



***UNIVERSIDAD DE OVIEDO***

**DEPARTAMENTO DE EXPLOTACIÓN Y PROSPECCIÓN DE MINAS  
MÁSTER INTERUNIVERSITARIO EN “DIRECCIÓN DE PROYECTOS”  
TRABAJO FIN DE MÁSTER**

**METODOLOGÍA PARA EL CONTROL DE  
COSTES UTILIZANDO EL MÉTODO DEL  
VALOR GANADO EN PROYECTOS DEL  
ÁMBITO AEROPORTUARIO**

**AUTOR: Eduardo Aparisi Martínez**

**DIRECTOR: Ramiro Concepción Suarez**

## Índice de contenidos

---

<b>1</b>	<b>RESUMEN</b> .....	<b>5</b>
<b>2</b>	<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>6</b>
2.1	Descripción del problema.....	7
2.2	Motivación .....	9
2.3	Ámbito y alcance .....	10
2.4	Definiciones y Acrónimos .....	11
<b>3</b>	<b>OBJETIVOS</b> .....	<b>13</b>
<b>4</b>	<b>PROCESO METODOLÓGICO SEGUIDO</b> .....	<b>14</b>
<b>5</b>	<b>ESTADO ACTUAL DE LA GESTIÓN DE PROYECTOS AEROPORTUARIOS</b> .....	<b>16</b>
<b>6</b>	<b>ESTADO DEL ARTE</b> .....	<b>20</b>
6.1	Control de Costes.....	20
6.2	Método del valor ganado.....	21
6.2.1	Evolución histórica .....	21
6.2.2	Análisis del método.....	22
6.2.3	Variables del método del valor ganado.....	24
6.2.4	Ventajas del método del valor ganado.....	26
6.2.5	El Método del Valor Ganado en proyectos del ámbito aeroportuario.....	27
6.3	Metodologías de control de costes.....	28
<b>7</b>	<b>METODOLOGÍA</b> .....	<b>38</b>
7.1	Introducción.....	38
7.2	Fases del proceso .....	40
7.3	Guía detallada.....	42

7.3.1 Fase de Contratación de Proyecto.....	42
7.3.2 Fase de Inicio.....	46
7.3.3 Fase de Construcción .....	58
7.3.4 Fase de Cierre .....	84
7.3.5 Procesos transversales.....	88
<b>8 CONCLUSIONES Y LÍNEAS DE FUTURO .....</b>	<b>94</b>
<b>9 BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>96</b>

## Índice de figuras

---

Figura 1. Flujograma gestión proyectos Aena. ....	18
Figura 2. Metodología ABC .....	29
Figura 3.PMBoK.....	31
Figura 4. Esquema metodología propuesta .....	41
Figura 5. Diagrama de actividades de la fase de contratación de proyecto ...	43
Figura 6. Diagrama de actividades del proceso de Estudio y Análisis del Proyecto de Construcción .....	47
Figura 7. Diagrama de actividades del proceso de Revisión y Análisis de Programa de Trabajo .....	50
Figura 8. Diagrama de actividades del proceso de Organización del Control y Seguimiento de Costes.....	54
Figura 9. Diagrama de actividades del proceso de Control y Seguimiento del Programa de Trabajos.....	59
Figura 10. Diagrama de actividades del proceso de Seguimiento de Medición y Valoración .....	63
Figura 11. Diagrama de actividades del proceso de Método del Valor Ganado .....	68
Figura 12.Esquema de la evolución de las líneas base del proyecto.....	69
Figura 13.Esquema de la evolución de las líneas base del proyecto Desviaciones.....	71
Figura 14. Diagrama de actividades del proceso de Evaluación de Alternativas Correctoras.....	78
Figura 15. Diagrama de actividades del proceso de Seguimiento de Implantación de Medidas Correctoras.....	81
Figura 16. Diagrama de actividades del proceso de la Fase de Cierre.....	85
Figura 17. Diagrama de actividades del proceso gestión de Cambios.....	89
Figura 18. Diagrama de actividades del proceso de Seguimiento y Control ..	92

## 1 RESUMEN

En la actualidad uno de los mayores inconvenientes que se encuentran los gestores de proyectos de construcción en general son los incumplimientos de los plazos y los sobrecostes durante la ejecución de los mismos. El hecho de carecer de metodologías concretas del sector y de las herramientas que estas podrían aportar a estos gestores ocasiona, de forma muy habitual, que todas las actividades relacionadas con plazos y costes se transformen en el núcleo central del proyecto, restando muchas veces relevancia a aspectos técnicos o humanos.

La gran competencia existente en el sector de la construcción y más en concreto en el desarrollo de infraestructuras públicas hace que pequeñas desviaciones económicas o temporales sean decisivas a la hora del éxito o fracaso de nuestro proyecto, desde el momento en que este sale a licitación pública, hasta la recepción del mismo.

Resulta de gran importancia llevar un control exhaustivo de los costes de nuestro proyecto a fin de que cualquier pequeña desviación sea estudiada, analizada y valorada, de forma que nos permita tomar la decisión más adecuada para poder corregir cualquier contingencia.

Por ello con este trabajo se desarrollara una metodología que ayudara a los gestores de proyectos del ámbito aeroportuario a dotarles de las herramientas necesarias para que las posibles incidencias relacionadas con los costes de desarrollo del proyecto no se transformen en el mayor problema en la realización del mismo y pasen a ser una parte más de su quehacer.

**Palabras clave:** metodología para el control de costes, control de costes, valor ganado, EVMS, costes proyectos aeroportuarios.

## 2 INTRODUCCIÓN

La gestión de proyectos es una disciplina definida según el Project Management Body of Knowledge (PMBOK) como “la aplicación de conocimientos, habilidades, herramientas y técnicas a las actividades de un proyecto para satisfacer los requisitos del proyecto”, por lo tanto, los profesionales que pertenecen al sector deberán velar por la mejora de estos conocimientos, el desarrollo de sus habilidades y la creación de nuevas herramientas y técnicas que ayuden al perfeccionamiento en esta materia.

La dirección y control del coste del proyecto, es una de las áreas de conocimiento que forman parte de la gestión de proyectos, área que ha ido desarrollando nuevas herramientas en aspectos como la planificación y el control de estos costes pero que en determinados sectores como el que nos ocupa en este trabajo, o bien han quedado obsoletas, o bien carecen de la versatilidad necesaria para poder adaptarse a un ámbito de construcción.

Como expresábamos antes, técnicas como la planificación y el control de costes, nos ofrecerán la capacidad de aumentar el valor de nuestra inversión pero también podrán penalizarnos en caso de un uso deficiente. Es por ello, que el desarrollo y la utilización de un conjunto de procedimientos y/o técnicas para controlar (detectar, informar y reaccionar) sobre los costes durante el estudio y desarrollo del proyecto es función esencial para alcanzar los resultados esperados.

En este trabajo proponemos una metodología para el control de costes con el que pretendemos optimizar el uso de recursos y la mejora de resultados en proyectos de construcción del ámbito aeroportuario; asimismo busca facilitar el “día a día” de los gestores de proyectos de este sector, dotándoles de herramientas suficientes para que la gestión de estos costes no acabe siendo un aspecto improvisado y finalice en un proyecto fracasado, sino que nos permita tener los suficientes datos para tomar decisiones “a priori” y por lo tanto en cualquier momento seamos los “dueños” del destino de nuestro proyecto y lo finalicemos con el éxito esperado.

El horizonte de este trabajo va más allá de la mera aplicación de un programa informático o un método matemático, sino que busca la relación y secuenciación de las actividades más comunes en proyectos de construcción de infraestructuras aeronáuticas y partiendo de ellas aplicará las herramientas necesarias para la consecución del objetivo del mismo.

## **2.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA**

Actualmente existe un problema en lo relativo a la gestión de los costes de los proyectos de construcción, problema que no sólo afecta a estos proyectos directamente sino que se expande hasta generar problemas políticos y sociales, sirva de ejemplo la construcción de las obras de ampliación del canal de Panamá por la empresa española Sacyr que ha finalizado con unos sobrecostes cercanos a 2388 millones de dólares y que en momentos de su ejecución requirió la intermediación de la Ministra de Fomento de España, para atajar los problemas políticos y sociales que se estaban produciendo por los excesivos sobrecostes durante la ejecución del proyecto, o los de la ejecución del AVE entre Medina y La Meca ejecutado por un consorcio de empresas españolas entre las que se encuentra RENFE, ADIF, INECO, OHL, INDRA, que ya acumula un sobrecoste de 1800 millones de euros.

En el año 2002 “*Journal of the American Planning Association*” publica un informe elaborado por tres prestigiosos profesores de la universidad de Aalborg titulado “*Underestimating Cost in Public Works Project*” en el que utilizando una base de análisis de 258 proyectos de distintos tipos de proyectos de infraestructuras para el transporte, se llega a la conclusión de que existe un incremento medio del 27,6% sobre el presupuesto inicial, por otro lado en el año 2015 KPMG publica en su informe “*Global construction survey 2015*” que tan sólo el 31% de proyectos de Ingeniería Civil del mundo ejecutados en los últimos 3 años, concluyeron con un sobrecoste inferior al 10% de su presupuesto y que el 12% de ellos supero en un 50% este sobrecoste.

Parece obvio a tenor de los datos, que la gestión de los costes de los proyectos de construcción se ha convertido sino en el mayor escollo, si en el que más relevancia ha adquirido en el fracaso en la ejecución de este tipo de proyectos.

Los proyectos de infraestructuras aeroportuarias no son una excepción en el fracaso de la gestión de los costes, la ampliación del Aeropuerto de Barajas con la construcción de su nueva Terminal de pasajeros comenzó con un presupuesto cercano a los 1000 millones de euros, para acabar casi 8 años después con un desembolso de unos aproximadamente 6200 millones de euros, Aeropuertos como el de Castellón y Ciudad Real que actualmente se encuentran casi en desuso y con unos abultados costes de mantenimiento también acumularon sobrecostes en su construcción por variaciones de proyecto y falta de definición de los mismos.

Fuera de nuestras fronteras también encontramos ejemplos de estos proyectos-fracaso, la construcción del nuevo aeropuerto de Berlín con sobrecostes que triplicaban los estimados, acabó con la renuncia del alcalde de la ciudad, en Brasil, país que albergó el mundial de futbol de 2014 y que durante este verano en Rio de Janeiro se celebrarán los juegos olímpicos, tuvo que intervenir en 27 aeropuertos para ampliarlos y mejorarlos con un presupuesto cercano a los 3000 millones de euros, sin la finalización de todos los proyectos se barajan cifras desorbitantes en los sobrecostes.

El problema de la gestión de costes de proyectos de construcción es una realidad, esta realidad, nos debe hacer pensar a los técnicos, empresas e instituciones la forma de actualizar, mejorar y desarrollar técnicas y herramientas para que este tipo de proyectos no sigan acabando en un fracaso no solo de los agentes directamente involucrados en estos proyectos sino de toda la sociedad que forma del entorno que los rodea y que sufre, en muchas ocasiones, los daños producidos por este déficit en su gestión.

## **2.2 MOTIVACIÓN**

El mayor problema que hoy se puede encontrar un técnico que deba gestionar una construcción de las dimensiones o el carácter que sea, es el relacionado con los plazos y costes, ya que los aspectos de carácter técnico o humano parece que en la actualidad con la formación de los técnicos, los avances en materiales, maquinaria, programas informáticos, etc. y los recursos con los que cuentan las organizaciones no son aspectos críticos en la desarrollo de estos proyectos.

Por lo tanto la elección de este tema responde a dos circunstancias: la primera de ellas es la necesidad de actualizar, desarrollar o adaptar metodologías que puedan servir de referente a los gestores de obras de construcción en cualquiera de los estadios o jerarquías del proyecto, la segunda es el interés del tema tanto desde un punto de vista personal como desde un punto de vista profesional.

Las fases y procesos descritos en este trabajo, son fruto de un estudio y análisis basados en la experiencia y la comunicación con profesionales del ámbito de la construcción aeroportuaria.

Como se puede ver en el apartado alcance de este trabajo, tras diferentes reuniones con el tutor de TFM, se decidió centrar el mismo en la parte que habitualmente gestiona los costes de los proyectos en el ámbito aeroportuario, la ATCV (Asistencia Técnica de Control y Vigilancia), aunque siempre bajo la supervisión de la Dirección de Obra y dirección de Expediente.

Su elección se debe, en definitiva, al hecho de considerar que se trata de un tema interesante fruto de la experiencia en las necesidades de este tipo de proyectos y que podría tener un mayor recorrido en la elaboración de una tesis de doctorado, pudiendo ampliar en ella el alcance y las aspiraciones de esta metodología.

### **2.3 ÁMBITO Y ALCANCE**

El objeto del proyecto no consiste en una simple metodología que deba aplicarse por un agente determinado del proyecto y de forma rígida, se pretende que esta metodología sea una herramienta para los gestores del proyecto, herramienta que en ningún caso deberá ser aplicada de forma rigurosa, sino todo lo contrario, deberá retroalimentarse, adaptarse y mejorarse en función de las necesidades del proyecto.

Se trata de un trabajo enmarcado en proyectos de construcción del ámbito aeroportuario, ya que este tipo de proyectos cuentan con una serie de características singulares con respecto a otros proyectos de construcción, y dentro de este tipo, se centrará en la gestión del control de costes por parte de la ATCV, aunque la filosofía de la metodología es la aplicación a cualquier proyecto de construcción con pequeñas variaciones en cuanto a agentes participantes o procesos concretos.

La elección de la utilización del Método del Valor Ganado en el desarrollo de este trabajo es debida a la versatilidad de este método para adaptarse proyectos con características muy diferenciadas de diversos sectores y la relativa simplicidad de la aplicación del mismo en relación a los datos que nos puede proporcionar.

La metodología se encuentra dividida en fases y procesos, ya que esta disposición ayudará a su comprensión y adaptabilidad, en ella no será necesario la secuenciación y ni siquiera la aplicación de todas las fases y procesos, ya que estos deberán adaptarse al proyecto en concreto.

La división de esta metodología será la siguiente:

- ✓ **Fase de Contratación del Proyecto**
- ✓ **Fase de Inicio**
  - Estudio y Análisis del Proyecto de Construcción
  - Revisión y Análisis de programa de Trabajo

- Organización del Control y Seguimiento de costes
- ✓ **Fase de Construcción**
  - Control y seguimiento del Programa de Trabajo
  - Seguimiento de Medición y Valoración de Obra
  - Método del Valor Ganado
  - Evaluación de Alternativas Correctoras
  - Seguimiento de Implantación de Medidas Correctoras
- ✓ **Fase de Cierre**
- ✓ **Procesos transversales**
  - Gestión de Cambios
  - Seguimiento y Control

## 2.4 DEFINICIONES Y ACRÓNIMOS

A continuación se realiza la descripción y definición de algunos términos y acrónimos utilizados en este trabajo:

- ✓ **Proyecto:** *Procesos* que consisten en un conjunto de actividades coordinadas y controladas con fechas de principio y final definidas, que se emprenden con un objetivo, conforme a unos requerimientos específicos, incluyendo las limitaciones de tiempo, coste y recursos.
- ✓ **Producto del proyecto:** Es el resultado final que se entrega al cliente.
- ✓ **Participantes:** Es un individuo p grupo de individuos con un interés común en el rendimiento de la organización del proyecto y en el entorno en el que opera.
- ✓ **Proceso:** Son un conjunto de recursos y actividades relacionados entre sí que transforman las entradas (inputs) en salidas (outputs).

- ✓ **Evaluación del proceso:** Evaluación de las salidas (outputs) de las actividades del proyecto, efectuada en unos hitos apropiados dentro del ciclo de vida del proyecto.
- ✓ **Tarea:** Una tarea es un conjunto de operaciones y, en ocasiones, de otras tareas, las cuales representan elementos de trabajo que sean reconocibles.
- ✓ **Hito:** punto de referencia que marca un evento importante en un proyecto y se utiliza para controlar el progreso del proyecto.

Toda tarea con una duración cero se muestra automáticamente como un hito. También se puede marcar cualquier otra tarea de cualquier duración como hito.

- ✓ **Control:** Periodo de tiempo en el que se miden los avances, podrá ser diario, semanal, mensual,...
- ✓ **Fases:** grupo de tareas relacionadas que completan el paso principal de un proyecto.

La organización de tareas e hitos en fases proporciona cierta estructura al proyecto y lo hace más fácil de evaluar cuanto a su progreso.

- ✓ **Presupuesto:** es el plan de acción dirigido a cumplir con la meta económica prevista, expresada en valores y términos financieros que, debe cumplirse en determinado tiempo y bajo ciertas condiciones previstas, este concepto se aplica a cada centro de responsabilidad del proyecto.

El presupuesto es la previsión numérica de las metas físicas a lograr y la cuantificación monetaria y real de los recursos a emplear.

Acrónimos utilizados en el trabajo:

- ✓ **ACWP:** Coste real o coste real del trabajo realizado.
- ✓ **ATCV:** Asistencia Técnica de Control y Vigilancia

- ✓ **ATRP:** Asistencia Técnica de Redacción de Proyecto.
- ✓ **BAC:** Presupuesto al finalizar.
- ✓ **BCWP:** Valor ganado o coste presupuestado del trabajo realizado.
- ✓ **BCWS:** Valor planificado o coste presupuestado del trabajo programado.
- ✓ **CV:** Variación del coste.
- ✓ **EAC:** Estimación a la conclusión.
- ✓ **EVMS:** Método del Valor Ganado.
- ✓ **PMBOK:** Guía de Dirección de Proyectos del PMI
- ✓ **PMI:** Instituto de Gestión de Proyectos
- ✓ **SPI:** Índice de rendimiento del cronograma
- ✓ **SV:** Variación del cronograma
- ✓ **TCPI:** Índice de utilización del tiempo para finalizar
- ✓ **VAC:** Variación en la finalización
- ✓ **WBS:** Estructura de Desglose de Trabajo

### 3 OBJETIVOS

El objetivo principal de la metodología es crear un marco de referencia para que una empresa pueda sistematizar de una forma coordinada e integrada las actividades para todo el proceso de control de costes mediante la utilización del Método del Valor Ganado en proyectos del ámbito Aeroportuario. Con esta metodología se pretende facilitar la realización de procesos asociados a los costes, posibilitando al mismo tiempo una gestión ágil y mayores posibilidades de éxito en los resultados.

Como objetivos estratégicos de la metodología obtenida se establecen los siguientes:

- ✓ Crear nuevos conocimientos dentro de la organización.

- ✓ Reducir el tiempo dedicado al control de costes de este tipo de proyectos.
- ✓ Fiabilidad en el proceso de control de costes.
- ✓ Desarrollar e indicar los criterios generales que se debe seguir en la aplicación del Método del Valor Ganado.
- ✓ Investigación bibliográfica de material publicado relacionado con el control de costes de proyectos de construcción.
- ✓ Proponer una metodología que sirva de ayuda en la gestión y control de los costes de un proyecto de construcción.
- ✓ Profundizar en el conocimiento de la teoría del valor ganado y como debe aplicarse en un proyecto de infraestructura aeronáutica.
- ✓ Identificar la problemática del control de costos en el proyecto de infraestructura propuesto, y su impacto en la toma decisiones.

#### **4 PROCESO METODOLÓGICO SEGUIDO**

El proceso metodológico seguido en la elaboración de este trabajo es el similar a trabajos de estas características.

En primer lugar se realizó una revisión estratégica del tema de estudio, esta revisión consiste en examinar el estado actual de la gestión de los costes en proyectos de carácter general y se identifica que información podría servirnos de base para la realización de nuestro trabajo y que evolución se le podría dar.

El diseño y las técnicas recolección de la información necesaria para el desarrollo de trabajo son las siguientes:

- ✓ Investigación, búsqueda y obtención de artículos e información relacionados con la gestión de los costes en proyectos de diversas fuentes en Internet (páginas especializadas en trabajos de investigación, páginas generales, opiniones de expertos, de empresas y administración pública).

- ✓ Interpretación de los artículos y documentos obtenidos para la selección de la información, y el contraste de la misma, para asegurar que la información suministrada sea correcta, aunque se evaluarán casos subjetivos que puedan proporcionar información útil, novedosa o inesperada. Se van a evaluar principalmente en los artículos y documentos el rigor científico, la metodología utilizada para la obtención de los datos que asegure su realismo, las fuentes de las que proviene la información, la actualidad de la información presentada y el entorno donde se ubican las opiniones o estudios muestreados presentados.
- ✓ Información de especial relevancia obtenida en base a la entrevista con personal de gestión de proyectos del ámbito aeroportuario que tenga capacidad de decisión o conocimiento suficiente debido a su posición en las organizaciones que permita extraer información objetiva, subjetiva, las tendencias y las diferentes posibilidades revolucionarias o aún no implementadas.
- ✓ Obtención de información de la experiencia personal de los autores, contando con la creatividad, intuición o visión en el tema tratado tanto a nivel teórico como práctico.

Posteriormente se realizó un examen de la situación actual, analizando diferentes tipos de proyectos del desarrollo de infraestructuras en el ámbito aeroportuario las técnicas utilizadas en esta gestión, los procesos de control de costes implementados, analizando las alternativas disponibles describiendo una estrategia que permitiera llegar a la consecución del objetivo de responder a las preguntas planteadas en la formulación de este trabajo.

A continuación, se diseñó y desarrolló la metodología, describiendo de forma detallada, la forma en que deberá ser implementada en el control de los costes a lo largo del ciclo de vida del proyecto, incluyendo las técnicas de medición, indicadores seleccionados y las acciones recomendadas para la corrección de las desviaciones en la planificación original.

Para finalizar, una vez desarrollada la metodología, se decidió realizar una autocrítica del trabajo realizado a fin de obtener unas conclusiones y unas líneas de futuro, con el fin de encontrar las posibles debilidades y mejoras que podrían realizarse en las futuras líneas de investigación.

## **5 ESTADO ACTUAL DE LA GESTIÓN DE PROYECTOS AEROPORTUARIOS**

Actualmente en España, la sociedad mercantil estatal Aena S.A., es la encargada de la ordenación, dirección, coordinación, explotación, conservación, administración y gestión de los aeropuertos de interés general así como del diseño y elaboración de los proyectos, ejecución, dirección y control de las inversiones en las infraestructuras e instalaciones aeroportuarias siendo también la encargada de la evaluación de necesidades y, en su caso, la propuesta de planificación de nuevas infraestructuras aeroportuarias.

Aena propone una serie de herramientas en la gestión de sus aeropuertos, que resume en los siguientes puntos:

- Toma de decisiones colaborativa en la cadena de transporte (A-CDM): Facilita la toma de decisiones colaborativa entre los distintos actores de la cadena del transporte aeroportuario. Permite optimizar los procesos de planificación de los vuelos, mejorando la gestión del tráfico aéreo compartiendo información actualizada y precisa, con la consiguiente repercusión en la optimización de los procesos de planificación de los vuelos y en beneficio de todas las partes implicadas con el impacto positivo que este mayor grado de eficiencia esperado tiene tanto para los pasajeros como para el medio ambiente.
- Centro de Gestión Aeroportuaria (CGA): Implantación en diferentes aeropuertos de Centros de Gestión Aeroportuaria con sistemas de información técnico-operativos y de comunicaciones integrados. Este proyecto ha tenido como objetivo final incrementar los niveles de calidad, seguridad y eficiencia en la gestión y prestación de servicios diarios en los aeropuertos de la red.

- Sistema Automatizado de Tratamiento de Equipajes (SATE)
- Tren Automático de Transporte (APM)
- Triage electrónico emergencias
- Previsión del tráfico aéreo (PISTA)
- Sistema Aeroportuario de Ortoimágenes Satélite (SAOS)
- Sistema de Información Geográfica de Recursos Aeroportuarios (SIGRA)

En cuanto a la gestión del desarrollo de infraestructuras aeroportuarias y su ejecución, Aena sigue un modelo común a la gestión de la ejecución de otro tipo de infraestructuras.

La peculiaridad distintiva en la gestión del desarrollo de este tipo de infraestructuras se encuentra en la importancia que se da a la seguridad de accesos a la obra, seguridad que en muchos casos puede ralentizar mucho estos accesos y que por lo tanto deberá tenerse valorada y estudiada a la hora de realizar los programas de trabajo y, las afecciones que puede conllevar el proyecto y que en muchas ocasiones tienen poca o casi nula flexibilidad de reprogramación, debido a la imposibilidad de cerrar pistas o accesos, lo que derivará en la realización de trabajos en horarios nocturnos con sus consiguientes incomodidades y dificultades organizativas.

Aena, bien a través de sus servicios centrales o bien de las direcciones de cada aeropuerto, cuando considera que por motivos de mejoras, desperfectos o mantenimiento de infraestructuras debe realizar algún tipo de intervención de las mismas sigue el siguiente flujograma:

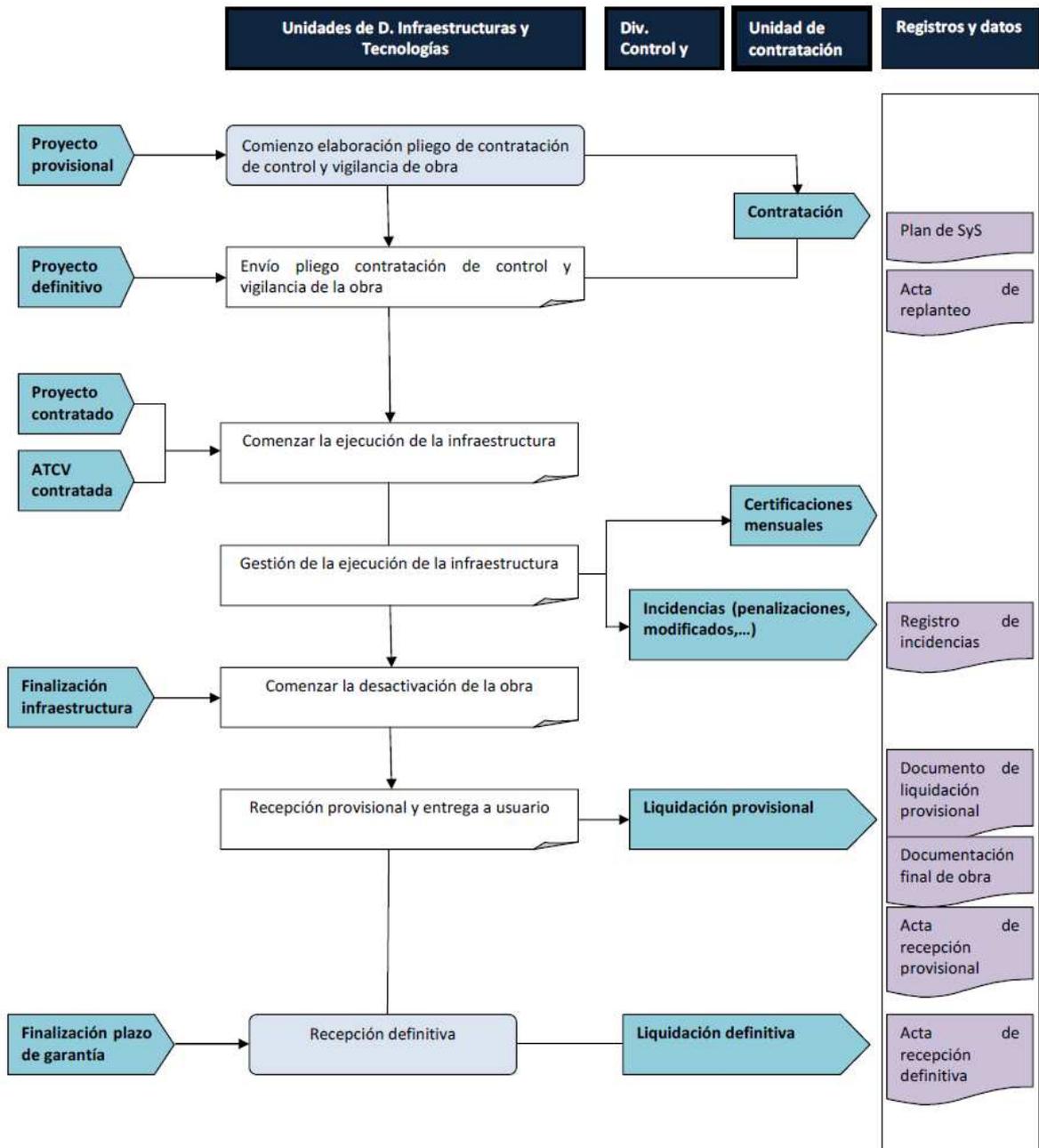


Figura 1. Flujograma gestión proyectos Aena (Elaboración propia)

En primer lugar se elaborará un estudio de las necesidades de cada aeropuerto de su red.

Se continuará con la aprobación de la dotación presupuestaria para cada uno de estos aeropuertos, que serán destinadas a la intervención necesaria.

La redacción de Proyecto de Ejecución, podrá ser realizada por técnicos pertenecientes a la plantilla de Aena o con la ayuda de ATRP (Asistencia Técnica de Redacción de Proyectos) contratada a tal efecto. Este Proyecto de Ejecución estará formado por una Memoria técnica en la que vendrá especificada la intervención a realizar con un presupuesto y un plazo de ejecución, que servirá de base para la exposición pública y la posterior licitación del proyecto.

En función de la cuantía del presupuesto y las características del Proyecto, la dirección del mismo, que será la responsable del control y vigilancia de la ejecución del mismo, será apoyada por una ATCV (Asistencia Técnica de Control y Vigilancia). Esta ATCV se encargará de velar por el cumplimiento del contrato y será la encargada de asistir y asesorar al Director de obra y/o de expediente en las labores de control y vigilancia a la empresa que sea la encargada de realizar la ejecución del proyecto.

Si bien Aena puede tener procesos o metodologías de uso interno, esta, una vez contratada la ATCV no nos sugiere ninguna metodología concreta a la hora de realizar el control y seguimiento en la ejecución de estas infraestructuras, quedando abierta a propuestas por parte de las ATCVs, las cuales en su oferta técnica incluirán las metodologías y herramientas que utilizarán para llevar a cabo este control y posteriormente y una vez adjudicada la obra, elaborarán una Propuesta de Plan de Control y Vigilancia a partir de las particularidades del proyecto y de la obra en sí, Plan que servirá para contrastar con el elaborado por el Contratista de modo que éste pueda ser complementado o modificado para recoger todos los aspectos de la obra.

## 6 ESTADO DEL ARTE

En la actualidad unos de los mayores problemas que se encuentran los gestores de proyectos de construcción es el relacionado con los costes en la ejecución de los mismos, en el año 2002 “*Journal of the American Planning Association*” publica un informe elaborado por tres prestigiosos profesores de la universidad de Aalborg titulado “*Underestimating Cost in Public Works Project*” en el que utilizando una base de análisis de 258 proyectos de distintos tipos de proyectos de infraestructuras para el transporte, se llega a la conclusión de que existe un incremento medio del 27,6% sobre el presupuesto inicial, por otro lado en el año 2015 KPMG publica en su informe “*Global construction survey 2015*” que tan sólo el 31% de proyectos de Ingeniería Civil del mundo ejecutados en los últimos 3 años, concluyeron con un sobrecoste inferior al 10% de su presupuesto y que el 12% de ellos supero en un 50% este sobrecoste.

El sector aeroportuario no es ajeno este “mal” y obras tan conocidas como la Terminal 4 del ahora Aeropuerto Adolfo Suarez de Madrid, el Aeropuerto de Castellón o el Aeropuerto de Berlín, fueron acumulando sobrecostes y dilataciones de plazos, hasta en algún caso paralizar la ejecución de estas obras.

### 6.1 CONTROL DE COSTES

El control de costes puede ser definido como un proceso de gestión que se ocupa de medir, en función de los criterios de eficacia y eficiencia, el uso de los recursos que se aplican para el logro de objetivos (Soriano, 2013).

En efecto, el control de costos, será el proceso que nos dotará de las herramientas necesarias y las metodologías a seguir para poder desarrollar una influencia sobre los elementos y los factores que producen variaciones del coste, y controlar y reconducir estas en el desarrollo de nuestro proyecto.

Como exponíamos en la Introducción, actualmente en el mundo de la construcción, los sobrecostes son uno de los mayores problemas que se

encuentran en la Gestión de estos proyectos, y la necesidad de dotar a estos profesionales de procedimientos sistemáticos y de fácil operación es una realidad y una obligación de los investigadores (Martínez, 2004).

Como establece Levy (1997), “una vez iniciada una obra, el gerente de construcción estará interesado en el diseño de un sistema que le permita vigilar constantemente todos los costos del proyecto, de manera que en cualquier momento se pueda saber con qué eficiencia se está logrando la utilidad estimada”.

## **6.2 MÉTODO DEL VALOR GANADO**

### **6.2.1 EVOLUCIÓN HISTÓRICA**

En el año 1963 la Fuerza Aérea de Estados Unidos comienza a utilizar una versión rudimentaria del EVM dentro del proyecto de misiles balísticos Minuteman como parte del sistema PERT/Cost. En 1967 el DoD (Departamento de defensa) adopta formalmente este sistema denominándolo C/SCSC (Cost/Schedule Control System Criteria) agrupando un conjunto de 35 criterios definiendo los requerimientos mínimos para la correcta gestión del proyecto.

No es hasta el año 1998 cuando el EVMS es adoptado como un estándar (ANSI/EIA-748) de la American National Standards Institute (ANSI/EIA), siendo obligatorio para todos los contratos de las agencias federales (DoD, DoE o NASA). En Marzo de 2013 es publicada la última actualización de esta norma (ANSI/EIA-748-C) la cual sigue constando de 32 criterios, incluyendo cuentas de control y enfatiza riesgos y oportunidades (Christensen, 1998).

En 1996 el Project Management Institute (PMI) incluye el EVM dentro del PMBoK como un proceso dentro del área de comunicaciones. Ya en 2002 y tras el escándalo de Enron y de las WWW se impone la ley Sarbanes-Oxley en la cual se adopta el EVM como un estándar para apoyar el cumplimiento de los procedimientos internos de control obligatorias para las empresas públicas.

En 2005 PMI publica la 1ª versión del estándar de práctica de EVM. En 2011 el PMI publica una nueva versión de este estándar mucho más elaborado y estructurado y con cierta vinculación con el ANSI/EIA-748.

### **6.2.2 ANÁLISIS DEL MÉTODO**

Uno de los factores clave durante todo el ciclo de vida de un proyecto es el control del estado real del proyecto frente a lo planificado inicialmente, con el objetivo de poder evaluar la salud del proyecto e implantar acciones correctivas en caso de ser necesarias. Un control eficiente de los proyectos requiere la supervisión integrada del alcance del proyecto, la planificación y los costes. La Gestión del Valor Ganado es un método que integra estos tres parámetros de una forma cuantitativa (Rubio, Muñoz y Otegi, 2013).

Es evidente la relación existente entre este método y el alcance, planificación y coste del proyecto, de ahí que en cualquier intento de desarrollo de metodologías de control de cualquiera de estas áreas sea necesario interrelacionarlas para obtener resultados satisfactorios.

Por otro lado existe la falsa creencia que sólo los grandes proyectos son susceptibles del uso del Método del Valor Ganado en el control y predicción de cualquiera de las tres áreas anteriormente nombradas. El método del valor ganado también puede resultar útil para los pequeños proyectos, sí que es cierto que para ello no será necesario seguir las reglas complejas que si se deben seguir en grandes proyectos, con lo cual para su uso y desarrollo sólo necesitaremos poseer estimaciones adecuadas de los costes de las tareas planificadas, datos sobre los gastos reales y una estimación bastante aproximada del porcentaje de trabajo completado hasta el momento (Davidson, 2012).

El análisis del Valor Ganado es una técnica excelente para evaluar el estado del proyecto y aplicar un tipo de métrica para dirigir su proyecto. El análisis del Valor Ganado también es una forma eficaz de comunicar a los interesados del proyecto el estado del presupuesto y desempeño en el tiempo. El Valor

Ganado es muy fácil de calcular si sólo podemos recordar unas pocas fórmulas y matemática simple (Alba, 2004).

Una de las mayores ventajas de la aplicación de este método en proyectos de construcción es, la relativa simplicidad de su aplicación, ya que siguiendo una serie de pautas muy concretas y aplicando las fórmulas matemáticas expuestas en el método podremos llegar a un gran conocimiento y predicción del coste de nuestro proyecto y por lo tanto poder tomar decisiones para encauzarlo en caso de desviaciones. No solo será un método de recomendable aplicación en proyectos de construcción por lo anteriormente expuesto, sino que muchos de los parámetros o indicadores que necesitaremos para implementarlo, son datos que incluso sin la aplicación del mismo son utilizados en el “día a día” de un gestor de proyectos de construcción como puedan ser el presupuesto, certificaciones, descomposición de tareas, actualización de programación, modificaciones de proyecto, etc., por lo tanto no repercutirán en un trabajo extra.

También es cierto que este método encuentra algunas limitaciones, no son pocos los autores que nos advierten de la importancia temporal a la hora de aplicar el método, ya que en etapas muy tempranas en la ejecución del proyecto su predicción de valores es poco fiable alcanzándose valores suficientemente fiables a partir del 20% del proyecto ejecutado.

Dotor (2003) destaca entre esas limitaciones la simplificación en exceso de la influencia de las desviaciones mensuales en el conjunto del presupuesto, y la aplicación del mismo en España respecto al resto de países anglosajones en lo referente a la simultaneidad que existe en esos países de cambios en medición y unidades de obra contratada en contraposición a la ralentización y dilatación en el tiempo de estos cambios en España.

### 6.2.3 VARIABLES DEL MÉTODO DEL VALOR GANADO

- ✓ **BCWS** (Budgeted Cost of Work Scheduled): Coste presupuestado del trabajo realizado.
- ✓ **BCWP** (Budgeted Cost of Work Performed): Coste presupuestado del trabajo realizado o Valor Ganado.
- ✓ **ACWP** (Actual Cost of Work Performed ): Coste real del trabajo realizado.

#### Desviaciones:

- ✓ **SV** (Schedule Variance):  **$SV = BCWP - BCWS$**

**SV%** (Schedule Variance):  **$SV\% = (BCWP - BCWS) / BCWS$**

Un SV superior a 0, indica un comportamiento favorable desde el punto de vista de la planificación.

Un SV inferior a 0, indica un comportamiento desfavorable.

- ✓ **CV** (Cost Variance):  **$CV = BCWP - ACWP$**

**CV%** (Cost Variance):  **$CV\% = (BCWP - ACWP) / BCWP$**

Un CV superior a 0, indica un comportamiento favorable desde el punto de vista de los costes.

Un CV inferior a 0, indica un comportamiento desfavorable.

Las variaciones SV y CV nos permitirán conocer cuánto, en valor absoluto, estamos por encima o por debajo de nuestra planificación en plazos y

costes respectivamente, mientras que SV% y CV% al no ser valores absolutos y si porcentajes, nos dará la idea de la magnitud de esas desviaciones.

Índices de ejecución:

- ✓ **SPI (Schedule Performance Index):**  $SPI = BCWP / BCWS$

Un SPI igual a 1, indica que el proyecto se encuentra ajustado a la planificación.

Un SPI superior a 1, indica que existe un adelanto sobre lo planificado.

Un SPI inferior a 1, indica que existe un retraso sobre lo planificado.

- ✓ **CPI (Cost Performance Index):**  $CPI = BCWP / ACWP$

Un CPI igual a 1, indica que por cada unidad monetaria gastada, se ha ejecutado un trabajo por el mismo valor.

Un CPI superior a 1, indica que por cada unidad monetaria gastada, se ha ejecutado un trabajo superior a ese valor.

Un CPI inferior a 1, indica que por cada unidad monetaria gastada, se ha ejecutado un trabajo inferior a ese valor.

- ✓ **SCI ( Índice coste-cronograma o Índice crítico):**  $SCI = SPI \times CPI$

Estimaciones:

- ✓ **EAC (Estimate At Conclusion):**  $EAC = BAC / CPI$

$$EAC = ACWP + (BAC - BCWP)$$

$$EAC = ACWP + (BAC - BCWP) / CPI$$

\*Siendo BAC el coste total planificado del proyecto.

En función de los indicadores que creamos que son más interesantes de aplicar para el cálculo de nuestro EAC, aplicaremos cualquiera de estas ecuaciones de las cuales obtendremos la estimación del coste final del proyecto.

✓ TCPI (To Complete Performance Index):

$$\text{TCPI} = (\text{BAC} - \text{BCWP}) / (\text{EAC} - \text{ACWP})$$

$$\text{TCPI} = (\text{BAC} - \text{BCWP}) / (\text{BAC} - \text{ACWP})$$

Un TCPI superior a 1, indica que deberemos aumentar nuestra eficiencia con respecto a la planificada.

Un TCPI inferior a 1, indica que nuestra eficiencia es superior a la planificada.

En función de la utilización del presupuesto original o la estimación a la conclusión se utilizará una ecuación u otra.

#### **6.2.4 VENTAJAS DEL MÉTODO DEL VALOR GANADO**

La validez de la técnica de "Análisis de valor ganado" se muestra como una eficaz herramienta de ayuda para el director de proyecto, pues no sólo permite validar sus estimaciones (LRE), sino llevar un control continuado sobre los sobrecostes y retrasos acumulados que acontecidos en la obra.

La técnica del "Análisis del Valor Ganado" resulta ser un modelo eficaz por su rapidez y sencillo manejo, y fiable en cuanto a predicciones a corto y medio plazo, además de darnos una visión grafica representativa de la situación del proyecto a tiempo real (Roca, 2009).

De Pinho (2009), nos expone en su libro las mayores ventajas del uso del Valor Ganado:

1. Se trata de un buen modelo matemático.

2. Da una idea de cómo se está llevando un proyecto y por qué.
3. Se trata de un método muy conocido, o más bien reconocido.
4. Algunas investigaciones indican que las estadísticas de valor ganado son estables y empiezan a ser significativas cuando ha transcurrido entre el 15% y el 20% de un proyecto.

En efecto, se trata de un buen método para la gestión de proyectos de gran valor y plazo de ejecución. Las ventajas de la aplicación de estos criterios son muchas pero también su coste asociado es significativo. Es un sistema simple de gestión y control de proyectos, que proporciona datos creíbles y una identificación temprana de los problemas, mediante el uso de los índices de rendimiento del coste y la planificación, permite predecir con cierta seguridad el coste final del proyecto (Camilo, 2011).

#### **6.2.5 EL MÉTODO DEL VALOR GANADO EN PROYECTOS DEL ÁMBITO AEROPORTUARIO**

Arguedas (2014) plantea el uso del Método del Valor Ganado para el seguimiento integrado de la gestión del alcance de costo y de tiempo a los proyectos desarrollados por la DGAC (Dirección general de Aviación Civil) especificando el procedimiento a seguir.

Este seguimiento, según nos indica, deberá hacerse según la estructuración de paquetes de trabajos, previamente definida, de tal manera que sea posible cuantificar en qué medida los presupuestos y programaciones previas se aproxima a la realidad.

La aplicación de este modelo de gestión nos permitirá realizar una serie de predicciones estimativas de plazos y costes de nuestro proyecto.

Por otro lado también nos alerta de las limitaciones del método en cuanto a su capacidad predictiva en etapas avanzadas del proyecto.

### 6.3 METODOLOGÍAS DE CONTROL DE COSTES

#### ▪ **Activity Based Costing (ABC)**

Este modelo tiene dos objetivos claramente definidos:

- Cálculo y control de costes de las actividades
- Gestión de las actividades

Esta metodología se basa en que los productos y servicios que ofrece una empresa requieren de la realización de actividades para ponerlos a disposición del cliente final. Este sistema ayuda a la asignación de los costes de una manera más objetiva y precisa, posibilitando el análisis de la información para detectar aquellos trabajos innecesarios que deben ser reducidos e incluso eliminados (Suarez, 2014).

Català y Yepes (1999) nos resumen la metodología empleada en los sistemas ABC en los siguientes pasos:

1. Identificación de las diferentes actividades.
2. Definición de los inductores de costes para cuantificar el volumen de costes vinculados a cada actividad.
3. Agrupación de las actividades homogéneas que se desarrollen en los diferentes centros de responsabilidad y determinación del coste unitario del inductor de coste.
4. Determinación del coste del producto o servicio final mediante la agregación de costes asignados a los diferentes componentes intermedios que lo integran.

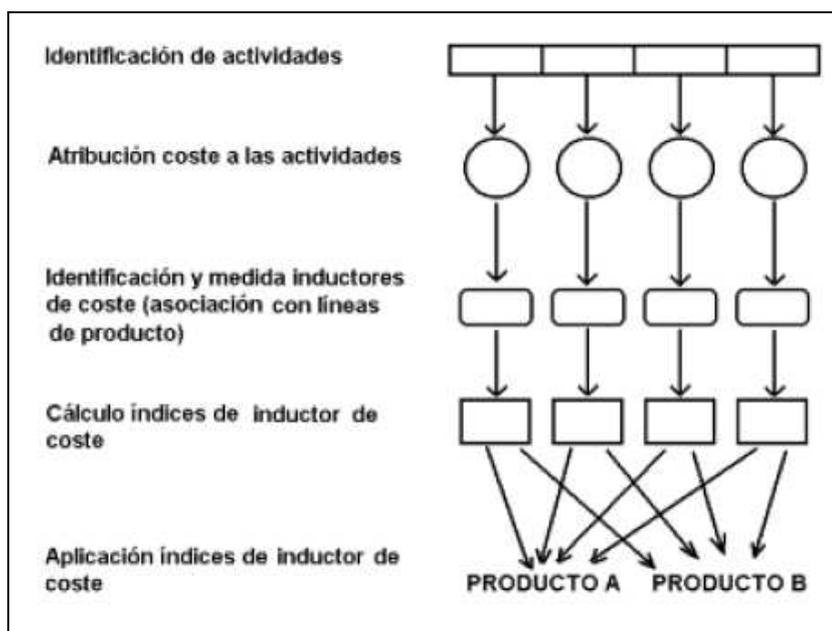


Figura2. Metodología ABC (Català Alís y Yepes Piqueras, 1999)

Cavero, González y Sansalvador (2003) nos exponen las razones del uso de esta metodología en el ámbito de empresas promotoras-constructoras como la más adecuada en este campo destacando las siguientes razones:

1. Permite desagregar el proyecto de la obra en actividades discretas desde su comienzo hasta la finalización, permitiendo que se estime temporalmente la prelación de las actividades obteniendo una programación muy cercana a la realidad.
2. Se podrá precisar la cantidad y el momento en el que se precisarán los recursos.
3. Las actividades en función de diversos niveles de causalidad supone asumir que los costes no varían únicamente con las viviendas construidas, sino que además existen actividades relacionadas con lo construcción edificio-vivienda, con el edificio y con la empresa. Los generadores de costes permiten discriminar un mayor número de relaciones causales más directas y

descubrir que estas no están referidas únicamente a las viviendas.

Una vez aplicada esta metodología podrán producirse desviaciones de coste entre lo planificado y lo real, entre las que podrían destacarse las siguientes causas (Catalá y Yepes, 1999):

- Habiendo imputado el coste total, no se ha establecido correctamente la producción real, lo que provocará un coste unitario mayor. En este caso hay que analizar la producción media.
- En el supuesto que la producción sea la correcta y la desviación se encuentre en algún recurso, entonces:
  - a. Es posible que se haya utilizado más recurso del previsto, con lo cual hay que evaluar el rendimiento.
  - b. Se puede haber imputado más recursos a unas actividades que a otras.
  - c. Puede haberse producido una variación en los costes elementales de dicho recurso.

A la hora de implantar esta metodología en nuestro proyecto, deberemos ser conscientes que si bien, nos permitirá una mejor imputación de los costes indirectos y obtendremos más información sobre los costes de las actividades, permitiendo relacionar los costes con las causas, también se trata de una metodología de difícil implementación por su complejidad y coste, ya que requiere de personal con altos conocimientos de la misma así como muchas horas de dedicación.

▪ **Project Management Institute (PMI)**

El PMI en su guía PMBoK (2013) nos divide la Gestión de Costes del proyecto en tres grandes procesos de estimación, presupuesto y control de costes del proyecto.

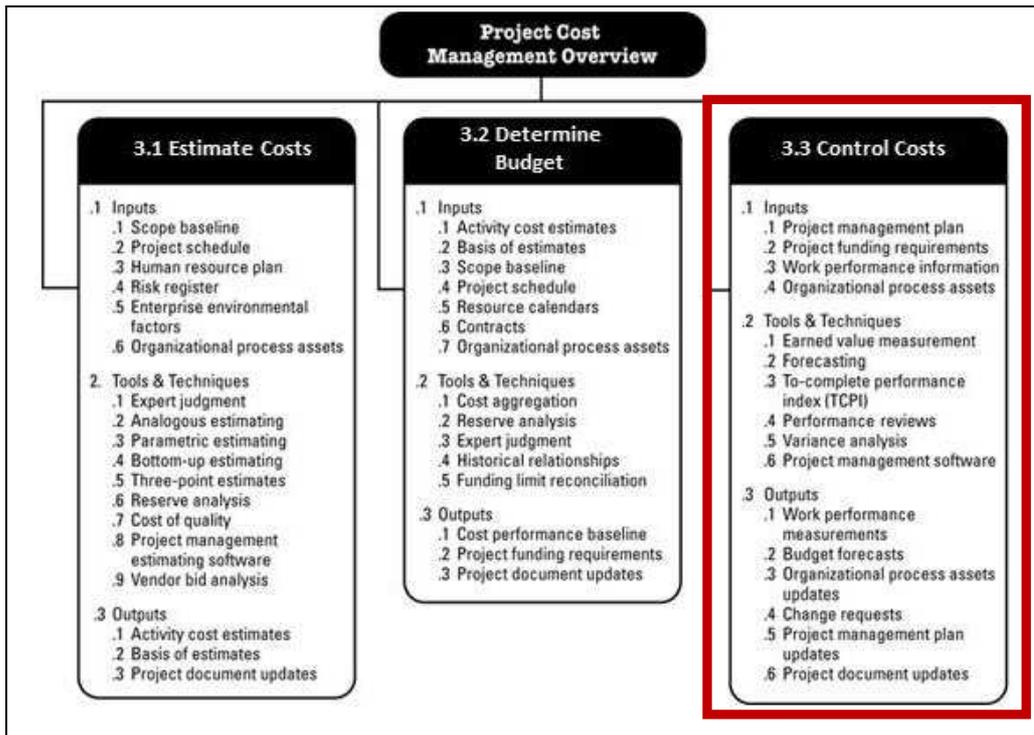


Figura3. PMBoK (2013)

Centrándonos en el control de costes, observamos cómo esta guía subdivide a su vez este proceso en Entradas, Herramientas y Técnicas y Salidas. El Método del Valor Ganado es mencionado como una técnica de control de costes.

Este control de costes incluirá:

- Influir sobre los factores que producen los cambios en la línea base.
- Asegurarse que las solicitudes de cambio de coste sean aprobadas.

- Gestionar los cambios de coste a medida que se produzcan.
- Asegurar que los posibles sobrecostos no excedan las restricciones de la financiación autorizadas para el Proyecto, tanto total como por periodos.
- Realizar el seguimiento del desempeño de costes para detectar y entender las variaciones con respecto a la Línea Base del Coste.
- Registrar con precisión y pertinencia los cambios en la Línea Base de Coste.
- Evitar que se admitan cambios incorrectos, inadecuados o no aprobados en el coste o en el uso de recursos.
- Informar los cambios aprobados a los actores interesados pertinentes.
- Actuar para mantener los sobrecostos esperados dentro de los límites aceptables.

▪ **Lean Construction**

El termino Lean es el nombre con el que se conoce al sistema de producción de Toyota en Europa. Su objetivo es la satisfacción del cliente, mediante la entrega de productos de calidad que son lo que el cliente necesita, para lograrlo, el objetivo es la eliminación de todo aquello que no añade valor al cliente (Moreno, 2010).

Dentro de esta filosofía, podríamos enmarcar las siguientes metodologías (Sanz, 2015):

- Teoría de las restricciones (TOC): Metodología científica que permite enfocar las soluciones a los problemas críticos de las organizaciones,

para que se acerquen a su meta mediante un proceso de mejora continua. Metodología:

1. Identificar cuáles son los cuellos de botella del sistema.
  2. Decidir como explotar dichas restricciones.
  3. Subordinar todo a la decisión tomada anterior.
  4. Superar la restricción del sistema.
  5. Mejora continua.
- Target Costing (TC): El objetivo de la metodología es reducción de costos asegurando plazos, calidad, fiabilidad y las cualidades que aporten valor al cliente. Es aplicada junto con otra serie de técnicas en conjunto como el Targeted Value Design (TVD) y la ingeniería de valor (VE).
- Kaizen Costing (KC): Se trata de un método para sacar provecho de herramientas de gestión y prolongar el uso de las mismas a lo largo del ciclo de vida de un producto .No se trata solo de una rutina de costes sino que busca desarrollar el pensamiento y la creatividad a través de equipos de trabajo para buscar mejores salidas productivas. Para lograrlo, se usan cuatro estadios:
1. Verificar los objetivos.
  2. Identificación y diagnostico del origen de los problemas.
  3. Solución del origen causante de los problemas.
  4. Mantenimiento de los resultados.

- Targed Value Design (TVD): Según el Lean Construction Institute, se define como:  
*“Una práctica de gestión disciplinada para ser utilizado durante todo el proyecto para asegurar que la instalación cumple con las necesidades y valores operativos de los usuarios, se entrega dentro del presupuesto admisible, y promueve la innovación en todo el proceso para aumentar el valor y eliminar los residuos.”*
- Benchmarking: Técnica utilizada para medir el rendimiento de un proceso, sistema o componente del mismo que consiste en establecer sistemas de comparación entre dos elementos o productos.

Delgado (2014) en su TFG, nos expone un análisis en el que intenta determinar si el Método del Valor Ganado puede llegar a ser considerado como una herramienta de esta filosofía Lean, para ello y tomando como objeto de estudio la simulación de la ampliación de un edificio en el campus Universitario de la Universidad Politécnica de Valencia experimenta la metodología para poder aplicar esta filosofía Lean en este proyecto, resumiéndolo en los siguientes pasos:

- Realización de programación mediante la simulación de una serie de Pull Sessions, en ellas, cada uno de los involucrados, indican duración de las tareas al alza de una forma inversa al desarrollo de la obra (sistema Pull) hasta llegar al inicio de la misma. Obteniendo la duración total de la obra.

Una vez obtenida la duración total de la obra, se mostrará la fecha de terminación contractual, pidiendo en una segunda sesión, que intenten ajustar

sus tareas todos los asistentes, haciendo sentir participes del proyecto a todas las empresas.

Esta serie de Pull Sessions, terminara con una última reunión donde se desarrollaran las subactividades a ejecutar.

- Mediante esta programación, y las certificaciones de obra se aplicará la metodología de Gestión de Valor Ganado.
- Una vez aplicada la técnica del Valor Ganado a la totalidad de las actividades, se irá un paso más allá y se aplicará la Gestión del Valor ganado sobre la ruta crítica.

Por otro lado Orihuela (2011) nos propone un Sistema Integrado de Información basado en el Lean Project Delivery System TM, en el que el módulo denominado “Control del Tiempo y Costo” se basa en la técnica del Valor Ganado.

▪ **Línea de Balance (LOB)**

La Línea de Balance es un método de programación gráfica que considera a la localización explícitamente como una dimensión. Esto facilita la planificación de recursos, lo cual a su vez permite ahorros en el costo y un menor riesgo en la programación, así como la permanencia en el sitio de las cuadrillas de trabajo (Soini, Leskela, Seppanen, 2004).

El método de la Línea de Balance muestra los trabajos que se van a desarrollar en una obra de construcción con un conjunto de líneas, cada línea es una actividad, y al igual que el diagrama Gantt, en el eje horizontal se muestra el tiempo, pero en el eje vertical, se muestra la localización donde se desarrollarán estos trabajos. De esta manera, las pendientes de las líneas nos

informan sobre la velocidad de trabajo de cada actividad, si una línea corresponde a una actividad planificada, ella nos indicará la velocidad a la cual debemos trabajar; una vez iniciada la obra, si su pendiente es menor a la planificada nos alertará indicándonos que no terminaremos de acuerdo a lo planificado porque podremos generar un retraso en cadena aguas abajo. Si por el contrario, la pendiente fuese mayor, el gráfico nos alertará indicándonos que nos quedaríamos en algún momento sin “cancha de trabajo” y que además estaríamos incurriendo en distraer recursos destinados a avanzar trabajos que luego van a estar a la espera de espacio, convirtiéndose en inventarios que generan pérdidas (Orihuela y Estevez, 2013)

El procedimiento a seguir será el siguiente (Sanz, 2015):

1. Listar y ordenar las diferentes actividades a realizar.
2. Calcular las horas necesarias para su ejecución.
3. Tener en cuenta los diferentes buffers para evitar posibles contingencias.
4. Calcular el rendimiento de cada una de las actividades.
5. Elaborar una tabla con los cálculos realizados.
6. Dibujar la grafica con los cálculos.
7. Controlar el avance durante la ejecución de la obra y tener en cuenta las diferentes posibilidades que pudieran ser más equilibradas o balanceadas. Para ello se puede:
  - Variar rendimientos subcontratando a mas personal.
  - Simultanear actividades.

▪ **Metodología BRIM (Bridge Information Modeling)**

Se trata de una metodología innovadora que se utilizó en la planificación de construcción de un puente de hormigón en Colombia.

Sebastiá y Gómez (2014) aplican esta metodología con el objetivo de mejorar el rendimiento y desarrollo de la planificación constructiva de este tipo de estructura.

La aplicación de esta metodología en este proyecto permitió mejorar el rendimiento y desarrollo de la etapa de planificación mejorando la calidad, reduciendo los costos y dotando de nuevas herramientas para un control adecuado de la construcción y acortar los tiempos de diseño y construcción.

La metodología podríamos resumirla de la siguiente manera:

- Fase de elaboración del modelo paramétrico (3D), se realizará un modelado en 3 dimensiones a partir del diseño geométrico del puente, obteniendo información relevante para el diseño. Finalmente se realizará la animación del proceso constructivo en el tiempo, a través de una simulación que representa secuencialmente el orden constructivo de los componentes de la estructura.
- Cuantificación de materiales y costos (5D), usando el programa Autodesk Quantity Takeoff. La mayor ventaja de esta cuantificación será la facilidad para el análisis del presupuesto debido a que la estructura organizativa permite consultar directamente los subtotales de cada uno de los grupos. Además de poder consultar de forma independiente el costo global de cada una de las actividades.

## **7 METODOLOGÍA**

### **7.1 INTRODUCCIÓN**

Como consecuencia del estudio de diferentes proyectos aeroportuarios, así como la experiencia que los miembros del equipo tienen en la gestión de proyectos de diversos ámbitos, se fueron identificando las diferentes fases y procesos de que consta esta metodología. Además se decidió que cada uno de los procesos que se describiesen, tuviesen para mayor claridad, la siguiente estructura:

✓ **Objetivos del proceso**

En este apartado se describen los objetivos que se persiguen con el proceso que se detalla a continuación.

✓ **Participantes en el proceso**

En este apartado se identifican los miembros del equipo del proyecto que deben participar en el proceso.

✓ **Diagrama de información del proceso**

Se trata de la representación gráfica del flujo de información que se produce entre los participantes en el proyecto. Es una forma de resumir gráficamente con que información se trabaja y que se consigue con el proceso

✓ **Actividades del proceso**

En este apartado se detalla cada actividad que forma parte del proceso. Cada una de ellas tiene la siguiente estructura:

○ Descripción

Breve descripción de la actividad.

○ Participantes

Detalle de las personas que participan en cada actividad concreta.

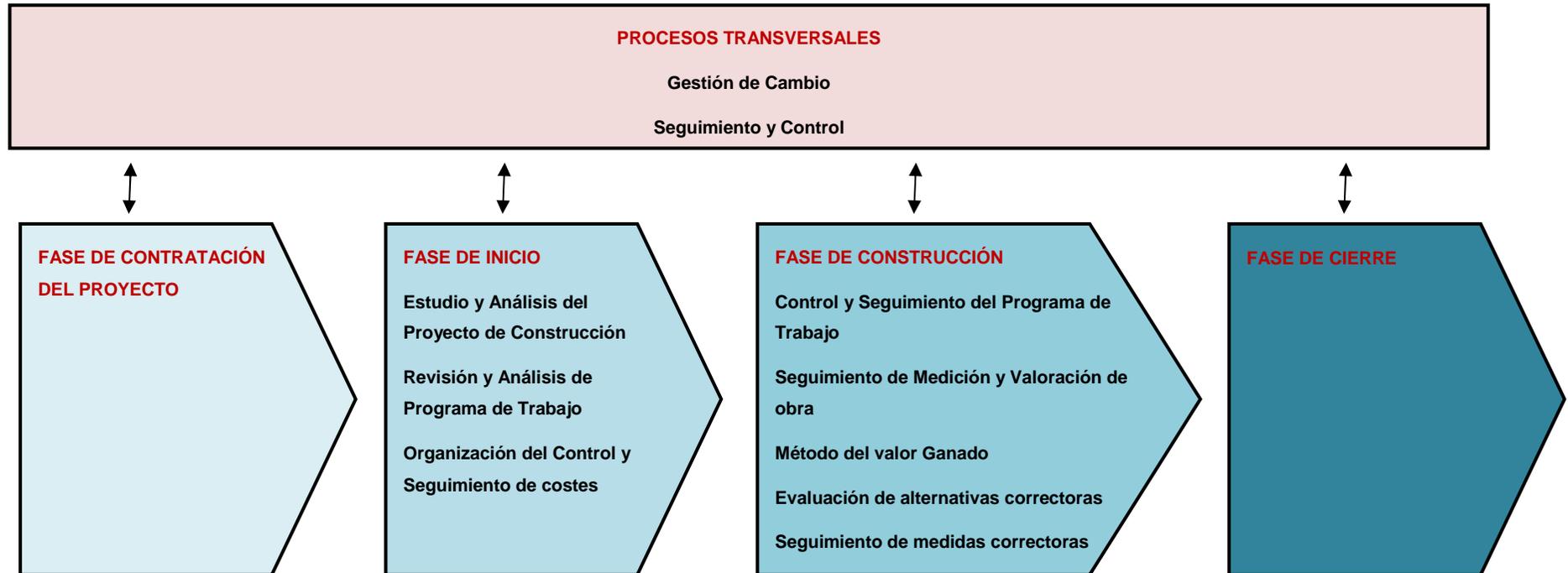
- Información manejada

Se identifica la información de entrada que se utiliza en la actividad y la información de salida que se obtiene con la ejecución de la misma.

- Técnicas empleadas

Se identifican las posibles técnicas que pueden utilizarse en la actividad y como base de descripción de estas técnicas utilizaremos el libro “Metodología para la Gestión de Proyectos de las Aapp según ISO 10006”.

## 7.2 FASES DEL PROCESO





## **7.3 GUÍA DETALLADA**

### **7.3.1 FASE DE CONTRATACIÓN DE PROYECTO**

#### ***Objetivos del proceso***

Será la fase con la que se iniciarán los trabajos relativos al control de costes de nuestro proyecto, estos trabajos comenzarán en el momento posterior a la firma del contrato de inicio de proyecto, ya que exceden el alcance de esta metodología los trabajos anteriores a la firma de este contrato, es decir los relativos a la posible redacción de proyecto, que en muchos casos se llevará a cabo por otra empresa o por AENA y los trabajos de preparación de ofertas para concursar en la licitación.

Esta fase será la que permitirá dar al equipo de trabajo de la ATCV los datos e información necesarios para comenzar con éxito la aplicación de la metodología de control de costes a seguir.

Le serán proporcionados al equipo de ATCV todos los documentos necesarios (Pliegos, Planos, Presupuesto,...) para comenzar con los trabajos de gestión del proyecto, asimismo se le informará de la empresa adjudicataria de las obras y se mantendrán unas primeras reuniones de toma de contacto con todos los agentes involucrados en el proyecto.

#### ***Participantes del proceso***

- ✓ Equipo ATCV
- ✓ Dirección de Obra
- ✓ Órgano de Contratación
- ✓ Equipo Contratista
- ✓ Personal Aeropuerto

### Diagrama de información del proceso

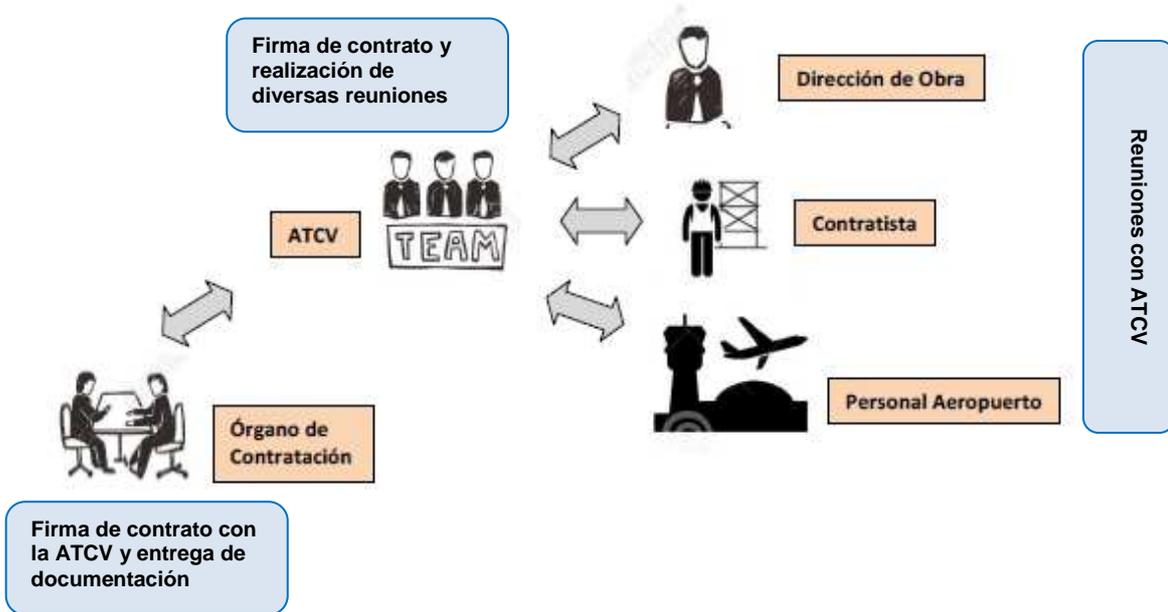


Figura 5. Diagrama de actividades de la fase de contratación de proyecto.(Elaboración propia)

### Actividades del proceso

En este apartado se describen todas las actividades relacionadas con la fase de Contratación de Proyecto:

- Firma de Contrato
- Reuniones toma de contacto

#### Firma de Contrato

##### *Descripción*

Actividad meramente burocrática en la que el representante de la ATCV se reunirá con el Órgano de Contratación para firmar el contrato que les vinculará durante la ejecución de los trabajos.

Tras la firma del contrato le será entregada al representante toda la documentación relativa al proyecto, para su posterior estudio.

Posteriormente se mantendrá una pequeña reunión con el Director de Obra, para que este comunique quien ha sido la empresa adjudicataria de las obras o en caso de no existir todavía, los plazos de contratación, así como dar unas primeras “pinceladas” de los aspectos técnicos del proyecto.

#### *Participantes*

- ✓ Órgano de Contratación.
- ✓ Representante ATCV.
- ✓ Equipo ATCV.
- ✓ Director de Obra.

#### *Información manejada*

- ✓ Documentación del Proyecto.
- ✓ Contrato.

#### *Técnicas empleadas*

- ✓ Reuniones.
- ✓ Sesiones de trabajo.

#### Reuniones toma de contacto

##### *Descripción*

Tras la firma del contrato se mantendrán una serie de reuniones con todos los agentes involucrados de alguna forma en nuestro proyecto.

Se tratará de reuniones de toma de contacto, es decir, en las que se evitará tocar aspectos demasiado técnicos y que servirán para intercambiar documentación básica o importante para cada uno de los agentes, así como para abrir vías de contacto entre unos y otros.

Se intentará mantener reuniones de forma individual con todos ellos, aunque si por motivos de interés o importancia del agente fuera interesante la presencia de más de uno, se llevaría a cabo de la forma que se crea más conveniente.

#### *Participantes*

- ✓ Equipo ATCV.
- ✓ Director de Obra.
- ✓ Equipo Contratista.
- ✓ Personal del Aeropuerto.
- ✓ Subcontratas.

#### *Información manejada*

Entrada:

- ✓ Proyecto de construcción.
- ✓ Documento de convocatoria de la reunión.

Salida:

- ✓ Actas de reunión.

#### *Técnicas empleadas*

- ✓ Reuniones.
- ✓ Sesiones de Trabajo.

### **7.3.2 FASE DE INICIO**

Fase en la que se dará apoyo técnico al director de Obra antes del inicio de la misma.

En esta fase se realizarán todas las reuniones y trabajos tendentes a la aprobación del Plan de los Trabajos propuestos por el Contratista, el estudio de los documentos contractuales y el análisis y estudio del Proyecto de construcción.

Esta fase se encuentra dividida en los siguientes procesos:

- ✓ Estudio y Análisis del Proyecto de Construcción
- ✓ Revisión y análisis de Programa de Trabajo
- ✓ Organización del Control y Seguimiento de Costes.

#### **7.3.2.1 ESTUDIO Y ANÁLISIS DEL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN**

##### ***Objetivos del proceso***

Su objeto será detectar los puntos en los que el proyecto no está definido o presenta contradicciones en los diferentes documentos. Al mismo tiempo se analizarán las posibles omisiones.

En estos análisis preliminares participará parte del equipo asignado permanentemente a la obra.

En caso de dudas se podrá requerir la ayuda del equipo de ATRP a instancias del Director de Obra.

##### ***Participantes del proceso***

- ✓ Equipo ATCV.
- ✓ Dirección de Obra.

- ✓ Equipo ATRP.

### Diagrama de información del proceso

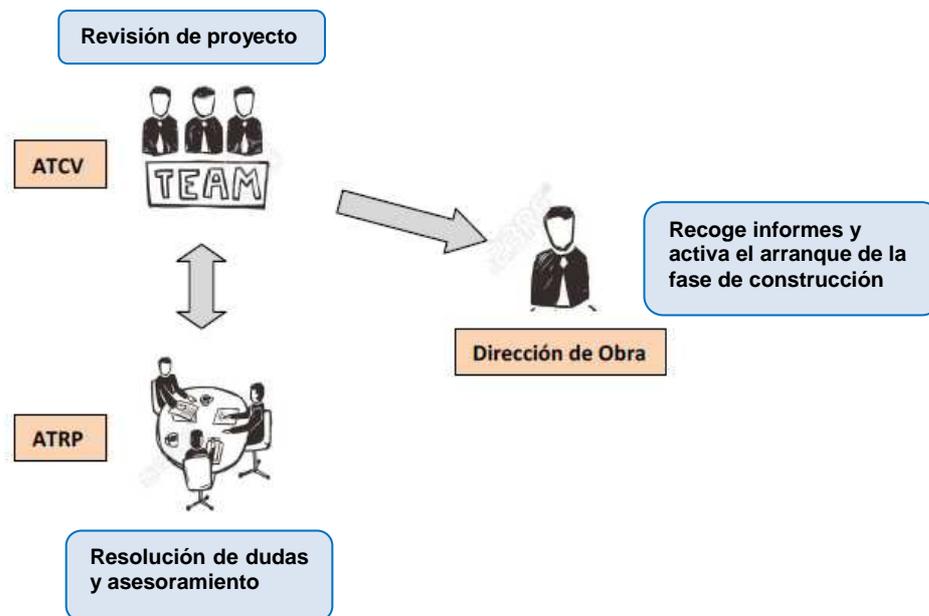


Figura 6. Diagrama de actividades del proceso de Estudio y Análisis del Proyecto de Construcción.(Elaboración propia)

### Actividades del proceso

En este apartado se describen todas las actividades relacionadas con el proceso de Estudio y Análisis del Proyecto de Construcción:

- Estudio del Proyecto de Construcción.
- Análisis del Proyecto de construcción.

### Estudio del Proyecto de Construcción

### *Descripción*

Una vez la ATCV disponga de una copia del proyecto de construcción, se llevará a cabo un estudio detallado del mismo.

Los principales asuntos que comprenderá este estudio serán los siguientes:

- ✓ Eventuales contradicciones o incongruencias.
- ✓ Falta de definición y concreción.
- ✓ Condiciones de medición y abono que pueden dar lugar a problemas durante el desarrollo de la obra.
- ✓ Análisis del programa de construcción a partir de las condiciones del Proyecto, teniendo en cuenta el plazo contractual y determinando las actividades que se consideren críticas.
- ✓ Bosquejo de la estructuración del Proyecto para facilitar la medición, control y seguimiento.

### *Participantes*

- ✓ Equipo ATCV.
- ✓ Dirección de Obra.

### *Información manejada*

Entrada:

- ✓ Proyecto de construcción.

Salida:

- ✓ Informe ATCV.

### *Técnicas empleadas*

- ✓ Sesiones de trabajo

- ✓ Elaboración de informes

### Análisis del Proyecto de Construcción

#### *Descripción*

Este análisis versará, fundamentalmente, sobre los documentos contractuales del Proyecto, es decir: los Planos, el Pliego de Prescripciones Técnicas y el Presupuesto. La revisión comprenderá:

- ✓ una fase previa sobre los Planos y los Cuadros de Precios.
- ✓ una revisión paralela de los tres documentos, después de corregir los defectos detectados en la anterior.
- ✓ una revisión final de detalle de los tres documentos.

#### *Participantes*

- ✓ Equipo ATCV.

#### *Información manejada*

Entrada:

- ✓ Proyecto de construcción.

Salida:

- ✓ Fichas de Revisión.

#### *Técnicas empleadas*

- ✓ Sesiones de trabajo.
- ✓ Elaboración de informes.
- ✓ Análisis documental.

### 7.3.2.2 REVISIÓN Y ANÁLISIS DE PROGRAMA DE TRABAJO

#### **Objetivos del proceso**

El propósito de este apartado será el estudio de la planificación de los trabajos contenida en el proyecto, detectando posibles incongruencias o contradicciones. También se buscará en el análisis del mismo el posicionamiento de los hitos que servirán como puntos necesarios de control.

#### **Participantes del proceso**

- ✓ Equipo ATCV
- ✓ Director de Obra
- ✓ Equipo Contratista
- ✓ Personal Aeropuerto

#### **Diagrama de información del proceso**



Figura 7. Diagrama de actividades del proceso de Revisión y Análisis de Programa de Trabajo. (Elaboración propia)

### ***Actividades del proceso***

En este apartado se describen todas las actividades relacionadas con el proceso de Estudio y Análisis del Proyecto de Construcción:

- Revisión y análisis de programa de trabajo.
- Plan de cambios.

### **Revisión y análisis de programa de trabajo**

#### *Descripción*

Revisión y análisis exhaustivo del programa de trabajo, en colaboración con el Contratista y con el personal del Aeropuerto, de Operaciones y de cualquier otro Organismo que pueda influir en él, teniendo en cuenta, de forma muy especial, el faseado de los trabajos más conveniente, para disminuir los problemas que, en la operatividad del aeropuerto, pueda ocasionar la ejecución de la obra.

Para la realización de éste trabajo se tendrán en cuenta las propuestas realizadas por el Contratista en la oferta de licitación.

#### *Participantes*

- ✓ Equipo ATCV.
- ✓ Equipo Contratista.
- ✓ Dirección de Obra.
- ✓ Personal Aeropuerto.

#### *Información manejada*

Entrada:

- ✓ Programa de trabajos del proyecto de construcción.
- ✓ Programa de trabajos propuesto por el contratista.

Salida:

- ✓ Programa de trabajos definitivo.

#### *Técnicas empleadas*

- ✓ Reuniones.
- ✓ Sesiones de trabajo.
- ✓ Estudio de rendimiento en función de recursos.

#### Plan de cambios

##### *Descripción*

El objetivo primordial del Plan de Cambios será la realización e implementación adecuadamente de todos los cambios producidos tras la realización de la revisión y análisis del programa de trabajo.

Estos cambios deberán estar perfectamente justificados y consensuados con todos los involucrados en el proyecto.

Se trata de una actividad transversal al proceso ya que en cualquier momento del mismo podría plantearse e implementarse algún cambio.

##### *Participantes*

- ✓ Equipo ATCV.
- ✓ Equipo Contratista.
- ✓ Dirección de Obra.
- ✓ Personal Aeropuerto.

### *Información manejada*

#### Entrada:

- ✓ Documento propuesta de cambios.
- ✓ Programa de trabajos del proyecto de construcción.
- ✓ Programa de trabajos propuesto por el contratista.
- ✓ Programa de trabajos definitivo.

#### Salida:

- ✓ Documento Control de Cambios (DCC)

### *Técnicas empleadas*

- ✓ Sesiones de trabajo.
- ✓ Análisis de riesgo.
- ✓ Estructura de descomposición de trabajos (EDT).
- ✓ Técnicas de planificación.

## **7.3.2.3 ORGANIZACIÓN DEL CONTROL Y SEGUIMIENTO DE COSTES**

### ***Objetivos del proceso***

Su objetivo será la identificación de los hitos de control de costes así como la asignación de los recursos del equipo de ATCV a cada una de las actividades.

Este control y seguimiento requiere un esfuerzo continuo, para la recolección de datos e informaciones que después han de ser tratados para incluirlos en los correspondientes formatos que puedan ser interpretados entre otros por la dirección de la organización. Por tanto y a pesar de tratarse de un proceso

continuo, la redacción y entrega de informes tendrá un carácter periódico determinado por el nivel de control y seguimiento que se desee establecer sobre el mismo.

### **Participantes del proceso**

- ✓ Equipo ATCV.
- ✓ Dirección de Obra.

### **Diagrama de información del proceso**

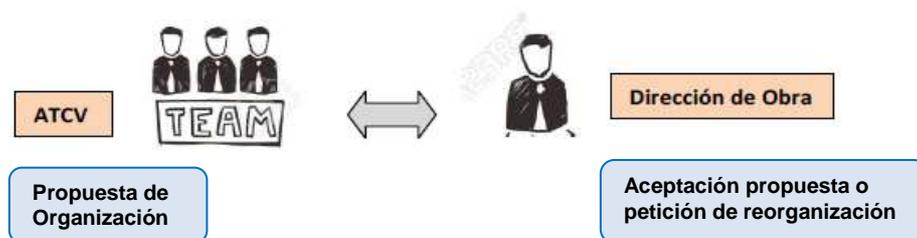


Figura 8. Diagrama de actividades del proceso de Organización del Control y Seguimiento de Costes.  
(Elaboración propia)

### **Actividades del proceso**

En este apartado se describen todas las actividades relacionadas con el proceso de Organización del control y seguimiento de costes:

- Identificación del organigrama.
- Organización del Control Cuantitativo.
- Organización administrativa.

## Identificación del Organigrama

### *Descripción*

En esta actividad se identifica el Organigrama del equipo de ATCV especificando las funciones de cada uno de los componentes en los aspectos relativos al Control de Costes, para ello se tendrá en cuenta los perfiles de formación y experiencia del personal propuesto.

Este equipo será el encargado de:

- ✓ Definir y planificar en detalle la forma en la que se desarrollará en control de costes
- ✓ Llevar a cabo el control y seguimiento en lo relativo a costes
- ✓ Aprobar las certificaciones mensuales así como todo lo relativo a los costes

Estará formado por las siguientes figuras:

- ✓ Delegado Consultor
- ✓ Jefe de Unidad
- ✓ TASA
- ✓ Ingeniero de Instalaciones
- ✓ Vigilante de Obra

### *Participantes*

- ✓ ATCV.
- ✓ Dirección de Obra.

### *Información manejada*

Entrada:

- ✓ CV de componentes del equipo.

- ✓ Contrato de asistencia.
- ✓ Oferta de ATCV.
- ✓ Estructura de descomposición de trabajos (EDT).

Salida:

- ✓ Organigrama.

#### *Técnicas empleadas*

- ✓ Sesiones de trabajo.
- ✓ Reuniones.

#### Organización del Control Cuantitativo

##### *Descripción*

Consistirá en la preparación de una sistemática escrita que permita seguir el avance de las obras y su valoración, así como su adecuación a los planes de obra confeccionados previamente.

Diariamente se tomará nota del avance de los trabajos en cada uno de los tajos. Las obras que vayan a quedar ocultas se medirán antes de ser tapadas.

Al término de cada mes, se realizará una medición referida al origen de las obras, de todas las unidades ejecutadas.

Se utilizarán planos, gráficos, croquis, etc., para definir en correspondencia con las mediciones el estado de avance de las obras.

A consecuencia de las mediciones realizadas y recopiladas se preparará una relación valorada de las obras ejecutadas en cada mes y la misma acumulación a origen, que servirá para confeccionar la oportuna certificación.

##### *Participantes*

- ✓ Equipo ATCV.
- ✓ Equipo contratista.
- ✓ Director de Obra.

#### *Información manejada*

##### Entrada:

- ✓ Partes diarios.

##### Salida:

- ✓ Documento de Organización Cuantitativa.

#### *Técnicas empleadas*

- ✓ Técnicas de medición topográfica.
- ✓ Técnicas de estimación de software.
- ✓ Técnicas de Control y Seguimiento.

#### Organización administrativa

##### *Descripción*

Dado el gran volumen de información que el equipo de asistencia técnica debe recibir, procesar y emitir, es necesario disponer de una organización administrativa que asegure que esa información sea procesada convenientemente.

##### *Participantes*

- ✓ Equipo ATCV

### *Información manejada*

#### Entrada:

- ✓ Informes mensuales.
- ✓ Actas de reuniones.
- ✓ Mediciones.
- ✓ Documentación en general del proyecto.

#### Salida:

- ✓ Archivos de documentación.
- ✓ Índices de documentación.

### *Técnicas empleadas*

- ✓ Gestión de documentación.

### **7.3.3 FASE DE CONSTRUCCIÓN**

Esta, será la fase en la que el contratista ha comenzado ya los trabajos físicos de la construcción.

Es el momento en que el equipo formado para la ATCV comienza a realizar los trabajos de vigilancia y control a pie de obra.

Esta fase se encuentra dividida en los siguientes procesos:

- ✓ Control y Seguimiento del Programa de Trabajo.
- ✓ Seguimiento de Medición y Valoración de obra.
- ✓ Método del Valor Ganado
- ✓ Evaluación de Alternativas Correctoras
- ✓ Seguimiento de Implantación de Medidas Correctoras

### 7.3.3.1 CONTROL Y SEGUIMIENTO DEL PROGRAMA DE TRABAJOS

#### **Objetivos del proceso**

El objetivo de este proceso será el de controlar y supervisar el avance de los trabajos, a fin de identificar las variaciones respecto al programa de trabajos proyectado y permitiendo la toma de decisiones oportunas para disminuir estas variaciones.

Será necesario establecer inspecciones frecuentes que permitan hacer mediciones constantes de diversos aspectos del proyecto.

#### **Participantes del proceso**

- ✓ Equipo ATCV
- ✓ Dirección de obra

#### **Diagrama de información del proceso**

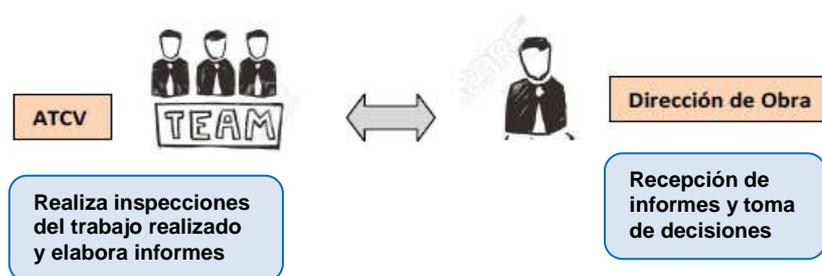


Figura 9. Diagrama de actividades del proceso de Control y Seguimiento del Programa de Trabajos.  
(Elaboración propia)

### ***Actividades del proceso***

En este apartado se describen todas las actividades relacionadas con el proceso de Control y Seguimiento del Programa de Trabajos:

- Seguimiento del Programa de Trabajos
- Actualización de la Planificación

### **Seguimiento del Programa de Trabajos**

#### *Descripción*

El equipo de ATCV estudiará el programa original presentado por el Contratista, así como cualquier revisión del mismo que se lleve a cabo a iniciativa de la Dirección de Obra o del Contratista, e informará al Director de Obra sobre la viabilidad y racionalidad del programa, en base al plazo y a los requerimientos del contrato, a los medios tanto del personal como de equipo propuestos por el Contratista y a los principales procedimientos constructivos considerados.

El análisis del Programa, será realizado utilizando técnicas CPM o PERT debidamente informatizadas con salidas de diagramas de barras para las actividades que se soliciten.

#### *Participantes*

- ✓ Equipo ATCV.
- ✓ Director de Proyecto.
- ✓ Contratista.

#### *Información manejada*

Entrada:

- ✓ Programa de trabajos.

Salida:

- ✓ Informe mensual.
- ✓ Informe específico.

*Técnicas empleadas*

- ✓ Organización de reuniones, asistentes, etc
- ✓ Procedimientos de seguimiento y control de plazo
- ✓ Procedimientos de trabajo, autorizaciones previas, etc

Actualización de la Planificación

*Descripción*

En función de la ejecución de los trabajos y los imprevistos que vayan surgiendo en los mismos, así como cada vez que se vayan conociendo o definiendo nuevos datos se irá actualizando la planificación de estos trabajos, de manera que en todo momento se pueda garantizar:

- ✓ La conformidad con los programas y planificaciones emitidas por la Dirección de Obra.
- ✓ La identificación y asignación actualizada de los medios humanos y materiales necesarios para cumplir las responsabilidades que le correspondan en cada momento.
- ✓ La verificación de los trabajos del contratista.
- ✓ La disponibilidad de la información necesaria para realizar el seguimiento y control de las áreas conflictivas y de las actividades que pueden afectar a la planificación de ejecución de la obra.

### *Participantes*

- ✓ Equipo ATCV.
- ✓ Director de Proyecto.
- ✓ Contratista.

### *Información manejada*

Entrada:

- ✓ Planificación ejecución de trabajos.

Salida:

- ✓ Replanificación ejecución de trabajos.

### *Técnicas empleadas*

- ✓ Sesiones de trabajo.
- ✓ Estructura de descomposición de Tareas (EDT).
- ✓ Estructura de Descomposición de Recursos (EDR).
- ✓ Técnicas de Planificación.

## **7.3.3.2 SEGUIMIENTO DE MEDICIÓN Y VALORACIÓN DE OBRA**

### ***Objetivos del proceso***

El objetivo de este proceso será el de controlar y supervisar el avance de los trabajos, a fin de identificar las variaciones en la medición y los incrementos que se van produciendo en la ejecución de los mismos.

Será necesario establecer inspecciones frecuentes que permitan hacer mediciones constantes de diversos aspectos del proyecto.

Entre los cometidos de este proceso se encuentra la preparación de relaciones valoradas y certificaciones mensuales, así como el control presupuestario por medición de la obra realizada y valoración actualizada a precios contractuales.

Será importante también realizar una medición y valoración actualizada de la obra pendiente de realizar, ya que estos datos serán fundamentales en procesos posteriores de esta metodología.

### **Participantes del proceso**

- ✓ Equipo ATCV.
- ✓ Dirección de obra.
- ✓ Equipo Contratista.

### **Diagrama de información del proceso**

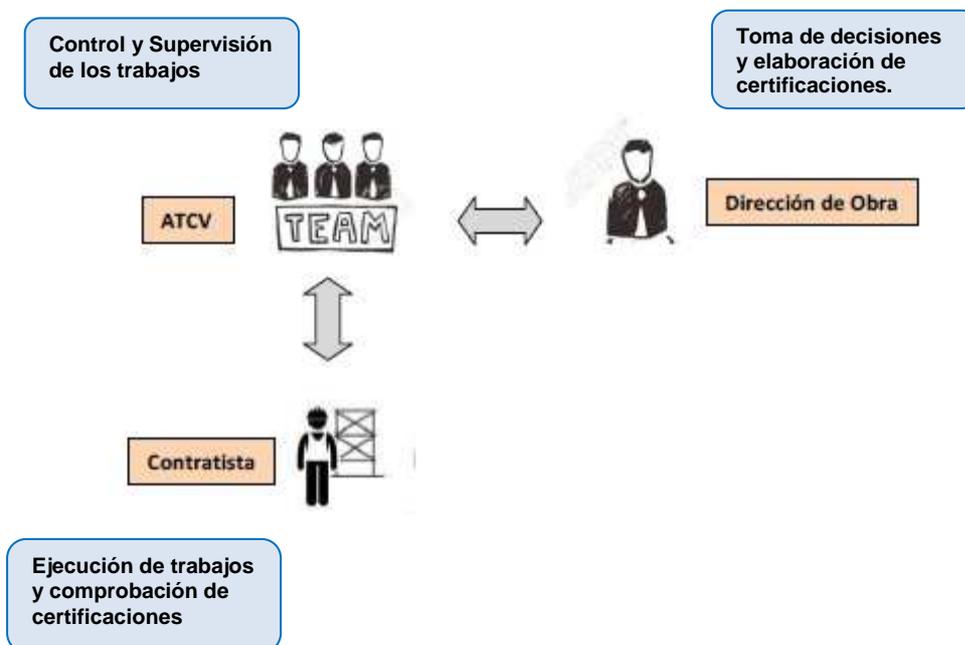


Figura 10. Diagrama de actividades del proceso de Seguimiento de Medición y Valoración. (Elaboración propia)

### ***Actividades del proceso***

En este apartado se describen todas las actividades relacionadas con el proceso de Seguimiento de Medición y Valoración de Obra:

- Seguimiento de Medición.
- Valoración de Obra.

### **Seguimiento de medición**

#### *Descripción*

A partir de lo estipulado en el pliego de prescripciones técnicas del proyecto y en el PPI del contratista, se establecerán las comprobaciones dimensionales o controles geométricos que se han de realizar por el contratista, las que se han de supervisar por el equipo de ATCV y las que se han de realizar directamente por el equipo de ATCV.

Se registrarán los resultados de los controles o comprobaciones geométricos que se realicen para contrastar y validar los realizados por el contratista.

El equipo de ATCV realizará o supervisará la medición de las diversas unidades de obra, comprobando su correspondencia con lo previsto en los proyectos o en sus modificaciones autorizadas, y sobre todo en aquellas que por su ubicación no sean de difícil comprobación posterior.

Estas mediciones se realizarán el número de veces que sea necesario u ordenadas por la Dirección de Obra.

#### *Participantes*

- ✓ Equipo ATCV.
- ✓ Dirección de Obra.

#### *Información manejada*

Entrada:

- ✓ Pliego de Prescripciones Técnicas (PPT).
- ✓ Plan de puntos de Inspección (PPI).
- ✓ Planos de Proyecto.

Salida:

- ✓ Informe de control de medición.
- ✓ Planos actualizados.

*Técnicas empleadas*

- ✓ Técnicas de software.
- ✓ Técnicas de medición topográfica.
- ✓ Reuniones de obra.

Valoración de Obra

*Descripción*

Una vez realizadas y comprobadas las mediciones de obra, se comenzará la valoración de cada unidad de obra ejecutada.

Para la valoración de obra, utilizaremos el presupuesto contenido en el Proyecto de construcción, este presupuesto deberá contener los siguientes documentos:

- ✓ Cuadro de precios nº1: o Cuadro de precios unitarios, listado de todas las unidades de obra del proyecto con su precio correspondiente.
- ✓ Cuadro de precios nº2: o Cuadro de precios descompuestos, listado de las unidades de obra con su precio descompuesto en partes siempre que sea posible.

- ✓ Cuadros de precio auxiliares, en el vendrá un listado de precio de los elementos auxiliares que intervendrán en el cálculo de los precios descompuestos de las unidades de obra.
- ✓ En el caso de existir alguna partida alzada en nuestro presupuesto, deberá justificarse en cualquier caso su posible abono, mediante justificaciones técnicas si se pudiera y sino mediante un informe.

#### *Participantes*

- ✓ Equipo ATCV.
- ✓ Director de Obra.
- ✓ Contratista.

#### *Información manejada*

##### Entrada:

- ✓ Pliego de Prescripciones Técnicas.
- ✓ Planos de Proyecto.
- ✓ Presupuesto de Proyecto.
- ✓ Memoria de proyecto.
- ✓ Informe de control de Medición.

##### Salida:

- ✓ Certificaciones mensuales.
- ✓ Relación Valorada.
- ✓ Certificación Final.

#### *Técnicas empleadas*

- ✓ Sesiones de Trabajo.

- ✓ Reuniones.
- ✓ Técnicas de software.

### **7.3.3.3 MÉTODO DEL VALOR GANADO**

#### ***Objetivos del proceso***

Utilización de un método que nos permite relacionar los plazos de ejecución de nuestra obra con los costes que se van produciendo en el espacio temporal y por lo tanto con los recursos de los que disponemos.

Se indicarán los criterios generales que se deben seguir en la aplicación del método del valor ganado y como se realizará la interpretación de los resultados en función del criterio seguido.

El objetivo de la aplicación de este método no es tanto el llevar una organización actualizada de los costes que se están desarrollando en la ejecución de la infraestructura, que también lo es, sino el ser capaces de predecir la tendencia económica y los sobrecostes que podrían producirse de no tomar ninguna decisión. Esto nos permitirá no sólo disponer de una información muy valiosa, sino que podremos redistribuir, aumentar o replantear nuestros recursos e informar a todos los agentes del proyecto de las posibles medidas a adoptar para poder reconducir a tiempo el mismo.

Este método tiene una fuerte carga operacional para el cálculo de cada uno de sus índices y para la generación de las curvas, por lo que se intentará exponer y simplificar sin mermar los resultados de los índices, de forma que su aplicación no revista una excesiva complejidad para los gestores del proyecto.

#### ***Participantes del proceso***

- ✓ Equipo ATCV.
- ✓ Dirección de obra.

### **Diagrama de información del proceso**

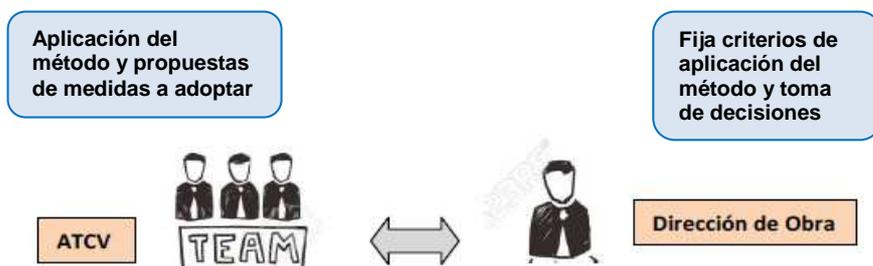


Figura 11. Diagrama de actividades del proceso de Método del Valor Ganado. (Elaboración propia)

### **Actividades del proceso**

En este apartado se describen todas las actividades relacionadas con el proceso de Método del Valor Ganado:

- Bases de Cálculo.
- Desviaciones.
- Índices.
- Estimaciones.
- Análisis de resultados.

#### **Bases de Cálculo**

##### *Descripción*

Será la actividad en la que se recopilará la información acerca de los costes reales, para cada valor se estudiará las magnitudes presupuestadas, planificadas y las realmente ejecutadas.

Los elementos básicos de esta actividad serán los siguientes:

- ✓ **BCWS** (Budgeted Cost of Work Scheduled): Coste presupuestado del trabajo realizado.

- ✓ **BCWP** (Budgeted Cost of Work Performed): Coste presupuestado del trabajo realizado o Valor Ganado.
- ✓ **ACWP** (Actual Cost of Work Performed ): Coste real del trabajo realizado.

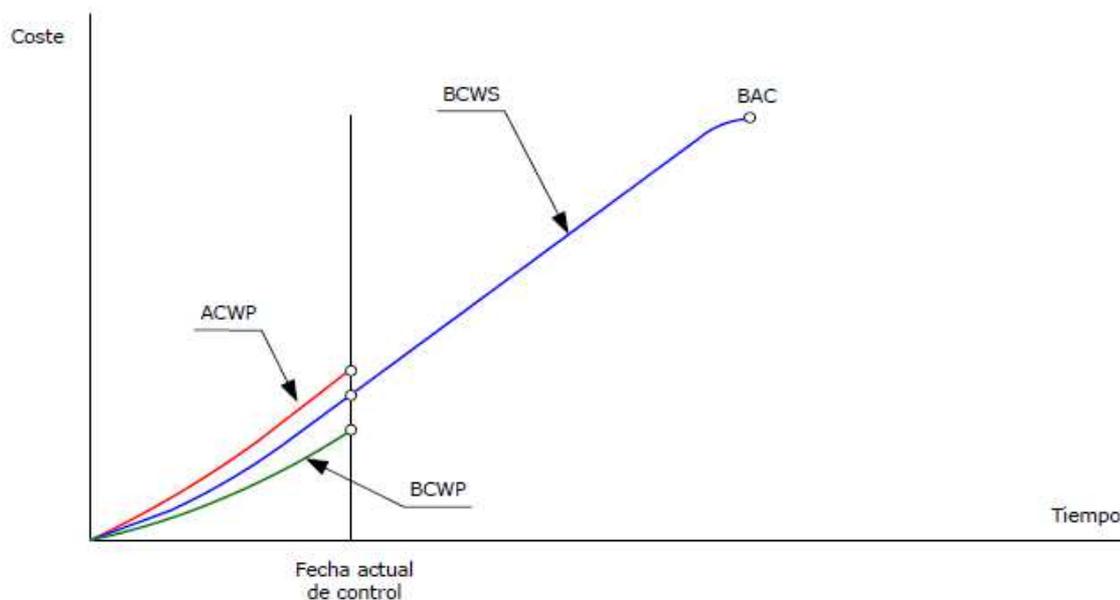


Figura 12. Esquema de la evolución de las líneas base del proyecto. Bases de cálculo (Apuntes asignatura Dirección de Plazos)

### *Participantes*

- ✓ Equipo ATCV.
- ✓ Director de Proyecto.
- ✓ Contratista.

### *Información manejada*

Entrada:

- ✓ Planificación ejecución de trabajos.
- ✓ Certificaciones mensuales.
- ✓ Presupuesto.

Salida:

- ✓ Tablas y gráficos que relacionan los elementos básicos de esta actividad.
- ✓ Estimación costes del proyecto.

*Técnicas empleadas*

- ✓ Diferentes programas informáticos.
- ✓ Juicio de expertos.
- ✓ Estimaciones.
- ✓ Sesiones de Trabajo.

Desviaciones

*Descripción*

Partiendo de los valores obtenidos en la actividad anterior, obtendremos los valores siguientes:

- ✓ **SV** (Schedule Variance):  **$SV = BCWP - BCWS$**

**SV%** (Schedule Variance):  **$SV\% = (BCWP - BCWS) / BCWS$**

- ✓ **CV** (Cost Variance):  **$CV = BCWP - ACWP$**

**CV%** (Cost Variance):  **$CV\% = (BCWP - ACWP) / BCWP$**

Estos valores, denominados desviaciones, nos aportarán la información necesaria referente a la planificación y costes de nuestro proyecto, para poder saber si este se está desarrollando siguiendo un comportamiento favorable o desfavorable en relación a sus costes y plazos.

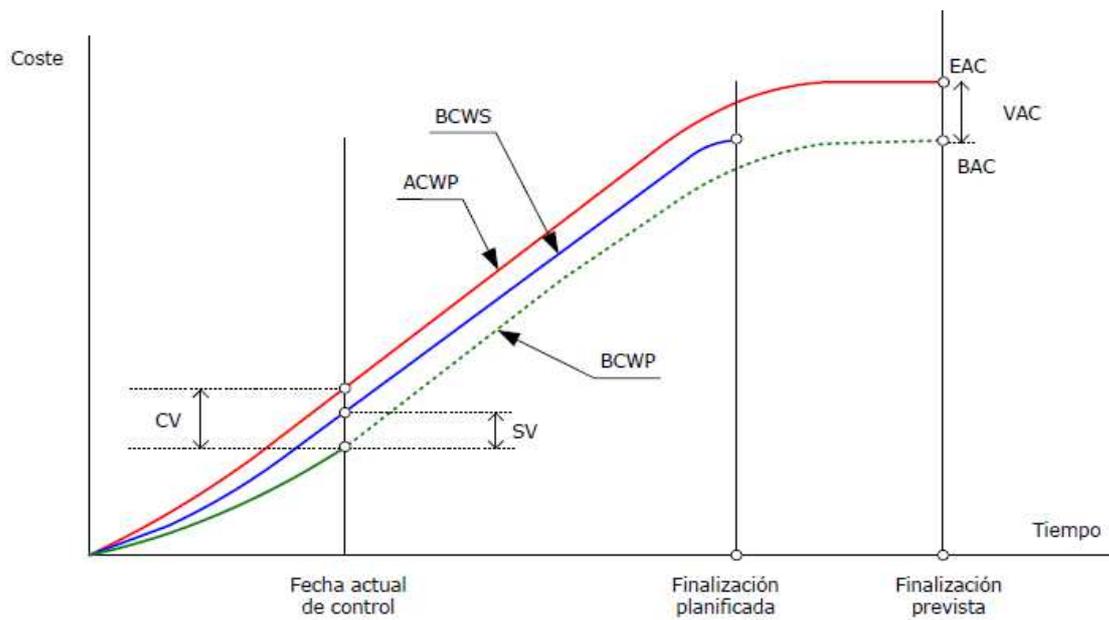


Figura 13. Esquema de la evolución de las líneas base del proyecto .Desviaciones. (Apuntes asignatura Dirección de Plazos)

### *Participantes*

- ✓ Equipo ATCV
- ✓ Director de Proyecto.

### *Información manejada*

Entrada:

- ✓ Valores de la actividad “Bases de cálculo”.

Salida:

- ✓ Valores de desviación de costes y plazos.

### *Técnicas empleadas*

- ✓ Diferentes programas informáticos.
- ✓ Juicio de expertos.

- ✓ Estimaciones.
- ✓ Sesiones de Trabajo.

### Índices

#### *Descripción*

Con los valores procedentes de la base de cálculo, obtendremos los índices de ejecución:

- ✓ **SPI** (Schedule Performance Index):  **$SPI = BCWP / BCWS$**
- ✓ **CPI** (Cost Performance Index):  **$CPI = BCWP / ACWP$**
- ✓ **SCI** (Índice coste-cronograma o Índice crítico):  **$SCI = SPI \times CPI$**

Estos índices nos permitirán obtener la “fotografía” en un momento determinado de nuestro proyecto sabiendo el uso que estamos dando a nuestros recursos, de forma que sabremos el adelanto o retraso con respecto a la planificación del mismo, y el rendimiento económico por unidad monetaria realizada.

#### *Participantes*

- ✓ Equipo ATCV.
- ✓ Director de Proyecto.

#### *Información manejada*

Entrada:

- ✓ Valores de la actividad “Bases de cálculo”.

Salida:

- ✓ Valores de desviación de costes y plazos.

### *Técnicas empleadas*

- ✓ Diferentes programas informáticos.
- ✓ Juicio de expertos.
- ✓ Estimaciones
- ✓ Sesiones de Trabajo.

### Estimaciones

#### *Descripción*

Será la última actividad desde el punto de vista de cálculo matemático, en lo referente a la aplicación del EVMS.

Con todos los valores necesarios de las actividades anteriores obtendremos las estimaciones de nuestro proyecto:

- ✓ **EAC** (Estimate At Conclusion):  **$EAC = BAC / CPI$**   
 **$EAC = ACWP + (BAC - BCWP)$**   
 **$EAC = ACWP + (BAC - BCWP) / CPI$**

*\*Siendo BAC el coste total planificado del proyecto*

- ✓ **TCPI** (To Complete Performance Index):

$$\mathbf{TCPI = (BAC - BCWP) / (EAC - ACWP)}$$
$$\mathbf{TCPI = (BAC - BCWP) / (BAC - ACWP)}$$

Estas estimaciones nos permitirán predecir de qué forma se comportará nuestro proyecto en caso de continuar con el mismo ritmo de avance que llevamos en el momento de realizar el estudio.

Para el cálculo de estas estimaciones podremos optar por diferentes caminos que deberemos justificar en función de nuestra experiencia o adecuación al proyecto, en cualquier caso cada una de estas estimaciones deberá venir apoyada en el cálculo del TPCI el cual nos servirá de herramienta para validar la razonabilidad de nuestra estimación.

#### *Participantes*

- ✓ Equipo ATCV.
- ✓ Director de Proyecto.

#### *Información manejada*

##### Entrada:

- ✓ Valores procedentes de actividades anteriores (Bases de cálculo, Desviaciones, Índices).

##### Salida:

- ✓ Valores de estimaciones de plazos y costes.
- ✓ Graficas.
- ✓ Tablas de datos.

#### *Técnicas empleadas*

- ✓ Diferentes programas informáticos.
- ✓ Juicio de expertos.
- ✓ Estimaciones.
- ✓ Sesiones de Trabajo.

## Análisis de resultados

### *Descripción*

Tras la parte de cálculo matemático y con los datos obtenidos, deberemos realizar un análisis exhaustivo del cual obtendremos el estado actual de desarrollo de nuestro proyecto y la posible evolución del mismo.

Este análisis nos servirá para saber el uso que le estamos dando a los recursos asociados a nuestro proyecto, el rendimiento de los mismos y la necesidad o no de aumentarlos o gestionarlos de diferentes formas para mejorar la ejecución del mismo.

Los criterios a seguir a la hora de realizar este análisis en función de los resultados obtenidos en los procesos anteriores de este método serán los siguientes:

- Bases de Cálculo:

Obtención del BAC (Budget at Completion-Presupuesto a la finalización), será el coste planificado para el proyecto

- Desviaciones:

SV: Un SV superior a 0, indica un comportamiento favorable desde el punto de vista de la planificación.

Un SV inferior a 0, indica un comportamiento desfavorable.

CV: Un CV superior a 0, indica un comportamiento favorable desde el punto de vista de los costes.

Un CV inferior a 0, indica un comportamiento desfavorable.

Las variaciones SV y CV nos permitirán conocer cuánto, en valor absoluto, estamos por encima o por debajo de nuestra planificación en plazos y costes respectivamente, mientras que SV% y CV% al no ser valores absolutos y si porcentajes, nos dará la idea de la magnitud de esas desviaciones.

o Índices:

SPI: Un SPI igual a 1, indica que el proyecto se encuentra ajustado a la planificación.

Un SPI superior a 1, indica que existe un adelanto sobre lo planificado.

Un SPI inferior a 1, indica que existe un retraso sobre lo planificado.

CPI: Un CPI igual a 1, indica que por cada unidad monetaria gastada, se ha ejecutado un trabajo por el mismo valor.

Un CPI superior a 1, indica que por cada unidad monetaria gastada, se ha ejecutado un trabajo superior a ese valor.

Un CPI inferior a 1, indica que por cada unidad monetaria gastada, se ha ejecutado un trabajo inferior a ese valor.

o Estimaciones.

TCPI: Un TCPI superior a 1, indica que deberemos aumentar nuestra eficiencia con respecto a la planificada.

Un TCPI inferior a 1, indica que nuestra eficiencia es superior a la planificada.

*Participantes*

- ✓ Equipo ATCV.
- ✓ Director de Proyecto.

*Información manejada*

Entrada:

- ✓ Valores procedentes de actividades anteriores (Bases de cálculo, Desviaciones, Índices y Estimaciones).

Salida:

- ✓ Informes.
- ✓ Medidas a adoptar.

#### *Técnicas empleadas*

- ✓ Juicio de expertos.
- ✓ Sesiones de Trabajo.
- ✓ Estimaciones.

#### **7.3.3.4 EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS CORRECTORAS**

##### ***Objetivos del proceso***

Su objeto será la propuesta de las diferentes alternativas para poder reconducir el proyecto en caso de que corran riesgo los plazos o el coste planificados.

Esta evaluación nos permitirá ser totalmente objetivos a la hora de tomar las decisiones, estas decisiones tendrán que tener una meta clara y todas las acciones en este proceso irán encaminadas al cumplimiento de los objetivos del proyecto.

Deberán proponerse como mínimo dos alternativas entre las que escoger.

##### ***Participantes del proceso***

- ✓ Equipo ATCV.
- ✓ Director de Obra.

### **Diagrama de información del proceso**

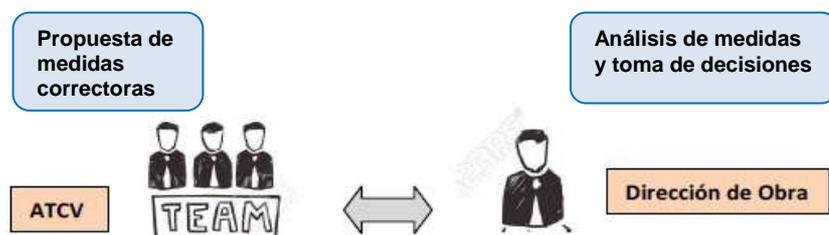


Figura 14. Diagrama de actividades del proceso de Evaluación de Alternativas Correctoras. (Elaboración propia)

### **Actividades del proceso**

En este apartado se describen todas las actividades relacionadas con el proceso de Evaluación de Alternativas Correctoras:

- Estudio de alternativas.
- Toma de decisiones.

#### Estudio de alternativas

##### *Descripción*

Se propondrán diferentes alternativas en caso de que se encuentren problemas o variaciones significativas con respecto a lo planificado y tras aplicar el método del valor ganado.

Para cada alternativa habrá que definir:

- Justificación de la alternativa.
- Alcance de la alternativa.
- Valoración de riesgos .

- Estrategia a seguir.

### *Participantes*

- ✓ Equipo ATCV.
- ✓ Director de Obra.

### *Información manejada*

#### Entrada:

- ✓ Información procedente de la aplicación del método del valor ganado al control de costes de nuestro proyecto.

#### Salida:

- ✓ Medidas a implementar.

### *Técnicas empleadas*

- ✓ Juicio de expertos.
- ✓ Sesiones de trabajo.

### Toma de decisiones

#### *Descripción*

La toma de decisiones es un proceso de pensamiento analítico para elegir entre varias alternativas en función de la información obtenida en las actividades anteriores. La buena selección de la alternativa condiciona la planificación, organización y control del proyecto.

La toma de decisiones consiste básicamente en escoger entre varias alternativas la más conveniente, aunque a decir de Peter Drucker: “Una decisión rara vez es una elección entre lo correcto y lo incorrecto. En el mejor

de los casos es una elección entre lo que probablemente es correcto y lo que probablemente no lo es... o sea significa correr un riesgo... cuanto más importante es un trabajo, mayores son los riesgos que hay que correr. No se trata de suprimirlos, sino asumir los que sean razonables”.

#### *Participantes*

- ✓ Equipo ATCV.
- ✓ Director de Obra.

#### *Información manejada*

Entrada:

- ✓ Estudio de alternativas.
- ✓ Informe medidas a implementar.

Salida:

- ✓ Informe justificativo de la decisión a adoptar.
- ✓ Informe explicativo de medidas a adoptar.
- ✓ Cronograma actividades a adoptar.

#### *Técnicas empleadas*

- ✓ Sesiones de Trabajo.
- ✓ Análisis de Riesgo.
- ✓ Matriz de ponderación.
- ✓ Toma de decisiones.
- ✓ Valoración de expertos.

### 7.3.3.5 SEGUIMIENTO DE IMPLANTACIÓN DE MEDIDAS CORRECTORAS

#### **Objetivos del proceso**

Este procedimiento tiene como objetivo establecer en términos generales el seguimiento y control de las medidas correctoras que deben adoptarse como resultado de las diferentes actividades preventivas implantadas.

Se realizará un seguimiento y se controlará la eficacia de todas las acciones, actividades y medidas correctoras que surjan y cuya aplicación sea aceptada.

#### **Participantes del proceso**

- ✓ Equipo ATCV.
- ✓ Director de Obra.

#### **Diagrama de información del proceso**

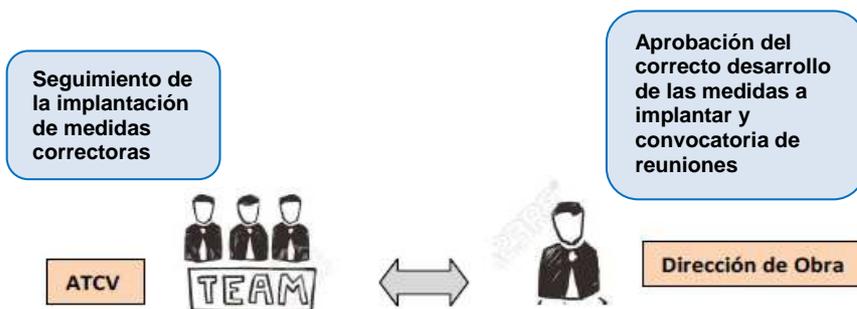


Figura 15. Diagrama de actividades del proceso de Seguimiento de Implantación de Medidas Correctoras. (Elaboración propia)

### ***Actividades del proceso***

En este apartado se describen todas las actividades relacionadas con el proceso de Seguimiento de implantación de Medidas Correctoras:

- Reuniones de seguimiento.
- Evaluación de la eficacia de la acción.

### **Reuniones de seguimiento**

#### *Descripción*

En esta reunión se tratarán y discutirán los puntos relevantes relacionados con el progreso del proyecto de las medidas correctoras implantadas.

Durante la reunión se validará el Informe de Seguimiento correspondiente, revisando la planificación actualizada, actividades realizadas, actividades a realizar, etc., y se comprobará que todos los acuerdos especificados en actas de reuniones anteriores estén recogidos en el Informe de Seguimiento del periodo actual.

También será objeto de esta reunión comentar los posibles riesgos y problemas asociados a la ejecución de estas medidas.

#### *Participantes*

- ✓ Equipo ATCV.
- ✓ Director de Obra.

#### *Información manejada*

Entrada:

- ✓ Documento de convocatoria de la reunión.
- ✓ Informe medidas a implementar.

Salida:

- ✓ Informe de seguimiento.
- ✓ Acta de reunión de seguimiento.

*Técnicas empleadas*

- ✓ Sesiones de Trabajo.
- ✓ Técnicas de Control y Seguimiento.

Evaluación de la eficacia de la acción

*Descripción*

En este apartado se valorará la eficacia o no de la acción implementada.

En función de los resultados obtenidos en la evaluación se decidirá si procede cerrar esta acción o si bien debe reiniciarse de nuevo el proceso de evaluación de alternativas correctoras.

Se valorará el grado en que se alcanzan los objetivos y resultados propuestos, en el tiempo previsto y con la calidad deseada.

*Participantes*

- ✓ Equipo ATCV.
- ✓ Director de Obra.

*Información manejada*

Entrada:

- ✓ Informe de medidas correctoras.
- ✓ Planificación de medidas correctoras.

- ✓ Acta de reunión de seguimiento.

Salida:

- ✓ Informes.
- ✓ Acciones correctoras.

*Técnicas empleadas*

- ✓ Gestión documental.
- ✓ Sesiones de Trabajo.
- ✓ Técnicas de Control y seguimiento.

#### **7.3.4 FASE DE CIERRE**

##### ***Objetivos del proceso***

Será la fase en la que se realizará la transición de entrega del proyecto a los promotores del mismo (AENA). Puede finalizar por haber realizado el trabajo satisfactoriamente o por terminación prematura, aunque en cualquier caso, se almacenan las lecciones aprendidas. El proceso permite garantizar que si el cierre es por finalización del trabajo, éste ha sido realizado a satisfacción del cliente y todos los productos han sido aceptados por el cliente, así como los acuerdos para el soporte de los productos del proyecto.

##### ***Participantes del proceso***

- ✓ Equipo ATCV.
- ✓ Director de Obra.
- ✓ Equipo Contratista.

### Diagrama de información del proceso

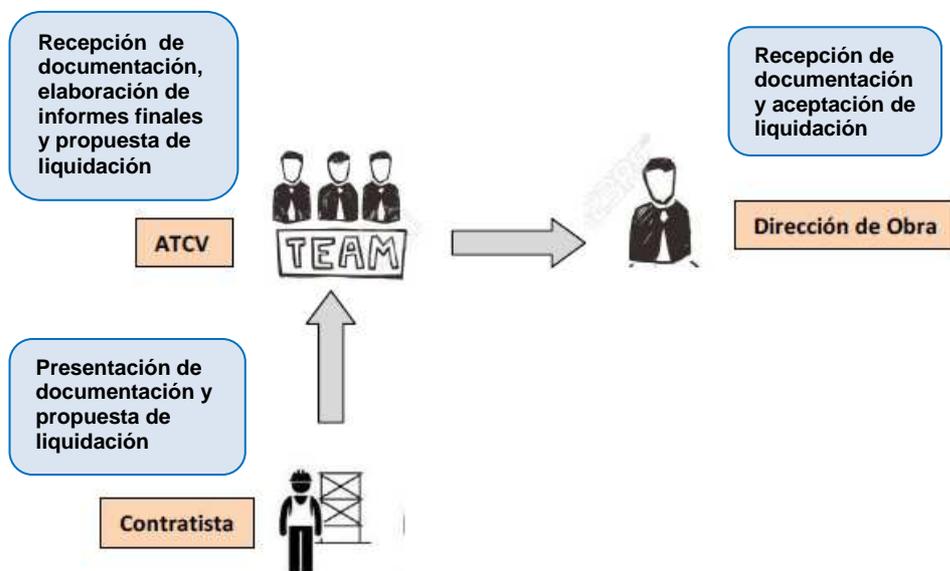


Figura 16. Diagrama de actividades del proceso de la Fase de Cierre. (Elaboración propia)

### Actividades del proceso

En este apartado se describen todas las actividades relacionadas con la Fase de Cierre:

- Cierre y entrega de archivos.
- Liquidación de las obras.

#### Cierre y entrega de archivos

##### *Descripción*

La documentación generada por el equipo de ATCV se entregará a la Dirección de Obra debidamente clasificada y ordenada, y se adjuntará copia de su soporte informático (discos y programas).

Recepcionará y revisará la documentación entregada por el contratista para su entrega a la Dirección de Obra

#### *Participantes*

- ✓ Equipo de ATCV.
- ✓ Equipo contratista.

#### *Información manejada*

##### Entrada:

- ✓ Documento de Planificación del Proyecto (DPP).
- ✓ Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares (PPTP).
- ✓ Informe de Rescisión de Contrato (IRC).
- ✓ Documento de Aceptación Parcial (DAP).
- ✓ Documento de aceptación Final (DAF).
- ✓ Documento de Gestión de Cambios (DGC).
- ✓ Documento de Balance del Proyecto (DBP).
- ✓ Documento de aprobación de Cierre (DAC).

##### Salida:

- ✓ Informes finales

#### *Técnicas empleadas*

- ✓ Gestión documental.
- ✓ Sesiones de Trabajo.
- ✓ Juicio de expertos.

## Liquidación de las obras

### *Descripción*

Consistirá en la valoración de la totalidad de las obras que debidamente autorizadas se hayan ejecutado y estén recibidas provisionalmente. Se redactará un proyecto de liquidación incluyendo Memoria de lo realmente ejecutado, planos "As Built" y mediciones y valoraciones.

### *Participantes*

- ✓ Equipo ATCV.
- ✓ Director de Obra.

### *Información manejada*

#### Entrada:

- ✓ Certificaciones parciales.
- ✓ Certificación final.
- ✓ Modificaciones del Proyecto.
- ✓ Documento de Revisión de Precios (DRP).

#### Salida:

- ✓ Documento Liquidación de Obras.

### *Técnicas empleadas*

- ✓ Gestión documental.
- ✓ Técnicas de Planificación y Control.
- ✓ Sesiones de Trabajo.

### **7.3.5 PROCESOS TRANSVERSALES**

#### **7.3.5.1 GESTIÓN DE CAMBIOS**

##### ***Objetivos del proceso***

El objetivo primordial de la Gestión de Cambios es que se realicen e implementen adecuadamente todos los cambios necesarios en el desarrollo de nuestro proyecto.

Para un correcto seguimiento e implementación de los cambios que puedan producirse en el transcurso del proyecto, estos cambios deberán:

- Estar justificados.
- Estar convenientemente registrados, clasificados y documentados.
- Aprobados por la Dirección de Obra
- En ningún caso podrán ir en detrimento del objeto del contrato del proyecto
- En caso de tratarse de una modificación de carácter técnico está deberá atenderse a la legislación vigente en el momento de producirse el cambio
- Si afectan al coste, deberán ser autorizados antes de hacer ningún gasto

En cualquier caso el Director de Obra, asesorado por la ATCV, deberá emitir un informe en el que identificará:

- Unidades afectadas directa o indirectamente
- Impacto de las propuestas de solución
- Elaborar alternativas de solución
- Selección de una solución

### **Participantes del proceso**

- ✓ Equipo ATCV.
- ✓ Director de Obra.
- ✓ Equipo Contratista.
- ✓ Personal Aeropuerto

### **Diagrama de información del proceso**

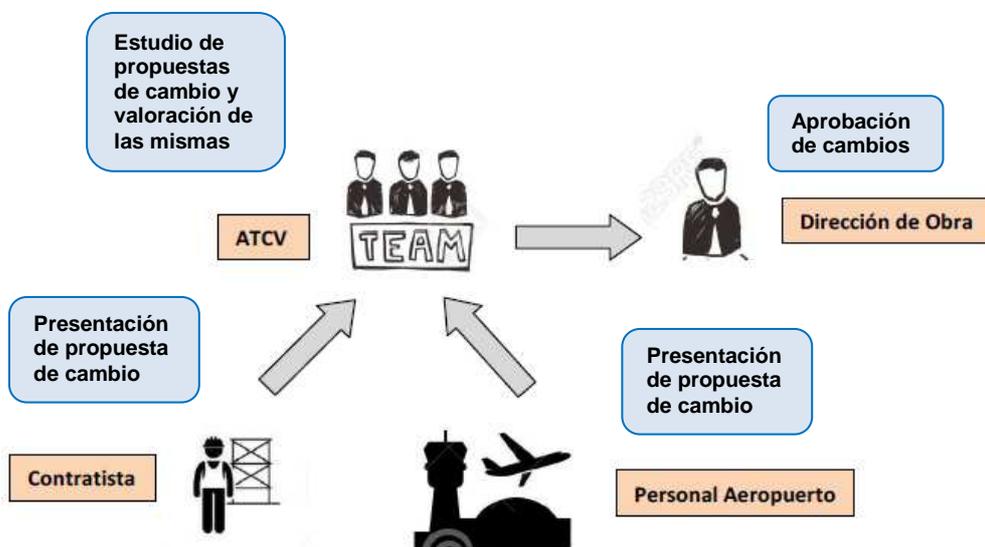


Figura 17. Diagrama de actividades del proceso del proceso gestión de Cambios. (Elaboración propia)

### **Información manejada**

Entrada:

- ✓ Información de reuniones (reflejada en las actas).
- ✓ Propuestas de cambios de los involucrados.

Salida:

- ✓ Documento de Gestión de Cambios (DGC).

- ✓ Documento de Planificación de Proyecto modificado.
- ✓ Informes.

### ***Técnicas del proceso***

- ✓ Análisis de impacto
- ✓ Sesiones de trabajo.
- ✓ Análisis de rentabilidad.
- ✓ Análisis de riesgo.
- ✓ Estructura de descomposición de trabajos (EDT).
- ✓ Estructura de descomposición de recursos (EDR).
- ✓ Técnicas de planificación.

### **7.3.5.2 SEGUIMIENTO Y CONTROL**

#### ***Objetivos del proceso***

Comprende la asignación de tareas, la gestión de las incidencias, los cambios de requisitos que puedan presentarse y afectar a la planificación del proyecto. El seguimiento y control se realiza durante los procesos de desarrollo del proyecto con el objeto de vigilar el correcto desarrollo de las tareas planificadas.

El seguimiento y control del proyecto se realizará de dos formas: seguimiento periódico y seguimiento no periódico.

El seguimiento periódico se realizará a dos niveles: seguimiento del equipo de proyecto por parte del comité de seguimiento y seguimiento por parte del Director de Obra. Mediante el primero, se recaban informes de seguimiento del

proyecto que son estudiados por el Comité de Seguimiento, que partiendo de este estudio puede proponer acciones. Mediante el segundo, el Director de Obra vigila especialmente que se cumpla el Plan de Proyecto.

El seguimiento no periódico se realiza a tres niveles diferentes: tarea, hito de control e hito de entrega.

Las tareas se asignan a personas concretas. El Director de Proyecto será el encargado de velar por la adecuada realización de la tarea, proponiendo las acciones que estime oportunas para ello.

Dentro de la planificación inicial del proyecto hay establecidos dos tipos de hitos: hitos de control e hitos de entrega. Los hitos de control se refieren a una revisión del estado del proyecto a llevar a cabo al alcanzar un punto concreto en la ejecución de un proyecto, por ejemplo, cuando se finaliza un conjunto de tareas relacionadas, pero que no da lugar a una entrega parcial. Son revisiones planificadas de antemano. Los hitos de entrega representan las entregas parciales del proyecto, y por tanto requiere una aprobación del Director de Proyecto. Dentro de los hitos de entrega se distinguen dos clases: entregas parciales y entregas finales.

### ***Participantes del proceso***

- ✓ Equipo ATCV.
- ✓ Director de Obra.
- ✓ Equipo Contratista.
- ✓ Personal Aeropuerto.
- ✓ Comité de Seguimiento (AENA).

### Diagrama de información del proceso

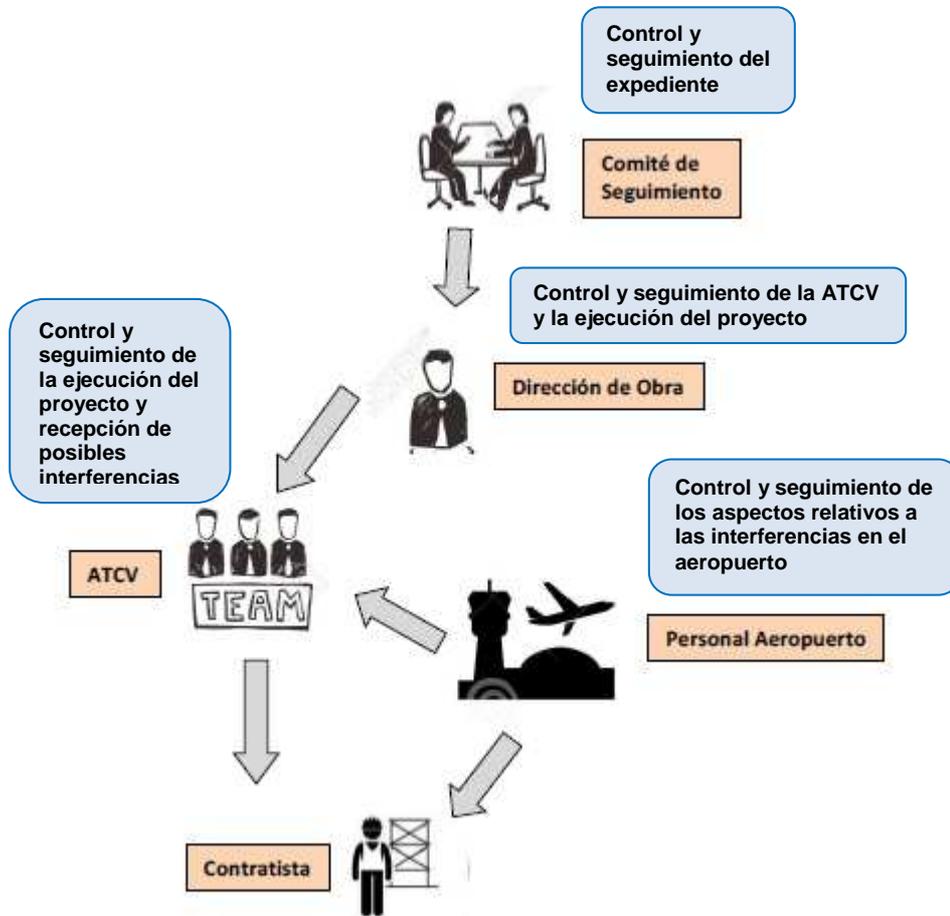


Figura 18. Diagrama de actividades del proceso de Seguimiento y Control. (Elaboración propia)

### Información manejada

Entrada:

- ✓ Definición general del proyecto.
- ✓ Planificación inicial.
- ✓ Programa de trabajo.

Salida:

- ✓ Documento de programas de trabajo.
- ✓ Documento de Coordinación de Proyectos (DCP).
- ✓ Documentos de seguimiento.
- ✓ Actas de reunión de seguimiento.
- ✓ Decisiones tomadas (reflejadas en las actas de reunión).

***Técnicas del proceso***

- ✓ Técnicas de control y seguimiento.
- ✓ Sesiones de trabajo.
- ✓ Análisis de riesgos.

## **8 CONCLUSIONES Y LÍNEAS DE FUTURO**

La metodología presentada en este trabajo, mediante la utilización del Método del Valor Ganado en proyectos del ámbito aeroportuario, da muestra de la importancia que tiene el que un gerente tenga elementos de medición eficaces que le permitan poder identificar a tiempo cual es el estado real de su proyecto. Al igual que tener la posibilidad de hacer proyecciones, que le permitan darse una idea de cómo seguirá avanzando su proyecto, si continua con la misma tendencia que tiene al momento de la fecha de estado.

Todo esto, conlleva a que se generen herramientas suficientes para la toma de decisiones con respecto al rumbo de un proyecto, y poder así determinar con exactitud, cuáles pueden ser las causas que están generando los retrasos e incumplimientos, o cuales son las buenas practicas que están permitiendo que el proyecto tenga bajos costos y cumpla su cronograma.

Todo lo anterior, confirma que el hacer seguimiento y control de forma adecuada, y en el momento oportuno siempre será una ganancia para cualquier proyecto, debido a que el ir un paso adelante permitirá siempre tomar decisiones de forma acertada, lo cual siempre se verá reflejado directamente en los resultados del proyecto.

Adicional a esto hay que tener en cuenta que el EVM por sí solo no genera proyectos exitosos, esta metodología siempre será una herramienta, que para que sea de gran utilidad debe ser usada de forma idónea por un gerente de proyectos capacitado, que sepa analizar la información obtenida, y tomar las medidas necesarias para beneficiar al proyecto en general.

Este trabajo deja abiertas las puertas a una posible continuación del mismo con el desarrollo de una metodología que abarque más aspectos de la gestión de la construcción de infraestructuras aeroportuarias y que valore la posible adaptación de metodologías aplicadas en otros sectores de la gestión de proyectos exitosas.

Por otro lado, para el conocimiento de las expectativas que esta metodología podría despertar en profesionales del sector aeroportuario que gestionan los costes de proyectos y más en concreto al control de los mismos y poder encontrar las áreas que presentan las debilidades y a las cuales se deberá prestar una mayor atención, sería conveniente la realización una serie de entrevistas personales y consultas a profesionales del sector.

## 9 BIBLIOGRAFÍA

- AENA** *Aeropuertos españoles y navegación aérea.*  
www.aena.es
- Arguedas Arias, D. A. (2014)** *Propuesta de mejora de gestión de: alcance, costo y tiempo, de los proyectos de la Dirección General de Aviación Civil.* Proyecto final de graduación para optar por el Grado de Licenciatura en Ingeniería de la Construcción. Instituto Tecnológico de Costa Rica.
- Ayllón Temprano, J. (2007)** *Herramientas para la Planificación y Control de costes de un proyecto.* Proyecto fin de carrera. Universidad autónoma de Madrid
- Barros Alonso, S. (2010)** *Desarrollo de una Metodología para la formulación de proyectos siguiendo las directrices UNE 166000.* Memoria de Investigación. Universidad de Oviedo.
- Camilo Acevedo, S.A.M. (2011)** *Escuela de Organización Industrial.* www.eoi.es
- Christensen, D. S. (1998)** *The costs and benefits of the earned value management process.* Journal of Parametrics, 18(2), 1-16.
- Català Alís, J., Yepes Piqueras, V. (1999)** *Aplicación del sistema de costes ABC en la gestión de proyectos y obras.* Forum Calidad, 102:42-4. Junio.
- Cavero Rubio, J.A., Gonzalez Carbonell, J.F., Sansalvador** *Modelo presupuestario basado en las actividades: Aplicación en las empresas constructoras y promotoras inmobiliarias.* Partida Doble, núm.148, páginas 58 a 69, Octubre de 2003.
- Concepción Suarez, R., Rodriguez Montequín, V., Ortega Fernández, F.** *Metodología para la gestión de proyectos de las Aapp según ISO 10006.* Lap Lambert Academic Publishing GmbH KG.

- (2009)  
**Davidson Frame, J.** *La Dirección de Proyectos en las Organizaciones.*
- (2012)  
**Delgado Alfaro, D.** *Método del Valor Ganado como herramienta Lean Construction.* Trabajo Final de Grado. Universidad Politécnica de Valencia.
- (2014)
- Dotor, S. (2003)** *El método de las desviaciones de avance y coste (Earned Value Management) en el contexto español.* Comunicación del IV Congreso Nacional de la Ingeniería Civil. Madrid 2003.
- J.S. Gaitán Cardona, A. Gómez Cabrera.** *Uso de la metodología BrIM (Bridge Information Modeling) como herramienta para la planificación de la construcción de un puente de concreto en Colombia.* Ciencia e Ingeniería Neogra. adi.a, 24 (2), pp. 145 - 156
- (2014)
- Jonh Alba (2004)** *Método del Valor Ganado.*
- Levy, S. (1997)** *Administración de proyectos de construcción (2ª Edición).*
- Martínez M., Marino (2004)** *Diseño de un catalogo de cuentas para el control de costos de construcción en empresas constructoras.* Revista de Ingeniería TEKHNE.
- Monden, Y. (1983)** *Toyota Production System.* 1ª editorial. Industrial Engineering and Management Press. Norcross (EEUU).
- Moreno Martín, M. Á. (2010)** *Filosofía Lean aplicada a la ingeniería de software.* Trabajo fin de Máster. Universidad de Sevilla.
- Navarro D. (2011)** *Seguimiento de proyectos con el análisis del Valor Ganado.*
- Orihuela, P., Estebes, D. (2013)** *Aplicación del método de la línea de balance a la planificación maestra.* Encuentro Latino Americano de Gestión y economía de la construcción. Junio 2013
- Orihuela, P. (2011)** *Sistema integrado para la gestión Lean de Proyectos de Construcción.*
- PMI (2013)** *Guía de los fundamentos de la Dirección de Proyectos.* Quinta edición en Español. Project Management Institute, Inc. Pensilvania.

- Roca, L.R.F. (2009)** *Aspectos a tener en cuenta en la implantación de sistemas de gestión del Valor Ganado en la Dirección de Proyectos.* XIII CONGRESO INTERNACIONAL DE INGENIERÍA DE PROYECTOS Badajoz, 8-10 de julio de 2009.
- Rosas Torres, G.J. (2005)** *Diseño de metodología para control de costos de proyectos de tecnología de Banesco Banco Universal.* Trabajo Final de Título de especialista en Gerencia de empresa. Universidad Simón Bolívar.
- Rubio Gómez, J., Muñoz Hernández J.I., Otegi Olaso J.R. (2013)** *Engineering projects assessment using earned value management with performance indexes evaluation and statistical methods.* 17th International Congress on Project Management and Engineering Logroño, 17-19th July 2013.
- Sanz Almela, Diego (2015)** *Metodologías contemporáneas en control de costes de edificación.* Trabajo final de Master en Edificación: Especialidad de Gestión. Universidad Politécnica de Valencia.
- Soriano Soriano, Claudio L. (2013)** *Control de costes.*
- Soini, Leskela, Seppanen (2004)** *Implementation of Line Balance Based Scheduling and Project Control System in a large construction company.* Proceedings IGLC-12, July 2004, Copenhagen, Denmark.
- Suarez Redondo, E. (2014)** *Metodología de costes ABC. Agenda de la empresa.* [www.agendadelaempresa.com](http://www.agendadelaempresa.com)