios lo que sostiene su estructura y asegura su persistencia en el tiempo. Cuando se firma el contrato de obras, la maquinaria del equipo de obra debe empezar a moverse en busca de una mejora del resultado inicialmente previsto al realizar la oferta.

Principalmente la mejora se consigue por dos vías:

- Modificados en proyecto o contrato que mejoran el resultado con cambios en mediciones, adición de nuevas partidas, etc. Estos cambios requieren la aceptación de la Administración y la dirección Facultativa
- Reducciones de coste, ya sean costes directos por mejora de los precios de proveedores, subcontratas o eficiencia interna, o también costes indirectos, ligados sobre todo al plazo de obra.

Cualquier cambio en el proyecto tiene muchas veces incidencia en todos los aspectos de medición, plazo y coste. Por ejemplo, un modificado que incluya una variación de mediciones a nuestro favor, reduciendo pérdidas y aumentando beneficios por partida, también puede hacer mejorar los costes al tratarse de una solución de ejecución más favorable, que permite reducir los plazos de ejecución y con ellos se reducen los costes indirectos.

Esta doble vía de mejora se debe tener en cuenta a la hora de planificar los modificados.

Todas las estrategias de mejora en los resultados deben basarse en la eficiencia, la optimización de recursos y el ingenio y no se deben usar estrategias agresivas e incluso poco éticas contra los demás agentes implicados en la ejecución.

Algunas de estas estrategias pueden ser las prácticas abusivas contra un subcontratista, reducir costes con materiales de baja calidad, no ejecutar toda la medición de una partida, pero si cobrarla completa o acciones de coacción al Promotor.

Censurando los comportamientos anteriores, se exponen las acciones que se deben llevar a cabo para mejorar los resultados de la obra, que no solamente se basan en una correcta gestión del proceso de compra, producción y certificación, si no que hace falta un enfoque estratégico que se base fundamentalmente en el conocimiento del proyecto.

La táctica correcta se basa en el estudio, la planificación de estrategias y las acciones.

El estudio es la piedra angular de la mejora de resultados, se deben buscar errores, omisiones, procedimientos constructivos dudosos, diseños mal ejecutados y todas las posibilidades que puedan desencadenar cambios en el proyecto. Además, se debe estudiar minuciosamente los costes, teniendo unos costes directos de proveedores fiables y unos costes indirectos muy aproximados.

En cuanto a la planificación de estrategias, se debe buscar la manera más beneficiosa para solventar los problemas que encontramos en el proyecto en la fase de estudio. Mediante los escenarios APO se organizan estos cambios posibles junto con los resultados económicos ordenados por partidas.

Por último, teniendo en cuenta la información aportada por las anteriores fases, se debe actuar planteando los modificados a la Dirección Facultativa, también se deben corregir las partidas que más penalicen los resultados de la obra mediante negociaciones con proveedores o aumentando la eficiencia interna.

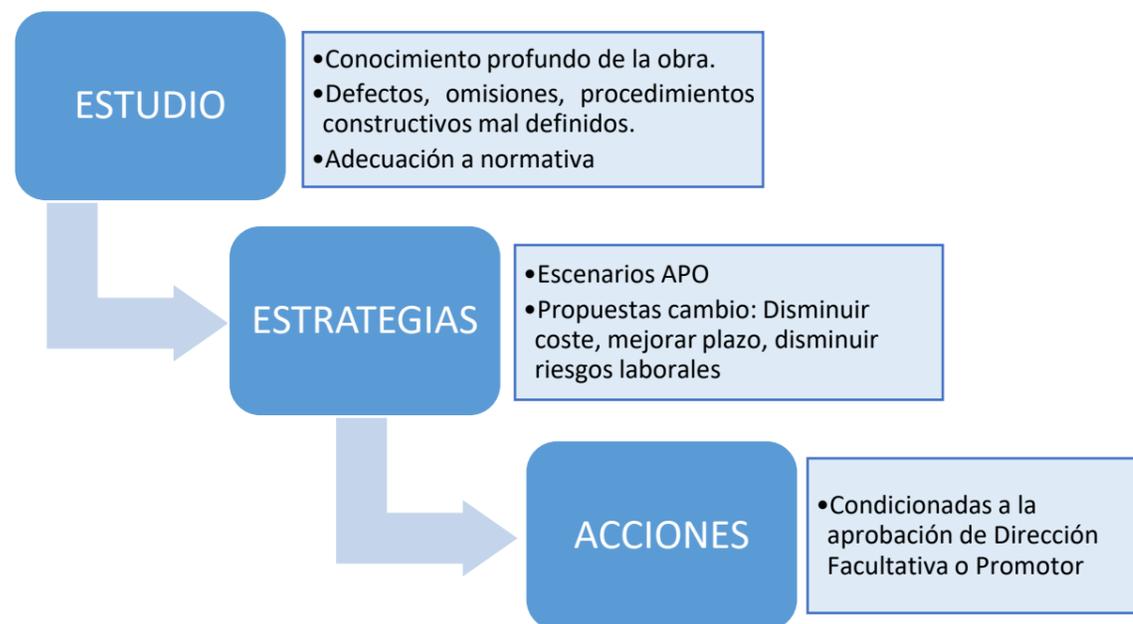


Figura 4: Esquema estrategias de mejora. Fuente: Elaboración propia

PARTE 2. APLICACIÓN PRÁCTICA

1. Introducción.

En esta parte del trabajo se realiza una simulación de un estudio económico en fase de ejecución para la ejecución de un proyecto real, la Ampliación a tres carriles del Tramo Carraixet–Valencia de la autovía V-21.

Este proyecto ha sido ya descrito en la parte 0 de esta memoria.

El Estudio Económico en fase de ejecución va de la mano de la planificación técnica de la obra. Por tanto, para el desarrollo del estudio se fijan una serie de hipótesis que se definirán en los próximos apartados.

Para la elaboración del estudio económico, la Empresa Constructora adjudicataria del proyecto realiza una exhaustiva búsqueda de proveedores, subcontratistas, etc. con los que cerrar acuerdos que le permitan realizar la obra en tiempo, con la calidad adecuada y optimizando el beneficio económico. En esta simulación no se ha realizado esta actividad, debido al propósito académico del estudio, por tanto, además de las hipótesis sobre la planificación general, se realizan también hipótesis que varían de forma lógica los precios de coste.

Un estudio económico en fase de ejecución se realiza previamente a comenzar la ejecución del proyecto o durante los primeros meses, por tanto, los resultados que de él se deriven llevan aparejado cierto grado de incertidumbre. Es importante tenerlo en cuenta, ya que se deben buscar y analizar las alternativas más viables para mejorar los resultados de la obra a partir de lo que se desprenda de este estudio.

El Estudio Económico en fase de ejecución es un documento que va asociado a una obra real, existente y ya adjudicada y no es una estimación como el Estudio Económico en fase de Licitación. Para la realizar correctamente el estudio se deben tomar una serie de hipótesis lógicas que simulen lo que ocurre en realidad en el trascurso de la tarea real del equipo gestor de obra.

Las tareas de organización y realización de la planificación general de la obra no es objeto de este Trabajo Final de Grado dado el volumen de trabajo que estas tareas llevan asociadas. Debido a esto, para lograr una ejecución lo más realista y lógica posible, se toman las hipótesis como se ha mencionado anteriormente.

2. Hipótesis

2.1 Tipo de contrato.

El contrato es por Precios Unitarios siendo esta la forma de pago del precio que viene por defecto en la ley de contratos del sector público (TRLCSP). Según este tipo de contrato, el precio total de la obra se determina mediante los precios de las unidades de obra, de forma que no se pacta inicialmente un precio global para toda la obra, sino que éste se obtiene a partir de la suma de los precios unitarios pactados por la medición realmente ejecutada de cada uno de ellos.

Anteriormente se introdujo el termino de baja y coeficiente de adjudicación, que será el coeficiente contractual que determinará el pago de las unidades de obra ejecutadas. El precio final a pagar a la Empresa Constructora se obtiene como sumatorio del producto de las mediciones finales por los precios unitarios del presupuesto del proyecto de las unidades de obra finalmente ejecutadas, multiplicado todo por los coeficientes de gastos generales y beneficio industrial de proyecto y finalmente todo por el coeficiente de adjudicación que refleja el precio contractual.

$$V_{final} = \left(\sum_i^n pu_i * m_{i,final} \right) * (1 + \gamma_{gg} + \gamma_{bi}) * \gamma_{adj}$$

$$V_{final} = \left(\sum_i^n pu_i * (m_i + \Delta m_i) \right) * (1 + \gamma_{gg} + \gamma_{bi}) * \gamma_{adj}$$

$$V_{final} = (V_{licitación} + \Delta V_{modificados}) * (1 + \gamma_{gg} + \gamma_{bi}) * \gamma_{adj}$$

Figura 5: Ecuación importe de venta

Siendo,

V_{final} : precio final a pagar a la empresa constructora.

pu_i : precios unitarios de la unidad de obra.

m_i : medición de la unidad de obra i.

$m_{i,final}$: medición final de unidad de obra i .

γ_{gg} : coeficiente de gastos generales, en tanto por uno.

γ_{bi} : coeficiente de beneficio industrial, en tanto por uno

γ_{adj} : coeficiente de adjudicación, en tanto por uno

Los coeficientes fijados son los siguientes,

γ_{gg} : 0.13

γ_{bi} : 0.06

γ_{adj} : 0.84

Se justifican los coeficientes de gastos generales y de beneficio industrial con los cálculos llevados a cabo en el presupuesto, en los que se usan los siguientes coeficientes:

RESUMEN DE PRESUPUESTO

CAPITULO	RESUMEN	EUROS	%
C01	EXPLANACIONES.....	2.044.200,12	10,15
C02	DRENAJE.....	1.223.332,83	6,08
C03	FIRMES.....	3.711.623,84	18,43
C04	ESTRUCTURAS.....	7.433.785,69	36,92
C05	SEÑALIZACIÓN, BALIZAMIENTO Y DEFENSAS.....	1.167.718,64	5,80
C06	INTEGRACIÓN AMBIENTAL.....	867.349,54	4,31
C07	SOLUCIONES PROPUESTAS AL TRÁFICO.....	559.974,56	2,78
C08	REPOSICIÓN DE SERVICIOS.....	1.723.867,90	8,56
C09	OBRAS COMPLEMENTARIAS.....	300.969,47	1,49
C10	REPOSICIÓN DE CAMINOS.....	413.037,49	2,05
C11	SEGURIDAD Y SALUD.....	56.636,21	0,28
C12	GESTIÓN DE RESIDUOS.....	601.586,25	2,99
C13	VARIOS.....	30.000,00	0,15
PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL		20.134.082,54	
13,00% Gastos generales.....		2.617.430,73	
6,00% Beneficio industrial.....		1.208.044,95	
SUMA DE G.G. y B.I.....		3.825.475,68	
PRESUPUESTO DE LICITACIÓN		23.959.558,22	

Figura 6: Resumen de presupuesto. Fuente: Proyecto de construcción

Por su parte, la baja ha sido fijada de manera arbitraria eligiendo un valor lógico que se ajusta a habituales coeficientes de adjudicación del mercado.

2.2 Plazo de ejecución.

El plazo de ejecución considerado es de 30 meses, el tiempo marcado en proyecto. Este tiempo de ejecución se podrá mejorar en los distintos escenarios que se planteen a continuación.

2.3 Principio de Pareto.

Para la realización de esta simulación práctica se ha utilizado un principio conocido como Pareto o la regla de 80-20. Esta regla se enunció en Italia en el siglo XVII para el caso de la propiedad de la tierra en Italia y lo que descubrió fue que el 20% de los propietarios poseían el 80% de las tierras, mientras que el restante 20% de los terrenos pertenecía al 80% de la población restante.

Ha sido, posteriormente, extrapolado a otros ambientes, destacando para el caso de la construcción: el control de calidad, donde el 20% de los defectos afectan al 80% de las construcciones; y también al caso que nos ocupa, el presupuesto de una obra, donde el 20% de las partidas suponen el 80% del coste total de la obra

En el presupuesto del proyecto de estudio se han contabilizado 321 unidades de obra, con un presupuesto de ejecución material (PEM) de 20.134.082,46 €

El 20% de estas unidades de obra suponen alrededor de 65. Estas 65 aglutinan 16.613.336,53 € del presupuesto, lo que supone el 82% del PEM, cumpliéndose así la regla de Pareto.

Puesto que se dispone de recursos y tiempo limitados para analizar el proyecto, los esfuerzos deben centrarse en aquellas partidas de obra que tengan una mayor repercusión en el coste total de la obra, por tanto, este estudio se centrará en las 65 unidades de obra con mayor coste.

2.4 Precios y costes.

El cálculo de los PUC requiere de un previo trabajo de contacto con proveedores, subcontratistas, etc., a falta de esta información, que no es ámbito de este trabajo, se calculan mediante unos coeficientes aleatorios que se aplican a los costes de proyecto.

Para mantener una cierta lógica, se ha decidido aplicar este coeficiente por familias. Estos coeficientes se exponen más adelante, en el apartado de Escenario APO. Se incluyen también en los PUC totales los gastos que vienen producidos por los costes indirectos.

Mediante este cálculo, el precio total que deberá pagar la empresa por una unidad de obra determinada se obtendrá añadiendo al Precio Unitario de Coste (PUC) la parte proporcional de Costes Indirectos; es decir, que a una unidad de obra de mayor coste le corresponderá sufragar un porcentaje mayor de costes indirectos.

El incremento de los precios debido a los costes indirectos viene dado por la siguiente expresión.

$$C_i = \frac{PUC_i * MED_i}{\sum_{65}^1 PUC * MED} * \frac{CI total}{MED_i}$$

Figura 7: Ecuación incremento por costes indirectos.

- C_i : incremento en el Precio Unitario de Coste debido a costes indirectos.
- PUC_i : Precio Unitario de Coste de la partida i.
- MED_i : medición de la partida i.
- $\sum_{65}^1 PUC * MED$: Sumatorio de los productos de los PUC por su medición.
- $CI total$: total de los costes indirectos de la obra

2.5 Modificados y precios contradictorios

Los precios contradictorios, en caso de existir, irán afectados de un coeficiente mayorador del coste de:

- 1,4 en caso de omisiones, es decir partidas que aparezcan en el proyecto, pero no en el presupuesto
- 1,25 en caso de modificados propuestos por la Empresa Constructora. Esto es según acuerdo entre Empresa Constructora y Promotor como se establece en el PCAP.

2.6 Unidades.

En la aplicación práctica de este trabajo se usan unidades del sistema internacional, especificadas en cada unidad de obra.

La unidad monetaria es el Euro (€)

3. Escenarios APO

Una vez fijadas las bases sobre las que se asienta el estudio económico en fase de ejecución y habiendo fijado las hipótesis necesarias para la realización de este, se realiza el análisis mediante Escenarios APO, ya explicados anteriormente.

3.1 Escenario Actual

Este escenario es el que se considera seguro, donde se ejecutarán las partidas recogidas en el proyecto y las modificaciones ya pactados con la administración. En este escenario los precios son los cerrados mediante acuerdo previo con proveedores y subcontratistas.

3.1.1 Plazo de obra

En este escenario se considera un plazo de ejecución igual al plazo marcado en proyecto, de 30 meses

3.1.2 Costes indirectos.

Para este escenario, y teniendo en cuenta que la obra se prolongará durante 30 meses, se han calculado unos costes indirectos que ascienden a 3.948.050 €.

Para el cálculo de ellos, se ha realizado un organigrama y una estimación de las necesidades de instalaciones, servicios, etc., que la obra requerirá durante su ejecución. Se detalla el cálculo en el Anejo de Cálculos

3.1.3 Costes de ejecución

El cálculo de costes reales de la constructora se simplifica, como ya se ha explicado, mediante la introducción de unos coeficientes arbitrarios que se aplican sobre los precios de proyecto. En este escenario se incluyen precios más conservadores, a falta de cerrar mejores acuerdos con proveedores, subcontratistas, etc.

Los PUC se calculan usando estos coeficientes, pero a este precio se debe añadir la parte proporcional de los Costes Indirectos del escenario.

Este cálculo se refleja en el Anejo de Cálculos.

Familia	Coef.
Prefabricados	0,8
Aceros	0,75
Hormigones	0,75
Firmes y explanadas	1
Mov tierras	0,85
Transporte	0,85
Señalización y barreras	0,85
Cimbras y encofrados	0,75
Demoliciones	0,85
Otros	0,9
Drenajes	0,8
Reposicion de servicios	0,8
Siembra	0,7

Tabla 1: Coeficientes PUC Escenario Actual. Fuente: Elaboración propia.

3.1.4 Mediciones

Tras la revisión del proyecto, se detectan cinco partidas en las que la medición varía. Este cambio está pactado con la administración, ya que son errores en el sumatorio de las mediciones por capítulos. Al ser este cambio seguro, se tiene en cuenta ya para el escenario actual.

Código	Unidad	Descripción	Medición Proyecto	Medición Actual
610-0060	m3	HORMIGÓN PARA ARMAR HA-30 EN CIMENTACIONES, PILOTES, PANTALLAS, ENCEPADOS Y ACERAS.	12.088,81	13.958,50
U704.0041	m	BARRERA DE SEGURIDAD SIMPLE DE HORMIGÓN, CON NIVEL DE CONTENCIÓN H1, ANCHURA DE TRABAJO W5 O INFERIOR, DEFLEXIÓN DINÁMICA 1,20 m O INFERIOR, ÍNDICE DE SEVERIDAD A, INCLUSO CAPTAFAROS, Y PARTE PROPORCIONAL DE SUJECCIONES Y ANCLAJES, TOTALMENTE INSTALADA.	6.648,00	7.148,00
680-0010	m2	ENCOFRADO PARA PARAMENTOS OCULTOS PLANOS Y POSTERIOR DESENCOFRADO i/ LIMPIEZA, HUMEDECIDO, APLICACIÓN DE DESENCOFRANTE, P.P. DE ELEMENTOS COMPLEMENTARIOS PARA SU ESTABILIDAD Y ADECUADA EJECUCIÓN.	5.327,52	4.284,87
U610.0145	m3	HORMIGÓN PARA PRETENSAR HP-40, VIBRADO Y CURADO, TOTALMENTE COLOCADO	738,45	857,25
U924.0010	Ud	CÁMARA DE REGISTRO ABP PREFABRICADA, EJECUTADA SEGÚN NORMAS COMPAÑÍA TELEFÓNICA.	12,00	14,00

Tabla 2: Variación mediciones Escenario Actual. Fuente: Elaboración propia

3.1.5 Modificados.

Para este escenario no se considera ninguna modificación como segura, para ser más cautos con el resultado, ya que las negociaciones con la administración no aseguran que el modificado se lleve a cabo.

3.1.6 Omisiones

Tras la revisión del proyecto no se detectó ninguna omisión en el presupuesto. Es decir, partidas que estuvieran previstas en planos, pero no aparecieran en el presupuesto.

3.1.7 *Cálculo de beneficio.*

Para el cálculo del beneficio, consideraremos solo las 65 unidades de obras con mayor importe, aplicando el principio de Pareto, suponiendo que en las otras unidades ni se obtienen pérdidas ni tampoco beneficios.

A continuación, se muestra un resumen de las 10 primeras unidades de obra, resaltando en color oro las modificaciones relativas a la medición que ya se han acordado con la Administración.

Estudio económico para la ejecución de las obras de ampliación de la autovía V-21, en los términos municipales de Alboraya y Valencia (Provincia de Valencia)

Código	Unidad	Descripción	Medición Proyecto	Medición Actual	Venta		Coste		Beneficio
					Precio Unitario de Venta	Importe de Venta	PUC total	Importe Propio	
600-0020	kg	ACERO EN BARRAS CORRUGADAS B 500 SD COLOCADO EN ARMADURAS PASIVAS, i/ CORTE Y DOBLADO, COLOCACIÓN, SOLAPES, DESPUNTES Y P.P. DE ATADO CON ALAMBRE RECOCIDO Y SEPARADORES.	2336627,33	2336627,33	1,17	2732760,43	1,12	2608311,46	124448,97
610-0060	m3	HORMIGÓN PARA ARMAR HA-30 EN CIMENTACIONES, PILOTES, PANTALLAS, ENCEPADOS Y ACERAS.	12088,81	13958,50	96,47	1346595,98	92,08	1285272,46	61323,52
211-0050	t	BETÚN MEJORADO CON CAUCHO PROCEDENTE DE POLVO DE NEUMÁTICO FUERA DE USO, TIPO BC50/70, PARA MEZCLAS BITUMINOSAS EN CALIENTE, A PIE DE OBRA O PLANTA.	2082,12	2082,12	479,81	999017,83	610,61	1271363,87	-272346,04
672-0060	m2	EXCAVACIÓN DE PANTALLA MEDIANTE CUCHARA BIVALVA, DESDE 80 cm HASTA 100 cm DE ESPESOR, HASTA 30 m DE PROFUNDIDAD i/ LA TOTAL EJECUCIÓN DE MURETES GUÍA CON HORMIGÓN NO ESTRUCTURAL HNE-15, EXCAVACIÓN, LODOS TIXOTRÓPICOS O BENTONÍTICOS, LIMPIEZA DE PARAMENTOS Y P.P. DE TRANSPORTE DE EQUIPO MECÁNICO.	8665,45	8665,45	108,13	936966,79	116,96	1013537,33	-76570,54
800-0010	m³km	TRANSPORTE SUPLEMENTARIO DE CUALQUIER TIPO DE MATERIAL PROVENIENTE DE LA EJECUCIÓN DE EXCAVACIONES O PARA LA CONSTRUCCIÓN DE RELLENOS (TERRAPLENES, PEDRAPLENES, TODO-UNO Y LOCALIZADOS), MEDIDO SOBRE PLANOS DE PROYECTO Y AUTORIZADO EXPRESAMENTE POR LA DIRECCIÓN DE OBRA, POR EL EXCESO SOBRE UNA DISTANCIA DE TRANSPORTE DE 10 km EN EL CASO DE PRÉSTAMOS O VERTEDEROS Y DE 30 km EN EL CASO DE CANTERAS.	2712177,48	2712177,48	0,24	650662,23	0,24	662433,38	-11771,15
542-0050	t	MEZCLA BITUMINOSA EN CALIENTE TIPO AC22 BIN S (S-20 INTERMEDIA), EXTENDIDA Y COMPACTADA, EXCEPTO BETÚN Y POLVO MINERAL DE APORTACIÓN.	21607,09	21607,09	26,43	571062,94	33,63	726742,58	-155679,63
510-0010	m3	ZAHORRA ARTIFICIAL i/ TRANSPORTE, EXTENSIÓN Y COMPACTACIÓN, MEDIDO SOBRE PERFIL TEÓRICO.	30555,30	30555,30	18,18	555578,59	23,14	707036,97	-151458,38
542-0100	t	MEZCLA BITUMINOSA EN CALIENTE TIPO AC32 BASE G (G-25 BASE), EXTENDIDA Y COMPACTADA, EXCEPTO BETÚN Y POLVO MINERAL DE APORTACIÓN.	14858,23	14858,23	26,46	393140,03	33,67	500315,42	-107175,39
U704.0041	m	BARRERA DE SEGURIDAD SIMPLE DE HORMIGÓN, CON NIVEL DE CONTENCIÓN H1, ANCHURA DE TRABAJO W5 O INFERIOR, DEFLEXIÓN DINÁMICA 1,20 m O INFERIOR, ÍNDICE DE SEVERIDAD A, INCLUSO CAPTAFAROS, Y PARTE PROPORCIONAL DE SUJECCIONES Y ANCLAJES, TOTALMENTE INSTALADA.	6648,00	7148,00	58,14	415561,39	62,89	449521,78	-33960,39
330-0030	m3	TERRAPLÉN O RELLENO TODO-UNO CON MATERIALES PROCEDENTES DE PRÉSTAMO O CANTERA, i/ EXTENDIDO, HUMECTACIÓN, NIVELACIÓN, COMPACTACIÓN, TERMINACIÓN Y REFINO DE LA SUPERFICIE DE CORONACIÓN Y REFINO DE TALUDES CON P.P. DE SOBREALCHOS S/PG-3, COMPLETAMENTE TERMINADO i/ MATERIAL, CANON DE PRÉSTAMO Y TRANSPORTE HASTA UNA	86396,00	86396,00	4,41	380853,96	5,61	484680,00	-103826,04

Tabla 3: Resumen resultado Actual. Fuente: Elaboración propia

3.1.8 Conclusiones.

Para el escenario actual, que refleja todo aquello que ya es seguro y está pactado, se prevé unas pérdidas de 1.330.172,90 €. Estas pérdidas son bastante elevadas, y se contaba con un alto riesgo al ofertar la ejecución con una baja del 16%. Se debe mejorar a través de las estrategias que están en manos del equipo gestor de la obra y que ya hemos comentado anteriormente.

Beneficio Total	- 1.330.172,90
------------------------	-----------------------

Tabla 5: Beneficio Actual. Fuente: Elaboración propia

Principalmente se deben tener en cuenta las partidas que incluyen firmes y explanadas, ya que son las que lastran el beneficio de manera drástica, debido al precio que se maneja desde la empresa constructora. En contraposición encontramos los resultados en las partidas de acero, que reúnen gran cantidad de beneficio, estas también deben ser optimizadas para mejorar el punto fuerte de la obra.

3.2 Escenario Previsto.

En este escenario se incluye las mejoras de precios en algunas partidas en las que se considera que existe un margen de mejora prácticamente asegurado al negociar con los subcontratistas y proveedores. Además, se incluirán las modificaciones del proyecto que aún no han sido aprobadas, pero que se cree que tienen una posibilidad alta de ser finalmente aceptadas.

3.2.1 Plazo de ejecución.

En este escenario se considera un plazo de ejecución menor al plazo marcado en proyecto, de 28 meses.

3.2.2 Costes indirectos.

Para este escenario, y teniendo en cuenta que la obra se prolongará durante 28 meses, se han calculado unos costes indirectos que ascienden a 3.700.360,00 €, mejorando respecto al escenario actual.

3.2.3 Costes de ejecución

En este escenario se usan unos coeficientes mejores para la ejecución por parte de la constructora, ya que se considera que algunos de los acuerdos pendientes se van a cerrar.

- Precio del acero: Con alta probabilidad se cerrará un acuerdo que permita el suministro de acero corrugado B 500 SD a 0.84 €/kg. Este acuerdo permite además protegerse de la tendencia al alza del precio, que está aumentando su valor desde mediados del 2017.

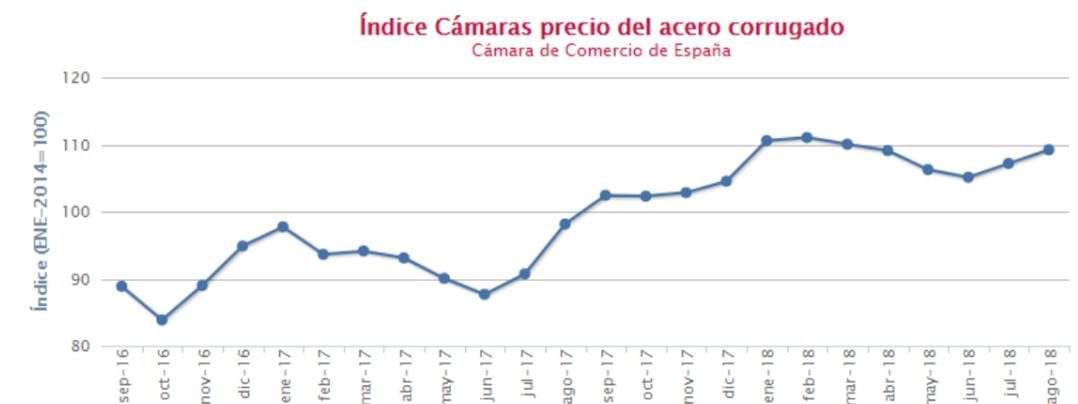


Figura 8: Evolución precio acero corrugado. Fuente: Cámara de comercio

- Firmes y explanadas: Se mejoran también los precios de la familia, consiguiendo unos coeficientes respecto a precio de proyecto de 0,9.
- Movimientos de tierras: Se estudian estos costes y se calcula un mejor precio al liberarse buena parte de la maquinaria que estaba en otra obra en la provincia. Esta obra acabará a los dos meses de empezar la nuestra, por lo que seguramente se podrá contar con esta maquinaria

Estudio económico para la ejecución de las obras de ampliación de la autovía V-21, en los términos municipales de Alboraya y Valencia (Provincia de Valencia)

Familia	Coef.
Prefabricados	0,8
Aceros	0,72
Hormigones	0,75
Firmes y explanadas	0,8
Mov tierras	0,8
Transporte	0,85
Señalización y barreras	0,85
Cimbras y encofrados	0,75
Demoliciones	0,85
Otros	0,9
Drenajes	0,8
Reposicion de servicios	0,8
Siembra	0,7

Tabla 4: Coeficientes PUC Escenario Actual. Fuente: Elaboración propia.

3.2.4 Modificados.

En este escenario si se van a tener en cuenta un modificado de proyecto que se discutió con la administración y tienen una muy alta probabilidad de llevarse a cabo.

3.2.4.1 Paquete de firme.

Esta modificación consiste en el cambio de paquete de firme para el firme de nueva construcción

El tramo objeto de estudio, ha sido dimensionado para la categoría de trafico T2, según el estudio de tráfico llevado a cabo en el proyecto.

SENTIDO CRECIENTE	IMD (vh/día)	IMDp (vh/día)	IMD (vh/día)	IMDp (vh/día)	IMD (vh/día)	IMDp (vh/día)	IMD (vh/día)	IMDp (vh/día)	IMD (vh/día)	IMDp (vh/día)	IMD (vh/día)	IMDp (vh/día)
PUESTA EN SERVICIO 3er CARRIL	T.I (PK previo-13+170) 3 Carriles		T.II (13+170-13+300) Divergencia		T.III (13+300-13+380) 3 Carriles		T.IV (13+380-14+010) Convergencia		T.V (14+010-15+680) 3 Carriles		T.VI (15+680-17+100) 4 Carriles	
2017	32.879	237	27.303 + 5.576	197 + 41	27.303	197	27.303 + 10.080	197 + 73	37.383	269	37.383	269

SENTIDO DECRECIENTE	IMD (vh/día)	IMDp (vh/día)	IMD (vh/día)	IMDp (vh/día)	IMD (vh/día)	IMDp (vh/día)	IMD (vh/día)	IMDp (vh/día)	IMD (vh/día)	IMDp (vh/día)	IMD (vh/día)	IMDp (vh/día)		
PUESTA EN SERVICIO 3er CARRIL	T.J (Previo-12+580) 3 Carriles		T.II (12+580-12+840) Divergencia		T.III (12+840-14+640) 3 Carriles		T.IV (14+640-14+770) Convergencia		T.V (14+770-16+200) 3 Carriles		T.VI (16+200-16+750) 4 Carriles		T.VII (16+750-17+100) 5 Carriles	
2017	37.145	267	27.089 + 10.056	195 + 72	27.089	195	27.089 + 9.382	195 + 68	36.471	263	36.471	263	36.471	263

Tabla 5 y 6: Datos IMD tramo V-21. Fuente: Proyecto de construcción

Pese a que fue realizado para el año de puesta en servicio 2017 y se prevé algunos años de retraso hasta la puesta en servicio, se considera que la categoría de tráfico no variará, ya que existe una limitación en tráfico de pesados por el casco urbano de la ciudad, por tanto se ejecutará un firme para T2

En cuanto a la explanada, tras la caracterización del suelo, se considera necesario establecer en todo el tronco principal de la autovía una categoría de explanada tipo E2, con objeto de homogeneizar la solución con la categoría de explanada considerada bajo la actual plataforma. Esta solución se considera la adecuada y no se realizará ningún cambio en ella.

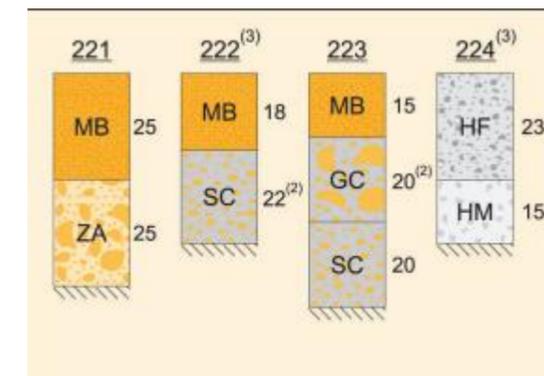


Figura 9: Secciones de firme norma 6.1 IC. Fuente: Norma 6.1

La sección de firme propuesta en proyecto es la sección 221 de la Norma "Secciones de firme", con un espesor de firme de 25 cm de MBC sobre una capa de zahorra artificial de 25 cm.

La distribución de capas es la siguiente:

- 3 cm de mezcla bituminosa BBTM 11B PMBC 45/80-60 en capa de rodadura.
- 6 cm de mezcla bituminosa AC 22 bin BC 50/70 S en capa intermedia.
- 7 cm de mezcla bituminosa AC 22 base BC 50/70 G en capa de base.
- 9 cm de mezcla bituminosa AC 32 base BC 50/70 G en capa de base.
- 25 cm de zahorra artificial.

Se decide proponer una modificación en el paquete de firme, puesto que es en las unidades de mezcla bituminosa donde más dinero se está perdiendo. La propuesta es:

Sección 222 de la Norma “Secciones de firme”, que está formada por MBC con un espesor de 18 cm sobre una capa de suelo cemento de 22 cm.

La distribución de capas será la siguiente:

- 3 cm de mezcla bituminosa BBTM 11B PMBC 45/80-60 en capa de rodadura. O
- 6 cm de mezcla bituminosa AC 22 bin BC 50/70 S en capa intermedia.
- 9 cm de mezcla bituminosa AC 32 base BC 50/70 G en capa de base. o
- 22 cm de suelo cemento.

La solución propuesta es perfectamente válida técnicamente, y se argumenta a la administración que se aseguran unos plazos menores al tener una capa menos de MBC, además aporta una capa de alta resistencia, gracias a la base de suelocemento.

Esta modificación afecta significativamente a las mediciones previstas en algunas unidades de obra y además añade una nueva.

Código	Unidad	Descripción	Variación de medición
510-0010	m3	ZAHORRA ARTIFICIAL i/ TRANSPORTE, EXTENSIÓN Y COMPACTACIÓN, MEDIDO SOBRE PERFIL TEÓRICO.	- 24.419,35
211-0050	t	BETÚN MEJORADO CON CAUCHO PROCEDENTE DE POLVO DE NEUMÁTICO FUERA DE USO, TIPO BC50/70, PARA MEZCLAS BITUMINOSAS EN CALIENTE, A PIE DE OBRA O PLANTA.	- 452,16
542-0110	t	POLVO MINERAL O CARBONATO (TRICALSA O SIMILAR) EMPLEADO COMO POLVO MINERAL DE APORTACIÓN EN MEZCLAS BITUMINOSAS EN CALIENTE PUESTO A PIE DE OBRA O PLANTA.	- 548,71
542-0100	t	MEZCLA BITUMINOSA EN CALIENTE TIPO AC32 BASE G (G-25 BASE), EXTENDIDA Y COMPACTADA, EXCEPTO BETÚN Y POLVO MINERAL DE APORTACIÓN.	Eliminada
542-0150	m3	BASE DE SUELOCEMENTO SC40 ELABORADO EN CENTRAL, CON UNA DOTACIÓN DE 3% SOBRE PESO SECO DE CEMENTO CEM II/B-L 32,5 N, COLOCADA CON EXTENDEDORA Y COMPACTADO DEL MATERIAL AL 98% DEL PM	+18124,35

Tabla 7: Resumen modificado paquete de firme. Fuente: Elaboración propia

3.2.5 Cálculo de beneficio.

Exactamente igual que en el escenario anterior, se consideran solo las 65 unidades de obras con mayor importe, aplicando el principio de Pareto, suponiendo que en las otras unidades ni se obtienen pérdidas ni tampoco beneficios.

Además, se incluye la nueva unidad de obra, que como se ha fijado al inicio, se pagará a un precio 1,25 veces superior al coste de la constructora, como se acordó entre la administración y la constructora

A continuación, se muestra un resumen de las 9 primeras unidades de obra y la unidad de obra añadida.

En color oro se siguen mostrando las unidades que se habían modificado en el escenario actual y por tanto contamos con ellas. En color verde se marcan las variaciones en la medición y la nueva unidad de obra.

Estudio económico para la ejecución de las obras de ampliación de la autovía V-21, en los términos municipales de Alboraya y Valencia (Provincia de Valencia)

Código	Unidad	Descripción	Medición Proyecto	Medición Actual	Venta		Coste		Beneficio
					Precio Unitario de Venta	Importe de Venta	PUC total	Importe Propio	
600-0020	kg	ACERO EN BARRAS CORRUGADAS B 500 SD COLOCADO EN ARMADURAS PASIVAS, i/ CORTE Y DOBLADO, COLOCACIÓN, SOLAPES, DESPUNTES Y P.P. DE ATADO CON ALAMBRE RECOCIDO Y SEPARADORES.	2336627,33	2336627,33	1,17	2732760,43	1,09	2546822,08	185938,35
610-0060	m3	HORMIGÓN PARA ARMAR HA-30 EN CIMENTACIONES, PILOTES, PANTALLAS, ENCEPADOS Y ACERAS.	12088,81	13958,50	96,47	1346595,98	93,65	1307263,47	39332,51
211-0050	t	BETÚN MEJORADO CON CAUCHO PROCEDENTE DE POLVO DE NEUMÁTICO FUERA DE USO, TIPO BC50/70, PARA MEZCLAS BITUMINOSAS EN CALIENTE, A PIE DE OBRA O PLANTA.	2082,12	1.629,96	479,81	782067,85	496,85	809839,52	-27771,67
672-0060	m2	EXCAVACIÓN DE PANTALLA MEDIANTE CUCHARA BIVALVA, DESDE 80 cm HASTA 100 cm DE ESPESOR, HASTA 30 m DE PROFUNDIDAD i/ LA TOTAL EJECUCIÓN DE MURETES GUÍA CON HORMIGÓN NO ESTRUCTURAL HNE-15, EXCAVACIÓN, LODOS TIXOTRÓPICOS O BENTONÍTICOS, LIMPIEZA DE PARAMENTOS Y P.P. DE TRANSPORTE DE EQUIPO MECÁNICO.	8665,45	8665,45	108,13	936966,79	111,97	970239,01	-33272,22
800-0010	m³km	TRANSPORTE SUPLEMENTARIO DE CUALQUIER TIPO DE MATERIAL PROVENIENTE DE LA EJECUCIÓN DE EXCAVACIONES O PARA LA CONSTRUCCIÓN DE RELLENOS (TERRAPLENES, PEDRAPLENES, TODO-UNO Y LOCALIZADOS), MEDIDO SOBRE PLANOS DE PROYECTO Y AUTORIZADO EXPRESAMENTE POR LA DIRECCIÓN DE OBRA, POR EL EXCESO SOBRE UNA DISTANCIA DE TRANSPORTE DE 10 km EN EL CASO DE PRÉSTAMOS O VERTEDEROS Y DE 30 km EN EL CASO DE CANTERAS.	2712177,48	2712177,48	0,24	650662,23	0,26	715878,09	-65215,86
542-0050	t	MEZCLA BITUMINOSA EN CALIENTE TIPO AC22 BIN S (S-20 INTERMEDIA), EXTENDIDA Y COMPACTADA, EXCEPTO BETÚN Y POLVO MINERAL DE APORTACIÓN.	21607,09	21607,09	26,43	571062,94	27,37	591341,71	-20278,77
510-0010	m3	ZAHORRA ARTIFICIAL i/ TRANSPORTE, EXTENSIÓN Y COMPACTACIÓN, MEDIDO SOBRE PERFIL TEÓRICO.	30555,30	6.135,95	18,18	111568,29	18,83	115530,14	-3961,85
542-0100	t	MEZCLA BITUMINOSA EN CALIENTE TIPO AC32 BASE G (G-25 BASE), EXTENDIDA Y COMPACTADA, EXCEPTO BETÚN Y POLVO MINERAL DE APORTACIÓN.	14858,23	0,00	26,46	0,00	21,18	0,00	0,00
U704.0041	m	BARRERA DE SEGURIDAD SIMPLE DE HORMIGÓN, CON NIVEL DE CONTENCIÓN H1, ANCHURA DE TRABAJO W5 O INFERIOR, DEFLEXIÓN DINÁMICA 1,20 m O INFERIOR, ÍNDICE DE SEVERIDAD A, INCLUSO CAPTAFAROS, Y PARTE PROPORCIONAL DE SUJECCIONES Y ANCLAJES, TOTALMENTE INSTALADA.	6648,00	7148,00	58,14	415561,39	63,96	457213,10	-41651,71
542-0150	m3	BASE DE SUELOCEMENTO SC40 ELABORADO EN CENTRAL, CON UNA DOTACIÓN DE 3% SOBRE PESO SECO DE CEMENTO CEM II/B-L 32,5 N, COLOCADA CON EXTENDEDORA Y COMPACTADO DEL MATERIAL AL 98% DEL PM	-	18.124,35	47,29	857.055,20	37,83	685.644,16	171.411,04

Tabla 8: Resumen resultado Previsto. Fuente: Elaboración propia

3.2.6 Conclusiones.

Para el escenario previsto, que introduce algo de incertidumbre, pero con aspectos casi seguros, se prevé unas pérdidas de 74.700,72 €. Se han reducido las pérdidas de manera notable sobre todo debido al modificado del firme.

Beneficio Total	- 74.700,72
------------------------	--------------------

Tabla 9: Resultado previsto

El modificado del paquete de firme es una estrategia que permite mejorar el resultado de la obra de manera significativa, ya que el suelocemento, pagado a 1,25 € el valor de coste añade un importe positivo bastante grande y se elimina la partida de mezcla bituminosa AC32, que ofrecía unas pérdidas de 107.175,39 €. Estas modificaciones, junto con la mejora en los precios mejoran el resultado en 697.085,50 €

Código	Unidad	Descripción	Beneficio Escenario Actual	Beneficio Escenario Previsto	Beneficio Neto
510-0010	m3	ZAHORRA ARTIFICIAL i/ TRANSPORTE, EXTENSIÓN Y COMPACTACIÓN, MEDIDO SOBRE PERFIL TEÓRICO.	- 151.458,38	- 3.961,85	147.496,53
211-0050	t	BETÚN MEJORADO CON CAUCHO PROCEDENTE DE POLVO DE NEUMÁTICO FUERA DE USO, TIPO BC50/70, PARA MEZCLAS BITUMINOSAS EN CALIENTE, A PIE DE OBRA O PLANTA.	- 272.346,04	- 27.771,67	244.574,36
542-0110	t	POLVO MINERAL O CARBONATO (TRICALSA O SIMILAR) EMPLEADO COMO POLVO MINERAL DE APORTACIÓN EN MEZCLAS BITUMINOSAS EN CALIENTE PUESTO A PIE DE OBRA O PLANTA.	- 29.282,91	- 2.854,74	26.428,17
542-0100	t	MEZCLA BITUMINOSA EN CALIENTE TIPO AC32 BASE G (G-25 BASE), EXTENDIDA Y COMPACTADA, EXCEPTO BETÚN Y POLVO MINERAL DE APORTACIÓN.	- 107.175,39	0,00	107.175,39
542-0150	m3	BASE DE SUELOCIMENTO SC40 ELABORADO EN CENTRAL, CON UNA DOTACIÓN DE 3% SOBRE PESO SECO DE CEMENTO CEM II/B-L 32,5 N, COLOCADA CON EXTENDEDORA Y COMPACTADO DEL MATERIAL AL 98% DEL PM	0	171411,0401	171.411,04
			Beneficio Acumulado	697.085,50	

Tabla 10: Beneficio económico modificado paquete de firme

3.3 Escenario Óptimo.

En este escenario se incluyen los supuestos tomados hasta ahora y se le añade unas mejoras en precios y unos modificados con probabilidad media de ser aprobados. Se planteará varios escenarios óptimos en función de la incertidumbre en los aspectos a modificar.

3.3.1 Escenario Óptimo 1.

3.3.1.1 Plazo de ejecución.

Para este escenario, se marca un plazo de ejecución de 28 meses, igual al del escenario previsto. Este plazo de ejecución es bastante conservador y no crea falsas expectativas de beneficio

3.3.1.2 Costes indirectos

Con probabilidad media-alta, se consiguen reducir los costes indirectos con mejoras en precios de vallado, seguridad y otros aspectos, además de la optimización del uso de las casetas de obra, reduciendo así su cantidad. El total de Costes Indirectos para este escenario es de 3.650.060,00 € .

3.3.1.3 Costes de ejecución.

Se contempla la mejora de los coeficientes de coste de ejecución en varias familias:

- Prefabricados: Se está realizando una negociación con un proveedor más cercano a la obra que podría vender a un precio menor.
- Transporte y demoliciones. Se baraja la posibilidad de subcontratar estas dos partidas a la misma empresa, con lo que se reducen los costes.

Las tres mejoras tienen una probabilidad media-alta de llevarse a cabo, ya que las negociaciones se encuentran avanzadas.

Familia	Coef.
Prefabricados	0,7
Aceros	0,72
Hormigones	0,75
Firmes y explanadas	0,8
Mov tierras	0,8
Transporte	0,8
Señalización y barreras	0,85
Cimbras y encofrados	0,75
Demoliciones	0,82
Otros	0,9
Drenajes	0,8
Reposicion de servicios	0,8
Siembra	0,7

Tabla 11: Coeficientes PUC Escenario Optimo 1. Fuente: Elaboración propia.

3.3.1.4 Modificados.

En este escenario, se tienen en cuenta cambios en las estructuras que no han sido aprobados por la administración, pero que han sido discutidos y cuentan con apoyo, por lo que hay una probabilidad media de que se lleven a cabo. Estos modificados, que vienen a mejorar ciertos aspectos que no están resueltos de manera óptima en el proyecto, se enuncian a continuación.

3.3.1.4.1 Ampliación Viaducto sobre FFCC Valencia- Barcelona - P.K. 15+180.

La ampliación de la estructura del FFCC se realiza mediante una losa de vigas prefabricadas embebida y la cimentación se resuelve con pantallas de hormigón armado. Tras el estudio de la oficina técnica se llega a la conclusión de que no tiene mucho sentido realizarla con pantallas ya que para ejecutar las pantallas es necesario el previo terraplenado, la ejecución de las pantallas y excavación posterior del tramo central, mucho más costoso que la solución habitual de cimentación con pilotes y un alzado encofrado tradicional. La modificación propuesta consiste en realizar la cimentación con pilotes prefabricados, que

supone varias ventajas como la alta calidad del elemento prefabricado, una transmisión mejor de cargas y el mejor aprovechamiento de hormigón.

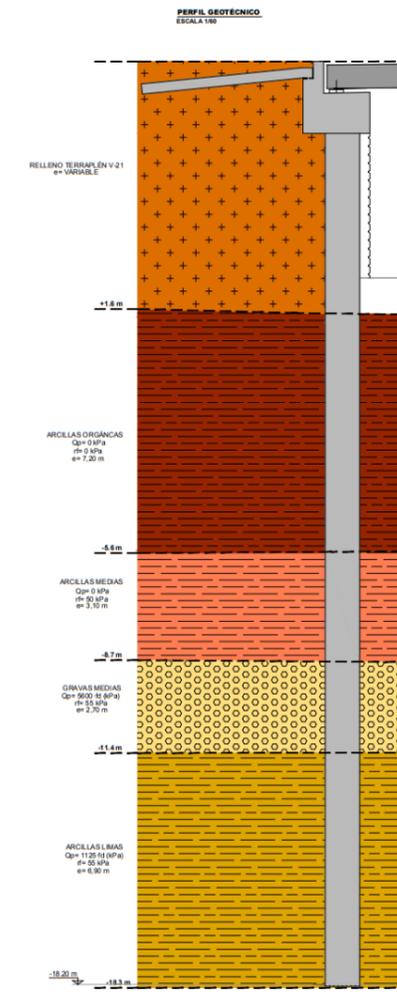


Figura 10: Detalle cimentación Ampliación Viaducto sobre FFCC Valencia- Barcelona. Fuente: Proyecto de construcción

Este cambio en la tipología de cimentación lleva aparejados varios cambios en mediciones y también la creación de una unidad nueva. A continuación, se muestra un cuadro resumen de estas modificaciones.

Estudio económico para la ejecución de las obras de ampliación de la autovía V-21, en los términos municipales de Alboraya y Valencia (Provincia de Valencia)

Código	Unidad	Descripción	Medición Escenario Previsto	Medición Escenario Óptimo 1	Variación de medición	Beneficio Inicial	Beneficio Optimo 1	Beneficio Neto
6.720.060	m2	EXCAVACIÓN DE PANTALLA MEDIANTE CUCHARA BIVALVA, DESDE 80 cm HASTA 100 cm DE ESPESOR, HASTA 30 m DE PROFUNDIDAD i/ LA TOTAL EJECUCIÓN DE MURETES GUÍA CON HORMIGÓN NO ESTRUCTURAL HNE-15, EXCAVACIÓN, LODOS TIXOTRÓPICOS O BENTONÍDICOS, LIMPIEZA DE PARAMENTOS Y P.P. DE TRANSPORTE DE EQUIPO MECÁNICO.	8.665,45	4.749,31	- 3.916,14	-33272,22418	-18167,31499	15104,9092
321-0010	m3	EXCAVACIÓN MECÁNICA DE ZANJAS, POZOS O CIMIENTOS EN CUALQUIER TIPO DE TERRENO, CONSIDERÁNDOSE ZANJAS Y CIMIENTOS AQUELLOS QUE TENGAN UNA ANCHURA < 3 m Y UNA PROFUNDIDAD < 6 m, Y POZOS LOS QUE TENGAN UNA PROFUNDIDAD < 2 VECES EL DIÁMETRO O ANCHO i/ ENTIBACIÓN, AGOTAMIENTO Y DRENAJE DURANTE LA EJECUCIÓN, SANEAMIENTO DE DESPRENDIMIENTOS, CARGA Y TRANSPORTE A LUGAR DE EMPLEO O A VERTEDERO HASTA UNA DISTANCIA DE 10 km.	21.779,25	21.527,09	- 252,16	-5125,55	-5047,223992	78,326008
332-0060	m3	RELLENO CON MATERIAL GRANULAR PROCEDENTE DE PRÉSTAMO, YACIMIENTO GRANULAR Y/O CANTERA EN TRASDÓS DE ESTRUCTURAS U OBRAS DE DRENAJE i/ CANON DE PRÉSTAMO O CANTERA, CARGA Y TRANSPORTE HASTA UNA DISTANCIA DE 30 km, EXTENDIDO, HUMECTACIÓN, COMPACTACIÓN POR TONGADAS Y TERMINACIÓN Y REFINO DE LA SUPERFICIE DE LA CORONACIÓN Y REFINO DE TALUDES (EN SU CASO).	9.169,04	8.984,33	- 184,71	-5125,547844	-3475,82	1649,73181
610-0060	m3	HORMIGÓN PARA ARMAR HA-30 EN CIMENTACIONES, PILOTES, PANTALLAS, ENCEPADOS Y ACERAS.	13958,5	12.803,66	- 1.154,84	39332,50821	36232,44	-3100,07147
600-0020	kg	ACERO EN BARRAS CORRUGADAS B 500 SD COLOCADO EN ARMADURAS PASIVAS, i/ CORTE Y DOBLADO, COLOCACIÓN, SOLAPES, DESPUNTES Y P.P. DE ATADO CON ALAMBRE RECOCIDO Y SEPARADORES.	2.336.627,33	2.158.720,13	-177.907,20	185938,3524	172083,5866	-13854,7658
560-0050	m	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE PILOTE PREFABRICADO DE HORMIGÓN ARMADO HINCADO DE DIAMETRO 0,4M, HORMIGÓN SRMR, CON AZUCHE NORMAL, EN CUALQUIER TIPO DE TERRENO i/ TRANSPORTE, COLOCACIÓN, ALMOHADILLAS, MONTAJE EQUIPO MECÁNICO Y PILOTE PREFABRICADO	0	421,8	421,8	0	11319,003	11319,003
Beneficio Acumulado							11197,133	

Tabla 12: Resumen modificado Ampliación Viaducto sobre FFCC Valencia- Barcelona

3.3.1.5 Cálculo de beneficios

El cálculo de beneficios se realiza de manera similar a la explicada en los anteriores casos, y se muestra el cálculo de las 9 primeras unidades de obra y la unidad introducida. En este caso al código de colores habitual se le añade el color violeta para las variaciones de este escenario.

3.3.1.6 Conclusiones.

En este escenario, incluyendo mejoras en los precios que se están negociando y tienen bastante probabilidad de lograrse, e introduciendo una modificación en la cimentación de la estructura sobre el FFCC, se consigue superar la barrera de las pérdidas y alcanzar un beneficio de 282.529,50€. Es un resultado aceptable, pero se debe mejorar, ya que es una obra de gran envergadura con largo plazo, la relación tiempo/ beneficio es muy pequeña.

Beneficio Total	282.529,50
------------------------	-------------------

Tabla 13: Beneficio Escenario Óptimo 1

Estudio económico para la ejecución de las obras de ampliación de la autovía V-21, en los términos municipales de Alboraya y Valencia (Provincia de Valencia)

Código	Unidad	Descripción	Medición Proyecto	Medición Actual	Venta		Coste		Beneficio
					Precio Unitario de Venta	Importe de Venta	PUC total	Importe Propio	
600-0020	kg	ACERO EN BARRAS CORRUGADAS B 500 SD COLOCADO EN ARMADURAS PASIVAS, i/ CORTE Y DOBLADO, COLOCACIÓN, SOLAPES, DESPUNTES Y P.P. DE ATADO CON ALAMBRE RECOCIDO Y SEPARADORES.	2336627,33	2158720,13	1,17	2524692,27	1,09	2352608,68	172083,59
610-0060	m3	HORMIGÓN PARA ARMAR HA-30 EN CIMENTACIONES, PILOTES, PANTALLAS, ENCEPADOS Y ACERAS.	12088,81	12803,66	96,47	1235186,95	93,64	1198954,52	36232,44
211-0050	t	BETÚN MEJORADO CON CAUCHO PROCEDENTE DE POLVO DE NEUMÁTICO FUERA DE USO, TIPO BC50/70, PARA MEZCLAS BITUMINOSAS EN CALIENTE, A PIE DE OBRA O PLANTA.	2082,12	1.629,96	479,81	782067,85	496,78	809735,48	-27667,63
672-0060	m2	EXCAVACIÓN DE PANTALLA MEDIANTE CUCHARA BIVALVA, DESDE 80 cm HASTA 100 cm DE ESPESOR, HASTA 30 m DE PROFUNDIDAD i/ LA TOTAL EJECUCIÓN DE MURETES GUÍA CON HORMIGÓN NO ESTRUCTURAL HNE-15, EXCAVACIÓN, LODOS TIXOTRÓPICOS O BENTONÍTCOS, LIMPIEZA DE PARAMENTOS Y P.P. DE TRANSPORTE DE EQUIPO MECÁNICO.	8665,45	4749,31	108,13	513526,94	111,95	531694,25	-18167,31
800-0010	m³km	TRANSPORTE SUPLEMENTARIO DE CUALQUIER TIPO DE MATERIAL PROVENIENTE DE LA EJECUCIÓN DE EXCAVACIONES O PARA LA CONSTRUCCIÓN DE RELLENOS (TERRAPLENES, PEDRAPLENES, TODO-UNO Y LOCALIZADOS), MEDIDO SOBRE PLANOS DE PROYECTO Y AUTORIZADO EXPRESAMENTE POR LA DIRECCIÓN DE OBRA, POR EL EXCESO SOBRE UNA DISTANCIA DE TRANSPORTE DE 10 km EN EL CASO DE PRÉSTAMOS O VERTEDEROS Y DE 30 km EN EL CASO DE CANTERAS.	2712177,48	2712177,48	0,24	650662,23	0,22	589470,92	61191,31
542-0050	t	MEZCLA BITUMINOSA EN CALIENTE TIPO AC22 BIN S (S-20 INTERMEDIA), EXTENDIDA Y COMPACTADA, EXCEPTO BETÚN Y POLVO MINERAL DE APORTACIÓN.	21607,09	21607,09	26,43	571062,94	27,36	591265,74	-20202,80
510-0010	m3	ZAHORRA ARTIFICIAL i/ TRANSPORTE, EXTENSIÓN Y COMPACTACIÓN, MEDIDO SOBRE PERFIL TEÓRICO.	30555,30	6.135,95	18,18	111568,29	18,83	115515,30	-3947,01
542-0100	t	MEZCLA BITUMINOSA EN CALIENTE TIPO AC32 BASE G (G-25 BASE), EXTENDIDA Y COMPACTADA, EXCEPTO BETÚN Y POLVO MINERAL DE APORTACIÓN.	14858,23	0,00	26,46	0,00	21,18	0,00	0,00
U704.0041	m	BARRERA DE SEGURIDAD SIMPLE DE HORMIGÓN, CON NIVEL DE CONTENCIÓN H1, ANCHURA DE TRABAJO W5 O INFERIOR, DEFLEXIÓN DINÁMICA 1,20 m O INFERIOR, ÍNDICE DE SEVERIDAD A, INCLUSO CAPTAFAROS, Y PARTE PROPORCIONAL DE SUJECCIONES Y ANCLAJES, TOTALMENTE INSTALADA.	6648,00	7148,00	58,14	415561,39	63,96	457154,36	-41592,97
560-0050	m	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE PILOTE PREFABRICADO DE HORMIGÓN ARMADO HINCADO DE DIAMETRO 0,4M, HORMIGÓN SRMR, CON AZUCHE NORMAL, EN CUALQUIER TIPO DE TERRENO i/ TRANSPORTE, COLOCACIÓN, ALMOHADILLAS, MONTAJE EQUIPO MECÁNICO Y PILOTE PREFABRICADO	0,00	421,8	134,175	56.595,02	107,34	45276,012	11.319,00

Tabla 14: Resumen Resultado Óptimo 2

3.3.2 Escenario Óptimo 2.

En este escenario simplemente se añadirá a las hipótesis ya planteadas una modificación similar a la planeada en la ampliación de la estructura sobre las vías del FFCC.

Se mantiene el plazo, costes indirectos y los costes reales de la empresa.

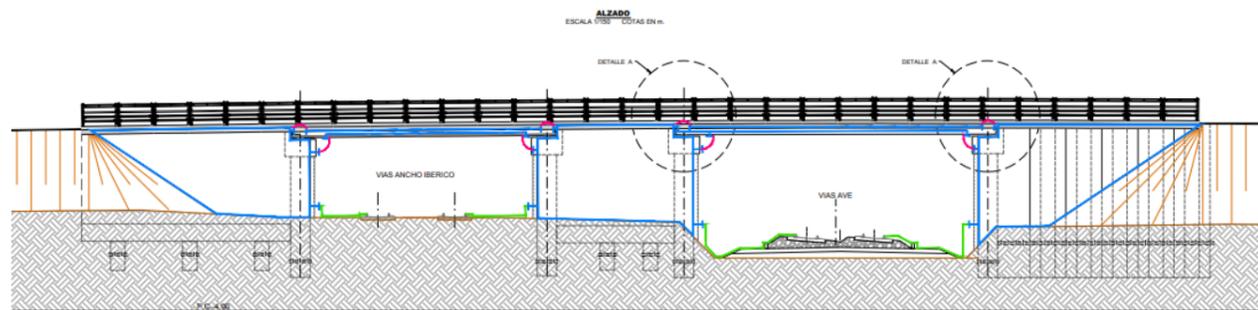


Figura 11: Alzado estructuras sobre ferrocarril y AVE

Este modificado se propone para mantener la lógica en las dos estructuras adyacentes, lo que mejorará la ejecución, al tener solo una tipología de cimentación.

3.3.2.1 Modificados.

En este escenario se plantea la modificación de la estructura del AVE-P.K. 15+245, que se resuelve en proyecto de manera similar a la Ampliación Viaducto sobre FFCC Valencia-Barcelona - P.K. 15+180

3.3.2.1.1 Cimentación Estructura del AVE-P.K. 15+245

La solución de proyecto es con muro pantalla, que sirve de cimentación y de alzado/contención. Tras el estudio del equipo gestor de obra se llega a la misma conclusión que con la estructura ya tratada anteriormente, así que se propone un cambio de tipología de cimentación, que se realizará con pilotes prefabricados.

Este modificado, igual que anteriormente, varía las mediciones de ciertas partidas relativas a las pantallas, y añade medición de la unidad de pilotes.

3.3.2.2 Cálculo de beneficios

Este modificado aporta unos beneficios netos de 9123,59 €, ya que, aunque reduce pérdidas en partidas con un precio poco competitivo de la constructora, como la excavación de pantalla o rellenos, también reduce ganancias al ser esta estructura una de las mayores en medición de acero, unidad en la que nuestra ganancia es sustancial.

3.3.2.3 Conclusiones.

El modificado de la cimentación de la estructura del AVE añade unos beneficios de 9123.59 €, estos dos cambios realizados no aportan gran beneficio económico, pero si facilitan la ejecución de la obra y reducen los plazos. Por tanto, interesa a la constructora que los cambios se realicen.

El total de beneficio del escenario Óptimo 2 es de 291.653,10 €

Beneficio Total	291.653,10
------------------------	-------------------

Tabla 15: Beneficio Escenario Óptimo 2

Estudio económico para la ejecución de las obras de ampliación de la autovía V-21, en los términos municipales de Alboraya y Valencia (Provincia de Valencia)

Código	Unidad	Descripción	Medición Escenario Óptimo 1	Medición Actual	Variación de medición	Beneficio Optimo 1	Beneficio Optimo 2	Beneficio Neto
672-0060	m2	EXCAVACIÓN DE PANTALLA MEDIANTE CUCHARA BIVALVA, DESDE 80 cm HASTA 100 cm DE ESPESOR, HASTA 30 m DE PROFUNDIDAD i/ LA TOTAL EJECUCIÓN DE MURETES GUÍA CON HORMIGÓN NO ESTRUCTURAL HNE-15, EXCAVACIÓN, LODOS TIXOTRÓPICOS O BENTONÍTICOS, LIMPIEZA DE PARAMENTOS Y P.P. DE TRANSPORTE DE EQUIPO MECÁNICO.	4.749,31	1.263,11	-3.486,20	-18167,315	-4831,723921	13335,59107
321-0010	m3	EXCAVACIÓN MECÁNICA DE ZANJAS, POZOS O CIMIENTOS EN CUALQUIER TIPO DE TERRENO, CONSIDERÁNDOSE ZANJAS Y CIMIENTOS AQUELLOS QUE TENGAN UNA ANCHURA < 3 m Y UNA PROFUNDIDAD < 6 m, Y POZOS LOS QUE TENGAN UNA PROFUNDIDAD < 2 VECES EL DIÁMETRO O ANCHO i/ ENTIBACIÓN, AGOTAMIENTO Y DRENAJE DURANTE LA EJECUCIÓN, SANEAMIENTO DE DESPRENDIMIENTOS, CARGA Y TRANSPORTE A LUGAR DE EMPLEO O A VERTEDERO HASTA UNA DISTANCIA DE 10 km.	21.527,09	20.788,64	-738,45	-5047,22399	-4874,08759	173,1364018
332-0060	m3	RELLENO CON MATERIAL GRANULAR PROCEDENTE DE PRÉSTAMO, YACIMIENTO GRANULAR Y/O CANTERA EN TRASDÓS DE ESTRUCTURAS U OBRAS DE DRENAJE i/ CANON DE PRÉSTAMO O CANTERA, CARGA Y TRANSPORTE HASTA UNA DISTANCIA DE 30 km, EXTENDIDO, HUMECTACIÓN, COMPACTACIÓN POR TONGADAS Y TERMINACIÓN Y REFINO DE LA SUPERFICIE DE LA CORONACIÓN Y REFINO DE TALUDES (EN SU CASO).	8.984,33	8.305,99	-678,34	-3475,82	-3213,382988	262,43
610-0060	m3	HORMIGÓN PARA ARMAR HA-30 EN CIMENTACIONES, PILOTES, PANTALLAS, ENCEPADOS Y ACERAS.	12803,66	11.685,36	-1.118,30	36232,44	33067,82	-3164,62121
600-0020	kg	ACERO EN BARRAS CORRUGADAS B 500 SD COLOCADO EN ARMADURAS PASIVAS, i/ CORTE Y DOBLADO, COLOCACIÓN, SOLAPES, DESPUNTES Y P.P. DE ATADO CON ALAMBRE RECOCIDO Y SEPARADORES.	2.158.720,13	1.853.977,97	-304.742,16	172083,587	147790,89	-24292,6923
560-0050	m	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE PILOTE PREFABRICADO DE HORMIGÓN ARMADO HINCADO DE DIÁMETRO 0,4M, HORMIGÓN SRMR, CON AZUCHE NORMAL, EN CUALQUIER TIPO DE TERRENO i/ TRANSPORTE, COLOCACIÓN, ALMOHADILLAS, MONTAJE EQUIPO MECÁNICO Y PILOTE PREFABRICADO	421,8	1271,8	850	11319,003	34128,753	22809,75

Beneficio Acumulado	9123,59701
----------------------------	-------------------

Tabla 16: Resumen modificado Cimentación Estructura del AVE. Fuente: Elaboración propia

3.3.3 Escenario Súper Óptimo

Para el escenario Súper Óptimo, se tendrá en cuenta los anteriores modificados, se añadirán algunos más y además se mejorarán algunos coeficientes de precio que no están negociados pero que podrían llegar a mejorarse.

Además, se reduce el plazo de obra y con él los costes indirectos se mejoran.

3.3.3.1 Plazo de ejecución.

Se establece un plazo de 27 meses, previsión optimista que aprovecha el cambio de tipología de cimentación en dos de las estructuras más grandes, que se realizarán probablemente con pilotes prefabricados.

3.3.3.2 Costes indirectos.

Condicionado a la ejecución en menor tiempo, se han calculado unos costes indirectos para el periodo de ejecución de 3.533.015 € para los 27 meses de obra.

3.3.3.3 Costes de ejecución.

Para este escenario, se mejoran los coeficientes de explanadas y firmes y movimiento de tierras, que eran dos de los que más pérdidas provocaban. Es una posibilidad factible pero no segura, por tanto, solo se refleja en este escenario Súper Óptimo.

Familia	Coef.
Prefabricados	0,7
Aceros	0,72
Hormigones	0,75
Firmes y explanadas	0,75
Mov tierras	0,75
Transporte	0,75
Señalización y barreras	0,85
Cimbras y encofrados	0,75
Demoliciones	0,82
Otros	0,9
Drenajes	0,8
Reposicion de servicios	0,8
Siembra	0,7

Tabla 17: Coeficientes PUC Súper Óptimol. Fuente: Elaboración propia.

3.3.3.4 Modificados.

En este escenario, se refleja una modificación que se ha discutido con la administración, pero no tiene ningún principio de acuerdo, por lo que tiene una probabilidad media-baja de ser aprobada.

3.3.3.4.1 Tablero estructura sobre el Camí Fondo

La estructura se encuentra en el PK 15+400 de la V-21 y está compuesta por un tablero de vigas dispuestas a tope de modo que conforman un encofrado perdido para la losa de hormigón armado. Está contemplado en proyecto la ampliación de esta estructura mediante un tablero losa con un canto total de 60 cm. Por las dimensiones de la losa, se dispone de un sistema de postensado con 13 cordones Y1860S.

La modificación propuesta es el cambio de tablero, pasando a uno ejecutado con vigas pretensadas doble T de canto h=90 cm, suficiente para salvar la luz de entorno a 13 metros que se especifica en proyecto.

A continuación, se muestra una tabla resumen de las variaciones que implican el modificado propuesto.

Estudio económico para la ejecución de las obras de ampliación de la autovía V-21, en los términos municipales de Alboraya y Valencia (Provincia de Valencia)

Código	Unidad	Descripción	Medición Escenario Óptimo 2	Medición Escenario Super Óptimo	Variación de medición
U610-0145	m3	HORMIGÓN PARA PRETENSAR HP-40, VIBRADO Y CURADO, TOTALMENTE COLOCADO	857,25	757,53	- 99,72
321-0010	m3	ACERO ESPECIAL Y 1860 S7 EN CORDONES PARA PRETENSAR i/ VAINAS Y TODOS LOS ACCESORIOS NECESARIOS, LOS ANCLAJES ACTIVO Y PASIVO, ACOPLADORES, TODAS LAS OPERACIONES Y EQUIPOS DE TESADO, LAS OPERACIONES Y EQUIPOS DE INYECCIÓN, EL SELLADO DE CAJETINES.	29857,95	25.321,38	- 4.536,57
600-0020	kg	ACERO EN BARRAS CORRUGADAS B 500 SD COLOCADO EN ARMADURAS PASIVAS, i/ CORTE Y DOBLADO, COLOCACIÓN, SOLAPES, DESPUNTES Y P.P. DE ATADO CON ALAMBRE RECOCIDO Y SEPARADORES.	1853977,97	1.816.247,13	- 37.730,84
614-029	m	VIGA PREFABRICADA DOBLE T DE H=90 CM, HASTA 20 M, INCLUSO TRANSPORTE, COLOCACIÓN Y TODOS LOS MATERIALES Y MEDIOS NECESARIOS PARA LA CORRECTA EJECUCIÓN DE LA UNIDAD DE OBRA.	0	125,5	125,5

Tabla 18: Resumen modificado estructura sobre Camí de Fondo

3.3.3.5 Cálculo de beneficios

El cálculo de beneficios se realiza de igual manera a la explicada en los anteriores casos, y se muestra el cálculo de las 9 mayores unidades de obra y la unidad introducida. Se añade al código de colores el azul turquesa para este escenario.

Estudio económico para la ejecución de las obras de ampliación de la autovía V-21, en los términos municipales de Alboraya y Valencia (Provincia de Valencia)

Código	Unidad	Descripción	Medición Proyecto	Medición Actual	Venta		Coste		Beneficio
					Precio Unitario de Venta	Importe de Venta	PUC total	Importe Propio	
600-0020	kg	ACERO EN BARRAS CORRUGADAS B 500 SD COLOCADO EN ARMADURAS PASIVAS, i/ CORTE Y DOBLADO, COLOCACIÓN, SOLAPES, DESPUNTES Y P.P. DE ATADO CON ALAMBRE RECOCIDO Y SEPARADORES.	2336627,33	1816247,13	1,17	2124159,14	1,10	2004524,21	119634,93
610-0060	m3	HORMIGÓN PARA ARMAR HA-30 EN CIMENTACIONES, PILOTES, PANTALLAS, ENCEPADOS Y ACERAS.	12088,81	11685,36	96,47	1127302,99	94,83	1108137,58	19165,41
211-0050	t	BETÚN MEJORADO CON CAUCHO PROCEDENTE DE POLVO DE NEUMÁTICO FUERA DE USO, TIPO BC50/70, PARA MEZCLAS BITUMINOSAS EN CALIENTE, A PIE DE OBRA O PLANTA.	2082,12	1.629,96	479,81	782067,85	471,65	768771,82	13296,03
672-0060	m2	EXCAVACIÓN DE PANTALLA MEDIANTE CUCHARA BIVALVA, DESDE 80 cm HASTA 100 cm DE ESPESOR, HASTA 30 m DE PROFUNDIDAD i/ LA TOTAL EJECUCIÓN DE MURETES GUÍA CON HORMIGÓN NO ESTRUCTURAL HNE-15, EXCAVACIÓN, LODOS TIXOTRÓPICOS O BENTONÍTICOS, LIMPIEZA DE PARAMENTOS Y P.P. DE TRANSPORTE DE EQUIPO MECÁNICO.	8665,45	1.263,11	108,13	136576,06	106,29	134254,12	2321,95
800-0010	m³km	TRANSPORTE SUPLEMENTARIO DE CUALQUIER TIPO DE MATERIAL PROVENIENTE DE LA EJECUCIÓN DE EXCAVACIONES O PARA LA CONSTRUCCIÓN DE RELLENOS (TERRAPLENES, PEDRAPLENES, TODO-UNO Y LOCALIZADOS), MEDIDO SOBRE PLANOS DE PROYECTO Y AUTORIZADO EXPRESAMENTE POR LA DIRECCIÓN DE OBRA, POR EL EXCESO SOBRE UNA DISTANCIA DE TRANSPORTE DE 10 km EN EL CASO DE PRÉSTAMOS O VERTEDEROS Y DE 30 km EN EL CASO DE CANTERAS.	2712177,48	2712177,48	0,24	650662,23	0,22	596960,22	53702,00
542-0050	t	MEZCLA BITUMINOSA EN CALIENTE TIPO AC22 BIN S (S-20 INTERMEDIA), EXTENDIDA Y COMPACTADA, EXCEPTO BETÚN Y POLVO MINERAL DE APORTACIÓN.	21607,09	21607,09	26,43	571062,94	25,98	561354,23	9708,71
510-0010	m3	ZAHORRA ARTIFICIAL i/ TRANSPORTE, EXTENSIÓN Y COMPACTACIÓN, MEDIDO SOBRE PERFIL TEÓRICO.	30555,30	6.135,95	18,18	111568,29	17,87	109671,50	1896,79
542-0100	t	MEZCLA BITUMINOSA EN CALIENTE TIPO AC32 BASE G (G-25 BASE), EXTENDIDA Y COMPACTADA, EXCEPTO BETÚN Y POLVO MINERAL DE APORTACIÓN.	14858,23	0,00	26,46	0,00	19,85	0,00	0,00
U704.0041	m	BARRERA DE SEGURIDAD SIMPLE DE HORMIGÓN, CON NIVEL DE CONTENCIÓN H1, ANCHURA DE TRABAJO W5 O INFERIOR, DEFLEXIÓN DINÁMICA 1,20 m O INFERIOR, ÍNDICE DE SEVERIDAD A, INCLUSO CAPTAFAROS, Y PARTE PROPORCIONAL DE SUJECCIONES Y ANCLAJES, TOTALMENTE INSTALADA.	6648,00	7148,00	58,14	415561,39	64,77	462962,56	-47401,17
614-0 29	m	VIGA PREFABRICADA DOBLE T DE H=90 CM, HASTA 20 M, INCLUSO TRANSPORTE, COLOCACIÓN Y TODOS LOS MATERIALES Y MEDIOS NECESARIOS PARA LA CORRECTA EJECUCIÓN DE LA UNIDAD DE OBRA.	0	125,5	359,95	45173,725	287,96	36138,98	9.034,75

Tabla 19: Resumen Resultado Súper Optimo

3.3.3.6 Conclusión

En la situación planteada, con todos los modificados propuestos aceptados y con precios muy competitivos se consigue un beneficio 466.017,06 €. La incertidumbre es la mayor de todos los escenarios, pero no se añade ninguna situación que sea muy improbable.

Por tanto, se debe pelear al máximo para conseguir aproximarse a esta estimación de beneficios.

Beneficio Total	466.017,06
------------------------	-------------------

Tabla 20: Beneficio escenario Súper Óptimo

	ESCENARIO ACTUAL	ESCENARIO PREVISTO	ESCENARIO ÓPTIMO 1	ESCENARIO ÓPTIMO 2	ESCENARIO SUPER ÓPTIMO
BENEFICIO	- 1.330.172,90	- 74.700,72	282.529,50	291.653,10	466.017,06
VENTA TOTAL	17.127.179,44	16.903.110,20	16.213.097,10	15.473.593,27	15.476.349,05

En el estudio realizado, se comienza con un importe de venta de 17 millones de € en las 65 unidades tratadas y se consigue bajar a entorno a 15 millones de €, esto significa que los modificados propuestos han sido óptimos y han mejorado las previsiones económicas tanto para la constructora como para la Administración.

4. Conclusión aplicación práctica.

En esta simulación práctica se ha seguido el proceso de creación de un estudio económico en fase de ejecución, que comienza con la adjudicación de la obra. Es entonces cuando el equipo gestor de obra, comandado por el jefe de obra, debe trabajar contrarreloj para estudiar a fondo el proyecto. La estrategia para aumentar los beneficios que se pueden conseguir en una obra no pasa por el engaño, la coacción o las irregularidades constructivas, sino por un proceso de estudio y análisis de estrategias que permitirán llevar la obra a buen puerto.

Tras realizar la simulación se observa como la mejora de precios, obtención de modificados y ajuste de plazos de ejecución van modificando el beneficio hasta conseguir las metas de la constructora. Cabe destacar que paralelamente a la obtención de beneficios, también se han ido aminorando los importes de venta totales, es decir la Administración ha ahorrado dinero con los modificados propuestos.

A continuación, se muestra una tabla de la evolución del beneficio interno de la constructora y el importe de venta que debe abonar la Administración

Esto es una de las piezas clave para la aprobación de un modificado, no se aprueba un modificado solo porque sea una mejora en términos de calidad, rapidez de ejecución o seguridad, también es importante que la Administración vea su coste mejorado, o al menos, igualado.

Bibliografía.

1. Barón Escamilla, Carlos. *Gestión de Obras* (2012)
2. Jiménez Ayala, Jaime; Clemente Tirado, Juan José. *MAPGIC Apuntes Administración y Gestión de Obras (II)*. (2015). Valencia: Editorial Tirant lo Blanch.
3. Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, UPV. *Procedimientos de Construcción (2º GIOP)*. [Apuntes de asignatura].
4. BOE. *núm. 197, de 18 de agosto de 2017. Expediente: 47-V-7070; 54.10/17*. (2017)
5. Plataforma de Contratación del Sector Público. *Anuncio de licitación: Ampliación a tres carriles del tramo Carraixet - Valencia de la Autovía V-21. Provincia de Valencia* (2017)
6. CPS Ingenieros, Obra Civil y Medio Ambiente S.L. *Ampliación a tres carriles del tramo Carraixet - Valencia de la autovía V-21*. [Proyecto de construcción]

