



Nuevos desarrollos en el sistema de gestión del valor ganado aplicado al proyecto de un buque militar de superficie.

Trabajo Fin de Máster

Máster en Ingeniería Naval y Oceánica

Universidad Politécnica de Cartagena

2018

Autor: Lidia Montoya Gómez

Director: Dr. Carlos A. Mascaraque Ramírez

Índice General

CAPÍTULO 1.	JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS	11
1.	JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO	12
2.	OBJETIVOS DEL PROYECTO	13
3.	ALCANCE DEL PROYECTO	13
CAPÍTULO 2.	INTRODUCCIÓN A LA GESTIÓN DE PROYECTOS	15
1.	¿QUÉ ES UN PROYECTO?	16
2.	CONCEPTO DE GESTIÓN DE PROYECTOS.....	17
3.	ELEMENTOS DE LA GESTIÓN DE PROYECTOS.....	18
3.1.	Documentos principales	18
3.2.	Grupos de procesos	19
3.3.	Áreas de conocimiento de la dirección de proyectos	20
3.4.	Procesos de la dirección de proyectos	22
4.	GRUPOS DE PROCESOS DE LA GESTIÓN DE PROYECTOS EN UN ASTILLERO	24
4.1.	Proceso de Inicio.....	24
4.2.	Proceso de Planificación.....	27
4.3.	Proceso de Ejecución	27
4.4.	Proceso de Seguimiento y Control.....	28
4.5.	Proceso de Cierre	28
CAPÍTULO 3.	CARACTERÍSTICAS DEL BUQUE DE ESTUDIO	29
1.	BUQUE ESTUDIO.....	31
2.	BUQUES CONTRUIDOS DE LA CLASE DESCUBIERTA	33
3.	ESPECIFICACIONES BUQUE ESTUDIO	34
4.	¿POR QUÉ LA NECESIDAD DE UN SISTEMA DE CONTROL EN ESTE TIPO DE PROYECTO?	36
CAPÍTULO 4.	SISTEMA DE GESTIÓN DEL VALOR GANADO Y PLANIFICACIÓN GANADA (EVMS/ES)	37
1.	ANTECEDENTES HISTÓRICOS	38

2. ¿QUÉ ES EARNED VALUE MANAGEMENT SYSTEM?	41
3. CRITERIOS DEL SISTEMA DE GESTIÓN DEL VALOR AÑADIDO.....	42
3.1. Organización	42
3.2. Planificación y presupuesto	43
3.3. Consideraciones contables	45
3.4. Análisis	45
3.5. Revisiones	46
4. FORMULACIÓN CLÁSICA EVMS	46
4.1. Componentes básicos del EVMS	46
4.2. Desviaciones del proyecto	49
4.3. Índices de cumplimiento	52
4.4. Estimación y variación a la finalización.....	54
4.5. Índice de estimación	58
5. ANÁLISIS POR OTROS AUTORES.....	58
6. PLANIFICACIÓN GANADA (ES)	60
7. FORMULACIÓN CLÁSICA ES.....	60
7.1. Componentes básicos del ES.....	60
7.2. Desviación del proyecto.....	62
7.3. Índices de cumplimiento	65
7.4. Estimación y variación a la finalización.....	66
CAPÍTULO 5. APLICACIÓN DEL EVMS/ES AL CASO DE ESTUDIO	71
1. METODOLOGÍA.....	72
1.1. Presupuesto: ingresos/gastos	73
1.2. Diagrama de Gantt de tareas resumen.....	73
1.3. Documento de seguimiento.....	74
2. RESULTADOS DEL ESTUDIO	77
2.1. Caso estudio 1:.....	78
2.2. Caso estudio 2:.....	87
2.3. Caso estudio 3:.....	96
2.4. Caso estudio 4:.....	105
2.5. Caso estudio 5:.....	116
2.6. Caso estudio 6:.....	126

CAPÍTULO 6.	CONCLUSIONES.....	136
CAPÍTULO 7.	LÍNEAS FUTURAS DE INVESTIGACIÓN	138
1.	BIG DATA	139
2.	METAHEURÍSTICA.....	140
3.	REDES NEURONALES	142
4.	LÓGICA DIFUSA.....	143
BIBLIOGRAFÍA	145
ANEXOS	148

Acrónimos

AC	Actual Cost (Coste Actual)
ACWP	Actual Cost of Work Performed (Coste Actual del Trabajo Realizado)
AT	Actual Time (Duración Actual)
BAC	Budget at Completion (Presupuesto de la Línea Base o Presupuesto Completo)
BCWP	Budgeted Cost of Work Performed (Coste Presupuestado del Trabajo Realizado)
BCWS	Budgeted Cost of Work Scheduled (Coste Presupuestado del Trabajo Programado)
CPI	Cost Performance Index (Índice de Cumplimiento del Coste)
CV	Cost Variance (Desviación del Coste)
%CV	%Cost Variance (%Variación del Coste)
EAC	Estimate at Completion (Estimación del Coste a la Finalización)
ES	Schedule Earned (Planificación Ganada)
EV	Earned Value (Valor Ganado)
EVM	Earned Value Method (Método del Valor Ganado)
IC	Índice Compuesto
IPMA	International Project Management Association
PMI	Project Management Institute
PV	Planned Value (Valor Planificado)
SAC	Schedule at Completion (Duración total de la Línea Base)
SCI	Schedule-Cost Index (Índice de Coste-Plazo o Índice Crítico)
SPI	Schedule Performance Index (Índice de Cumplimiento del Plazo)
SV	Schedule Variance (Desviación de la Planificación)
%SV	%Schedule Variance (%Variación de la planificación)
TEAC	Estimate at Completion (Estimación del Plazo a la Finalización)
TCPI	To Complete Performance Index (Índice de Cumplimiento para Finalizar)
TPI	Time Performance Index (Índice de Cumplimiento del Plazo)
TV	Time Variance (Desviación del Plazo)
TVAC	Variance at Completion (Variación a la finalización del plazo)
VAC	Variance at Completion (Variación a la finalización)
WR	Work Remaining (Trabajo Restante)

Índice de Figuras

<i>Figura 2.1: Relación de los Grupos de Procesos de la Dirección de Proyectos (PMBOK 5ªed, 2013).</i>	19
<i>Figura 2.2: Áreas de conocimiento de la dirección de proyectos.</i>	21
<i>Figura 2.3: Grupos de procesos de un Astillero.</i>	24
<i>Figura 2.4: Componentes del Presupuesto del Proyecto.</i>	25
<i>Figura 2.5: Presupuesto del Proyecto representado por la curva S.</i>	26
<i>Figura 2.6: Partidas definidas por la US Navy para el cálculo del presupuesto.</i>	26
<i>Figura 2.7: Etapas del proceso de planificación.</i>	27
<i>Figura 3.1: Primeras corbetas Clase Flower, M16 HMS Geranium.</i>	30
<i>Figura 3.2: Corbetas Clase Flower modificada, K385 HMS Arabis.</i>	30
<i>Figura 3.3: Primera corbeta de la Clase Descubierta, Descubierta F-31.</i>	31
<i>Figura 3.4: Corbeta Clase Descubierta para Marruecos, Teniente Coronel Errahmani F-501.</i>	32
<i>Figura 3.5: Corbeta reclasificada en Patrullero de altura, Infanta Elena P-76.</i>	33
<i>Figura 4.1: La gestión del valor añadido como herramienta integradora.</i>	41
<i>Figura 4.2: Clasificación principal de los Criterios de aplicación al EVMS.</i>	42
<i>Figura 5.1: Diagrama Gantt de las tareas del proyecto.</i>	74
<i>Figura 5.2: Documento de seguimiento y control.</i>	74
<i>Figura 7.1: Proceso Big data.</i>	139
<i>Figura 7.2: Red Neuronal de procesos.</i>	142

Índice de Tablas

<i>Tabla 2.1: Relación entre el número de procesos y las áreas de conocimientos.</i>	<i>22</i>
<i>Tabla 3.3.1: Buques construidos de la Clase Descubierta.</i>	<i>34</i>
<i>Tabla 4.1: Indicadores básicos del EVMS.</i>	<i>48</i>
<i>Tabla 4.2: Criterios según los resultados de las desviaciones.</i>	<i>51</i>
<i>Tabla 4.3: Desviaciones del proyecto.</i>	<i>51</i>
<i>Tabla 4.4: Índices de cumplimiento del proyecto.</i>	<i>54</i>
<i>Tabla 4.5: Valor Ganado.</i>	<i>61</i>
<i>Tabla 4.6: Desviaciones del proyecto (EVMS y ES).</i>	<i>63</i>
<i>Tabla 4.7: Índices de cumplimiento del proyecto.</i>	<i>66</i>
<i>Tabla 5.1: Valores de los componentes básicos según el avance del 15,09% del EVMS.</i>	<i>78</i>
<i>Tabla 5.2: Valores de las desviaciones en coste y en plazo del 15,09% de avance real.</i>	<i>79</i>
<i>Tabla 5.3: Valores de los índices de cumplimiento del proyecto según el 15,09% de avance.</i>	<i>80</i>
<i>Tabla 5.4: Valores de las estimaciones a la finalización según el avance del 15,09%.</i>	<i>81</i>
<i>Tabla 5.5: Valores de las variaciones a la finalización según el avance del 15,09%.</i>	<i>81</i>
<i>Tabla 5.6: Valores de las desviaciones en coste y plazo mediante el ES según el avance del 15,09%.</i>	<i>82</i>
<i>Tabla 5.7: Valores de los índices de cumplimiento del 15,09% de avance según el ES.</i>	<i>83</i>
<i>Tabla 5.8: Valores de las estimaciones a la finalización del plazo según el avance del 15,09%.</i>	<i>84</i>
<i>Tabla 5.9: Valores de las variaciones a la finalización del plazo según el avance del 15,09%.</i>	<i>84</i>
<i>Tabla 5.10: Valores de los componentes básicos según el avance del 23,23% del EVMS.</i>	<i>87</i>
<i>Tabla 5.11: Valores de las desviaciones en coste y en plazo del 23,23% de avance real.</i>	<i>88</i>
<i>Tabla 5.12: Valores de los índices de cumplimiento del proyecto según el 23,23% de avance.</i>	<i>89</i>
<i>Tabla 5.13: Valores de las estimaciones a la finalización según el avance 23,23%.</i>	<i>90</i>
<i>Tabla 5.14: Valores de las variaciones a la finalización según el avance 23,23%.</i>	<i>90</i>
<i>Tabla 5.15: Valores de los componentes básicos según el avance del 23,23% mediante el ES.</i>	<i>91</i>
<i>Tabla 5.16: Valores de las desviaciones en coste y plazo mediante el ES según el avance del 23,23%.</i>	<i>91</i>
<i>Tabla 5.17: Valores de los índices de cumplimiento del 23,23% de avance según el ES.</i>	<i>92</i>
<i>Tabla 5.18: Valores de las estimaciones a la finalización del plazo según el avance del 23,23%.</i>	<i>93</i>
<i>Tabla 5.19: Valores de las variaciones a la finalización del plazo según el avance del 23,23%.</i>	<i>93</i>
<i>Tabla 5.20: Valores de los componentes básicos según el avance del 58,60% del EVMS.</i>	<i>96</i>
<i>Tabla 5.21: Valores de las desviaciones en coste y en plazo del 58,60% de avance real.</i>	<i>97</i>
<i>Tabla 5.22: Valores de los índices de cumplimiento del proyecto según el 58,60% de avance.</i>	<i>98</i>
<i>Tabla 5.23: Valores de las estimaciones a la finalización según el avance del 58,60%.</i>	<i>99</i>
<i>Tabla 5.24: Valores de las variaciones a la finalización según el avance del 58,60%.</i>	<i>99</i>
<i>Tabla 5.25: Valores de los componentes básicos según el avance del 58,60% mediante el ES.</i>	<i>100</i>
<i>Tabla 5.26: Valores de las desviaciones en coste y plazo mediante el ES según el avance del 58,60%.</i>	<i>101</i>
<i>Tabla 5.27: Valores de los índices de cumplimiento del 58,60% de avance según el ES.</i>	<i>101</i>
<i>Tabla 5.28: Valores de las estimaciones a la finalización del plazo según el avance del 58,60%.</i>	<i>102</i>
<i>Tabla 5.29: Valores de las variaciones a la finalización del plazo según el avance del 58,60%.</i>	<i>103</i>
<i>Tabla 5.30: Valores de los componentes básicos según el avance del 70,32% del EVMS.</i>	<i>105</i>
<i>Tabla 5.31: Valores de las desviaciones en coste y en plazo del 70,32% de avance real.</i>	<i>106</i>
<i>Tabla 5.32: Valores de los índices de cumplimiento del proyecto según el 70,32% de avance.</i>	<i>107</i>
<i>Tabla 5.33: Valores de las estimaciones a la finalización según el avance del 70,32%.</i>	<i>108</i>
<i>Tabla 5.34: Valores de las variaciones a la finalización según el avance del 70,32%.</i>	<i>109</i>
<i>Tabla 5.35: Valores de los componentes básicos según el avance del 70,32% mediante el ES.</i>	<i>109</i>

Nuevos desarrollos en el sistema de gestión del valor ganado aplicado al proyecto de un buque militar de superficie.

<i>Tabla 5.36: Valores de las desviaciones en coste y plazo mediante el ES según el avance del 70,32%....</i>	<i>110</i>
<i>Tabla 5.37: Valores de los índices de cumplimiento del 70,32% de avance según el ES.....</i>	<i>111</i>
<i>Tabla 5.38: Valores de las estimaciones a la finalización del plazo según el avance del 70,32%.....</i>	<i>112</i>
<i>Tabla 5.39: Valores de las variaciones a la finalización del plazo según el avance del 70,32%.</i>	<i>113</i>
<i>Tabla 5.40: Valores de los componentes básicos según el avance del 58,60% del EVMS.</i>	<i>116</i>
<i>Tabla 5.41: Valores de las desviaciones en coste y en plazo del 58,60% de avance real.</i>	<i>117</i>
<i>Tabla 5.42: Valores de los índices de cumplimiento del proyecto según el 58,60% de avance.</i>	<i>118</i>
<i>Tabla 5.43: Valores de las estimaciones a la finalización según el avance del 58,60%.</i>	<i>119</i>
<i>Tabla 5.44: Valores de las variaciones a la finalización según el avance del 58,60%.</i>	<i>119</i>
<i>Tabla 5.45: Valores de los componentes básicos según el avance 58,60% mediante el ES.....</i>	<i>120</i>
<i>Tabla 5.46: Valores de las desviaciones en coste y plazo mediante el ES según el avance del 58,60%....</i>	<i>121</i>
<i>Tabla 5.47: Valores de los índices de cumplimiento del 58,60% de avance según el ES.....</i>	<i>121</i>
<i>Tabla 5.48: Valores de las estimaciones a la finalización del plazo según el avance del 58,60%.</i>	<i>122</i>
<i>Tabla 5.49: Valores de las variaciones a la finalización del plazo según el avance del 58,60%.</i>	<i>123</i>
<i>Tabla 5.50: Valores de los componentes básicos según el avance del 70,32% del EVMS.</i>	<i>126</i>
<i>Tabla 5.51: Valores de las desviaciones en coste y en plazo del 70,32% de avance real.</i>	<i>127</i>
<i>Tabla 5.52: Valores de los índices de cumplimiento del proyecto según el 70,32% de avance.</i>	<i>128</i>
<i>Tabla 5.53: Valores de las estimaciones a la finalización según el avance del 70,32%.</i>	<i>129</i>
<i>Tabla 5.54: Valores de las variaciones a la finalización según el avance del 70,32%.</i>	<i>129</i>
<i>Tabla 5.55: Valores de los componentes básicos según el avance del 70,32% mediante el ES.</i>	<i>130</i>
<i>Tabla 5.56: Valores de las desviaciones en coste y plazo mediante el ES según el avance del 70,32%....</i>	<i>131</i>
<i>Tabla 5.57: Valores de los índices de cumplimiento del 70,32% de avance según el ES.....</i>	<i>132</i>
<i>Tabla 5.58: Valores de las estimaciones a la finalización del plazo según el avance del 70,32%.</i>	<i>133</i>
<i>Tabla 5.59: Valores de las variaciones a la finalización del plazo según el avance del 70,32%.</i>	<i>133</i>

Índice de Gráficas

<i>Gráfica 2.1: Interacción entre Grupos de Procesos.</i>	20
<i>Gráfica 4.1: Indicadores básicos del EVMS.</i>	49
<i>Gráfica 4.2: Criterio de la desviación del proyecto.</i>	50
<i>Gráfica 4.3: Desviaciones del proyecto.</i>	51
<i>Gráfica 4.4: Índices de cumplimiento del proyecto.</i>	54
<i>Gráfica 4.5: Estimación y variación a la finalización.</i>	57
<i>Gráfica 4.6: Indicadores básicos de la Planificación Ganada.</i>	62
<i>Gráfica 4.7: Desviación del plazo del proyecto.</i>	64
<i>Gráfica 4.8: Desviaciones del proyecto según la Planificación Ganada.</i>	64
<i>Gráfica 4.9: Índices de cumplimiento del proyecto según el Método de la Planificación Ganada.</i>	66
<i>Gráfica 4.10: Estimación y variación a la finalización.</i>	69
<i>Gráfica 4.11: Indicadores EVMS y ES.</i>	70
<i>Gráfica 5.1: Curvas de Avance del 15,09% por el Método del Valor Ganado.</i>	78
<i>Gráfica 5.2: Desviación del plazo y coste del 15,09% de avance real.</i>	79
<i>Gráfica 5.3: Índices de Cumplimiento del proyecto según el 15,09% de avance.</i>	80
<i>Gráfica 5.4: Curva de Avance mediante el Método de la Planificación Ganada en el 15,09% de avance real.</i>	82
<i>Gráfica 5.5: Desviación del proyecto mediante el ES según el avance del 15,09%.</i>	83
<i>Gráfica 5.6: Índices de Cumplimiento del proyecto según el 15,09% de avance mediante el ES.</i>	83
<i>Gráfica 5.7: Proyecciones del 15,09% (Ponderado 1).</i>	85
<i>Gráfica 5.8: Proyecciones del 15,09% (Ponderado 2).</i>	85
<i>Gráfica 5.9: Proyecciones del 15,09% (Ponderado 3).</i>	86
<i>Gráfica 5.10: Proyecciones del 15,09% (Ponderado 4).</i>	86
<i>Gráfica 5.11: Proyección del 15,09% de avance según criterio.</i>	87
<i>Gráfica 5.12: Curvas de Avance del 23,23% por el Método del Valor Ganado.</i>	88
<i>Gráfica 5.13: Desviación del plazo y coste del 23,23% de avance real.</i>	88
<i>Gráfica 5.14: Índices de Cumplimiento del proyecto según el 23,23% de avance.</i>	89
<i>Gráfica 5.15: Curva de Avance mediante el Método de la Planificación Ganada en el 23,23% de avance real.</i>	91
<i>Gráfica 5.16: Desviación del proyecto mediante el ES según el avance del 23,23%.</i>	92
<i>Gráfica 5.17: Índices de Cumplimiento del proyecto según el 23,23% de avance mediante el ES.</i>	92
<i>Gráfica 5.18: Proyecciones del 23,23% (Ponderado 1).</i>	94
<i>Gráfica 5.19: Proyecciones del 23,23% (Ponderado 2).</i>	94
<i>Gráfica 5.20: Proyecciones del 23,23% (Ponderado 3).</i>	95
<i>Gráfica 5.21: Proyecciones del 23,23% (Ponderado 4).</i>	95
<i>Gráfica 5.22: Curvas de Avance del 58,60% por el Método del Valor Ganado.</i>	96
<i>Gráfica 5.23: Desviación del plazo y coste del 58,60% de avance real.</i>	97
<i>Gráfica 5.24: Índices de Cumplimiento del proyecto según el 58,60% de avance.</i>	98
<i>Gráfica 5.25: Curva de Avance mediante el Método de la Planificación Ganada en el 58,60% de avance real.</i>	100
<i>Gráfica 5.26: Desviación del proyecto mediante el ES según el avance del 58,60%.</i>	101
<i>Gráfica 5.27: Índices de Cumplimiento del proyecto según el 58,60% de avance mediante el ES.</i>	102
<i>Gráfica 5.28: Proyecciones del 58,60% (Ponderado 1).</i>	103
<i>Gráfica 5.29: Proyecciones del 58,60% (Ponderado 2).</i>	104

Nuevos desarrollos en el sistema de gestión del valor ganado aplicado al proyecto de un buque militar de superficie.

Gráfica 5.30: Proyecciones del 58,60% (Ponderado 3).	104
Gráfica 5.31: Proyecciones del 58,60% (Ponderado 4).	105
Gráfica 5.32: Curvas de Avance del 70,32% por el Método del Valor Ganado.	106
Gráfica 5.33: Desviación del plazo y coste del 70,32% de avance real.	107
Gráfica 5.34: Índices de Cumplimiento del proyecto según el 70,32% de avance.	108
Gráfica 5.35: Curva de Avance mediante el Método de la Planificación Ganada en el 70,32% de avance real.....	110
Gráfica 5.36: Desviación del proyecto mediante el ES según el avance del 70,32%.	111
Gráfica 5.37: Índices de Cumplimiento del proyecto según el 70,32% de avance mediante el ES.....	112
Gráfica 5.38: Proyecciones del 70,32% (Ponderado 1).	114
Gráfica 5.39: Proyecciones del 70,32% (Ponderado 2).	114
Gráfica 5.40: Proyecciones del 70,32% (Ponderado 3).	115
Gráfica 5.41: Proyecciones del 70,32% (Ponderado 4).	115
Gráfica 5.42: Curvas de Avance del 58,60% por el Método del Valor Ganado.	116
Gráfica 5.43: Desviación del plazo y coste del 58,60% de avance real.	117
Gráfica 5.44: Índices de Cumplimiento del proyecto según el 58,60% de avance.	118
Gráfica 5.45: Curva de Avance mediante el Método de la Planificación Ganada en el 58,60% de avance real.....	120
Gráfica 5.46: Desviación del proyecto mediante el ES según el avance del 58,60%.	121
Gráfica 5.47: Índices de Cumplimiento del proyecto según el 58,60% de avance mediante el ES.....	122
Gráfica 5.48: Proyecciones del 58,60% (Ponderado 1).	124
Gráfica 5.49: Proyecciones del 58,60% (Ponderado 2).	124
Gráfica 5.50: Proyecciones del 58,60% (Ponderado 3).	125
Gráfica 5.51: Proyecciones del 58,60% (Ponderado 4).	125
Gráfica 5.52: Curvas de Avance del 70,32% por el Método del Valor Ganado.	126
Gráfica 5.53: Desviación del plazo y coste del 70,32% de avance real.	127
Gráfica 5.54: Índices de Cumplimiento del proyecto según el 70,32% de avance.	128
Gráfica 5.55: Curva de Avance mediante el Método de la Planificación Ganada en el 70,32% de avance real.....	130
Gráfica 5.56: Desviación del proyecto mediante el ES según el avance del 70,32%.	131
Gráfica 5.57: Índices de Cumplimiento del proyecto según el 70,32% de avance mediante el ES.....	132
Gráfica 5.58: Proyecciones del 70,32% (Ponderado 1).	134
Gráfica 5.59: Proyecciones del 70,32% (Ponderado 2).	134
Gráfica 5.60: Proyecciones del 70,32% (Ponderado 3).	135
Gráfica 5.61: Proyecciones del 70,32% (Ponderado 4).	135

CAPÍTULO 1. JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS

El desarrollo de un proyecto, está compuesto por diversas fases, lo que será imprescindible implementar un sistema de planificación y seguimiento de los trabajos a realizar en las diversas fases. Esta labor no se limita a ejecutar una planificación inicial, sino a llevar un seguimiento y un control periódico del alcance, plazo y coste. El objetivo de dicho seguimiento y control es detectar cuanto antes las disconformidades entre lo planificado inicialmente y lo que realmente se ha realizado, con el fin de tomar decisiones.

Para llevar a cabo la planificación de un proyecto, será necesario dividir dicho proyecto en actividades, teniendo en cuenta los recursos necesarios y la distribución en el tiempo para su realización. Una vez realizada la planificación, se aplicará un sistema de control, buscando un método que relacione el control económico con el de la planificación, como puede ser el Método de la Ruta Crítica o Camino Crítico, el Método de la Cadena Crítica (CCM) o el Sistema de Gestión del Valor Ganado (EVMS). Para un mejor control de la planificación se podrán implementar los métodos nombrados anteriormente con el Método de la Planificación Ganada (ES).

En el presente trabajo fin de master se realizará un estudio de la aplicación del Sistema de Gestión del Valor Ganado (Earned Value Management System, EVMS) a un proyecto de nueva construcción de un buque militar de superficie. A dicho

estudio se le aplicará una corrección en los parámetros que definen el control de la planificación con el Método de la Planificación Ganada (Earned Schedule, ES). Esta aplicación es debida a que el EVMS calcula las desviaciones de la planificación a partir de parámetros de coste, mientras que el ES las calcula a partir de parámetros de plazo.

Para completar el estudio, se proyectarán gráficamente las estimaciones a la finalización, lo que permitirá de una forma visual tomar decisiones.

1. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

Para el desarrollo de proyectos complejos, como puede ser un buque, se ha de utilizar un método de control de la planificación desde el principio de la construcción, ya que un fallo, una desviación o una mala estrategia puede hacer que el proyecto se vaya en plazo y en coste, llevando al proyecto al fracaso o incluso al cierre de la empresa. Por lo que, usando un método de control, se podrá realizar un estudio mensual, que hará saltar una alarma cuando la evolución del proyecto difiera de lo planificado.

Todo este control, servirá para futuros proyectos, subsanando los errores cometidos, de forma que se optimice desde el principio la planificación inicial. Por lo que se puede decir que utilizando dichos métodos se crean proyectos de mejora continua.

Dicha mejora continua producirá que la planificación del proyecto sea más fiable, es decir, será una planificación más semejante a los costes reales, provocando desviaciones mínimas y estimaciones similares al presupuesto y al plazo previsto. Todo este conjunto lleva a la empresa a ser competitiva y optimizar al máximo sus proyectos.

Una buena planificación y un buen control en los proyectos, hace que:

- Las metas de una nueva construcción se conviertan en objetivos accesibles.
- Se definan las actividades necesarias y su tiempo de ejecución.
- Se puedan establecer prioridades y un camino crítico.
- Se facilite la toma de decisiones.

2. OBJETIVOS DEL PROYECTO

El objetivo de este proyecto es la aplicación real de un método de seguimiento y control a una nueva construcción de un buque militar de superficie (OPV, corbeta o fragata). Con esta aplicación lo que se pretende minimizar la incertidumbre de la finalización de un nuevo proyecto, es decir, tener una idea de las desviaciones que se están produciendo y ver cómo afectan esas desviaciones a la finalización del proyecto tanto en coste como en plazo, para así poder tomar las decisiones necesarias para que la desviación sea mínima, y por tanto conseguir que el proyecto acabe en el coste y en el plazo previsto.

Para ello se emplearán nuevas técnicas que mejoren la predicción de las desviaciones, utilizando para ello las metodologías basadas en el valor ganado (EVMS) y planificación ganada (ES).

Para finalizar se obtendrán proyecciones que faciliten la toma de decisiones, y se valorarán las desviaciones.

En resumen, los objetivos que se pretenden alcanzar son los siguientes:

- Adaptar la metodología del Valor Ganado y la Planificación Ganada a los proyectos de nueva construcción de buques militares de superficie.
- Obtener un conjunto de indicadores de desviaciones y rendimientos que sean útiles para el seguimiento y control de este tipo de proyectos.
- Obtener proyecciones de la estimación a la finalización para que la toma de decisiones sea más fácil y visual.

3. ALCANCE DEL PROYECTO

Para la investigación propuesta en el presente trabajo, se parte de los datos disponibles de un proyecto real, a partir de ellos se realizarán los siguientes análisis y desarrollos:

- Análisis de todos los datos que se disponen del proyecto, obteniendo solo los necesarios para la aplicación de los métodos, como puede ser el presupuesto y el plazo total del proyecto, los valores planificados mes a mes, el valor ganado y el coste real del proyecto.
- Desarrollo de una tabla con los valores mensuales de los datos obtenidos del proyecto real.

Nuevos desarrollos en el sistema de gestión del valor ganado aplicado al proyecto de un buque militar de superficie.

- Desarrollo de una tabla con un análisis en coste horario y otro en plazo, con los parámetros, indicadores de desviaciones, indicadores de rendimientos y estimaciones necesarios para el estudio.
- Desarrollo de una gráfica de la curva S, con el valor planificado, valor ganado y el coste real.
- Desarrollo de diferentes gráficas de los indicadores de desviaciones, indicadores de rendimientos y estimaciones a la finalización.
- Desarrollo de tablas y gráficas para las proyecciones de la estimación a la finalización.
- Análisis e interpretación de los resultados obtenidos de todas las gráficas y tablas desarrolladas en los puntos anteriores.
- Análisis de líneas futuras para nuevos desarrollos en el Sistema de Gestión del Valor Ganado.

CAPÍTULO 2. INTRODUCCIÓN A LA GESTIÓN DE PROYECTOS

La Gestión de Proyectos consiste en el empleo de conocimientos, técnicas, metodologías y herramientas para la definición, planificación y ejecución de actividades con el objetivo de convertir los requisitos en una realidad. Es decir, son todas las tareas que se deben realizar para satisfacer una necesidad definida dentro de un coste y de un periodo de tiempo. Dicha metodología de gestión se está estableciendo cada vez más en el entorno empresarial.

La realización de proyectos viene desde el inicio de la humanidad, por lo que no se puede datar con exactitud el nacimiento de dicha disciplina, pero es a partir de 1950 cuando se empiezan a usar en proyectos complejos de ingeniería las técnicas y herramientas de la gestión de proyectos.

Hoy en día la gestión de proyectos se utiliza en todas las empresas, sin importar el sector donde opere, la actividad que desarrolle o el tamaño del proyecto. Ya que un proyecto puede ir desde optimizar un proceso interno dentro de la propia empresa o incluso realizar un gran trabajo específico para un cliente. En conclusión, la gestión de proyectos está presente en todas las empresas, en mayor o menor medida.

1. ¿QUÉ ES UN PROYECTO?

Según la *Guía de los Fundamentos para la Dirección de Proyectos* (Guía del PMBOK 5ªed, 2013) se entiende por proyecto “*al esfuerzo temporal que se lleva a cabo para crear un producto, servicio o resultado único*”.

Esto quiere decir, que un proyecto es una agrupación de actividades únicas, interrelacionadas y coordinadas entre sí, para producir determinados servicios o bienes capaces de localizar necesidades o resolver problemas. Por lo que, un proyecto es un producto o un servicio, que ha de ser exclusivo, original y único.

Los elementos básicos de todo proyecto son:

- Definir las actividades y/o fases de trabajo.
- Definir los elementos o recursos necesarios.
- Definir la duración.
- Definir el presupuesto.
- Alcanzar los objetivos o resultados deseados.

Los objetivos básicos que persigue un proyecto son cuatro:

1. Conseguir el resultado final deseado.
2. Dar con un coste equilibrado económicamente.
3. Satisfacer los plazos establecidos.
4. Cumplir los requisitos del usuario o del cliente.

Con la realización de estos elementos básicos y cumpliendo los objetivos, se pueden generar diferentes proyectos:

- Un componente de un producto o elemento.
- Una mejora en un producto, componente o elemento.
- Un producto final, generándolo de principio a fin.
- Un nuevo servicio.
- Una mejora en un servicio existente.
- Mejoras en una o varias líneas del producto.

2. CONCEPTO DE GESTIÓN DE PROYECTOS

Según la *Guía de los Fundamentos para la Dirección de Proyectos* (Guía del PMBOK 5ªed, 2013) se entiende por gestión y dirección de proyectos “*la aplicación de conocimientos, habilidades, herramientas y técnicas a las actividades del proyecto para cumplir con los requisitos del mismo. Esta aplicación de conocimientos requiere de la gestión eficaz de los procesos de dirección de proyectos*”.

Como viene definido en el párrafo anterior, para la aplicación de conocimientos se requiere de procesos eficaces que son un grupo de actividades y acciones, relacionadas entre sí, que se utilizan para crear un producto, resultado o servicio predefinido. Cada proceso se caracteriza por las técnicas y herramientas que se aplican a sus entradas, y por las salidas que se obtienen.

Otra definición es la dada por la *International Project Management Association* (IPMA) en la que la gestión de proyectos consiste en “*la planificación, organización, seguimiento y control de todos los aspectos de un proyecto, así como la motivación de todos aquellos implicados en el mismo, para alcanzar los objetivos del proyecto de una forma segura y satisfaciendo las especificaciones definidas de plazo, coste y rendimiento. Ello también incluye el conjunto de tareas de liderazgo y dirección técnica del proyecto, necesarias para su correcto desarrollo*”.

Por lo tanto, la misión de la gestión de proyectos es establecer las metas a cumplir, determinar la metodología a usar para la planificación, programación y realización de actividades y recursos, controlar y corregir desviaciones y comunicar progresos y resultados.

Para conseguir el éxito de un proyecto, el equipo deberá:

- Definir los procesos para lograr los requisitos del proyecto.
- Implantar un sistema de interrelación con los interesados, es decir, buena comunicación y compromiso.
- Satisfacer las necesidades y expectativas para cumplir con los requisitos de los interesados.
- Mantener las restricciones contractuales en equilibrio respecto al presupuesto, cronograma, alcance, calidad, recursos y riesgos para elaborar el proyecto.
- Cumplir los plazos de todos los procesos para finalizar el proyecto en el plazo previsto.

Nuevos desarrollos en el sistema de gestión del valor ganado aplicado al proyecto de un buque militar de superficie.

- Cumplir el presupuesto establecido del proyecto.
- Cumplir la calidad del proyecto requerido.

3. ELEMENTOS DE LA GESI3N DE PROYECTOS

La Gu3a del PMBOK® (2013) desarrollada por el *Project Management Institute* (PMI) estructura la Direcci3n de proyectos en 3 documentos principales que contienen 5 grupos de Procesos de Direcci3n de Proyectos, 10 3reas de Conocimiento de Direcci3n de Proyectos, y 47 procesos de direcci3n de proyectos.

3.1. Documentos principales

La gesti3n de proyectos est3 compuesta por tres documentos principales, cada uno de estos documentos tiene una finalidad distinta y especifica:

1. **Acta de constituci3n.** Documento que autoriza formalmente la existencia del proyecto y autoriza a asignar los recursos a las actividades del proyecto.
2. **Enunciado del Alcance.** Establece una descripci3n detallada del proyecto y del producto, describiendo los l3mites del proyecto.
3. **Plan de Gesti3n.** Define, prepara y coordina todos los planes necesarios para la direcci3n del proyecto, con el fin de crear un documento central que define el trabajo del proyecto. Los planes necesarios para documentar la direcci3n del proyecto son:
 - Gesti3n del alcance.
 - Gesti3n del cronograma.
 - Gesti3n de los costes.
 - Gesti3n de la calidad.
 - Gesti3n del personal.
 - Gesti3n de las comunicaciones.
 - Gesti3n de los riesgos.
 - Gesti3n de las adquisiciones.

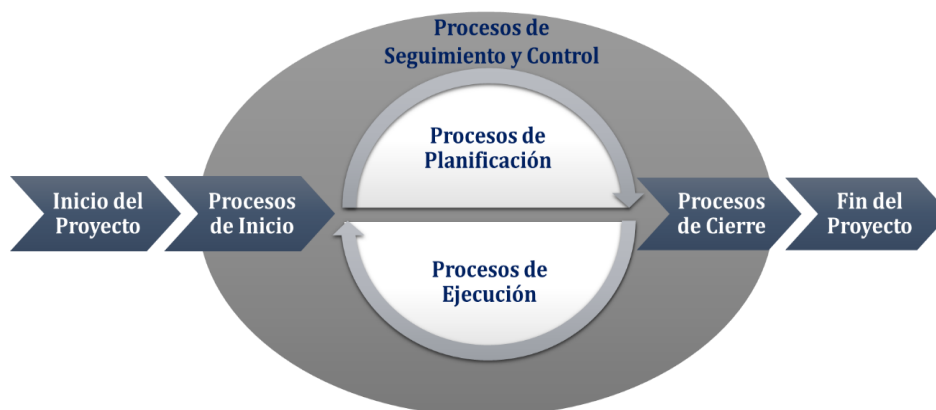
3.2. Grupos de procesos

La Guía del PMBOK® (2013) describe la naturaleza de los procesos de dirección de proyectos en términos de la integración entre los procesos, de sus interacciones y de los propósitos a los que responden. Estos procesos se dividen en cinco grupos, definidos como los Grupos de Procesos de la Dirección de Proyectos:

- **Grupo de Procesos de Inicio.** Procesos desarrollados para definir una fase nueva en un proyecto existente o un proyecto nuevo.
- **Grupo de Procesos de Planificación.** Procesos que establece el alcance del proyecto, refina los objetivos y define los procesos necesarios para lograr los objetivos propuestos.
- **Grupo de Procesos de Ejecución.** Procesos desarrollados para finalizar el trabajo descrito en el plan de gestión, para satisfacer las características específicas del proyecto.
- **Grupo de Procesos de Seguimiento y Control.** Procesos necesarios para buscar, comprobar y controlar el avance y el desempeño del proyecto, para ver qué áreas requieren cambios en el plan e iniciar dichos cambios.
- **Grupo de Procesos de Cierre.** Proceso desarrollado para completar las actividades por medio de todos los Grupos de Procesos, con el objetivo de finalizar debidamente una fase del proyecto o el proyecto.

Según la Guía del PMBOK® (2013) los procesos de la dirección de proyectos se presentan como elementos diferenciados con interfaces bien definidas. Sin embargo, en la práctica se superponen y actúan unos sobre otros. Como se puede ver en la Figura 2.1, tanto el Grupo de Seguimiento y Control como el resto de Grupos de Procesos, ejercen acciones unos sobre otros de manera recíproca.

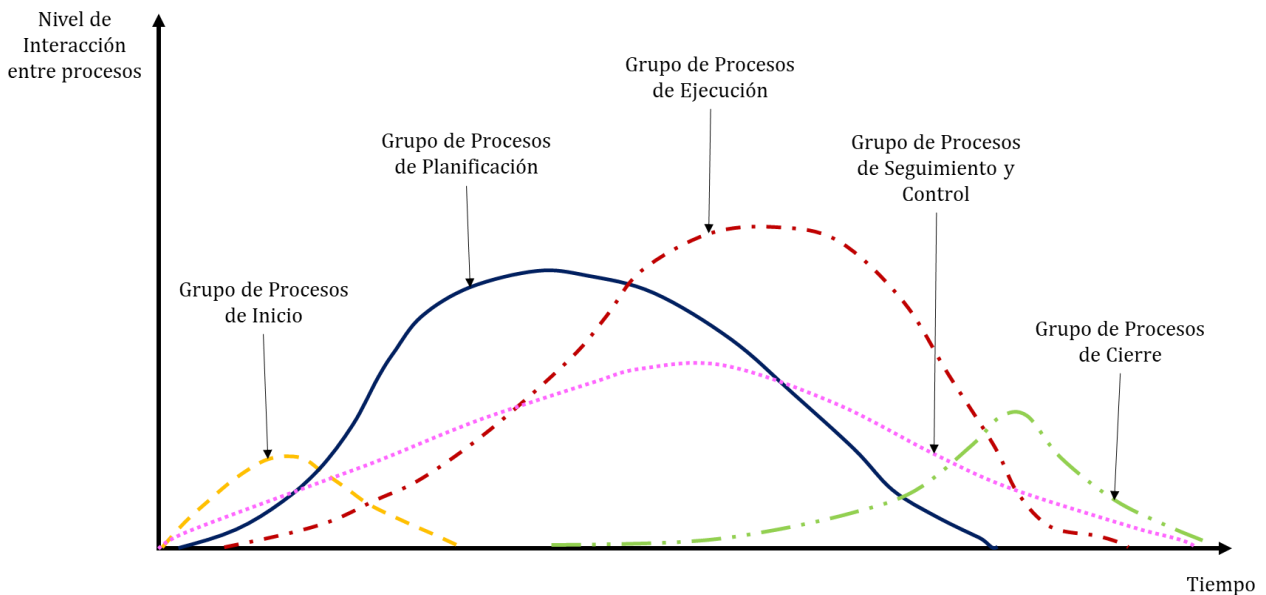
Figura 2.1: Relación de los Grupos de Procesos de la Dirección de Proyectos (PMBOK 5ªed, 2013).



Nuevos desarrollos en el sistema de gestión del valor ganado aplicado al proyecto de un buque militar de superficie.

Todos los Grupos de Procesos de Dirección de Proyectos se asocian entre sí por las soluciones que generan, es decir, que la salida de un proceso, se transforma en la entrada a otro proceso o en un producto, subproducto o fase entregable del proyecto. En la Gráfica 2.1 se ilustra cómo actúan entre sí los Grupos de Procesos y muestra el nivel de superposición en distintas etapas. Cuando el proyecto está dividido en fases, los Grupos de Procesos interactúan dentro de cada fase.

Gráfica 2.1: Interacción entre Grupos de Procesos.



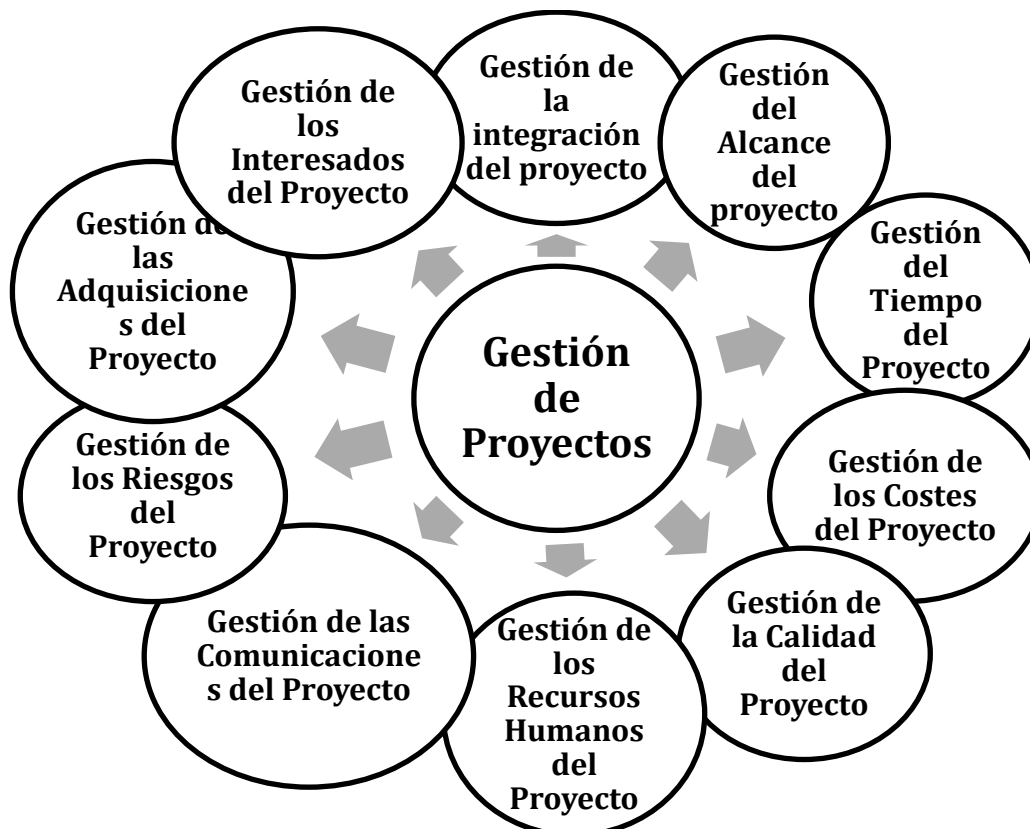
3.3. Áreas de conocimiento de la dirección de proyectos

El PMI define en la Guía del PMBOK® (2013) diez grandes áreas de conocimiento (Figura 2.2). Esto quiere decir, que todas las actividades de la Gestión de Proyectos se sitúan en una de las siguientes áreas:

- 1. Gestión de la integración del proyecto:** Garantizar que los diferentes elementos del proyecto son combinados correctamente.
- 2. Gestión del Alcance del proyecto:** Garantizar que el proyecto incluye todo el trabajo requerido y únicamente el trabajo requerido para completarlo con éxito.
- 3. Gestión del Tiempo del Proyecto:** Garantizar que el proyecto finaliza en el plazo establecido.
- 4. Gestión de los Costes del Proyecto:** Garantizar que el proyecto cumple con el presupuesto aprobado.

5. **Gestión de la Calidad del Proyecto:** Determinan responsabilidades, objetivos y políticas de calidad a fin de que el proyecto satisfaga las necesidades para las que lo lleva a cabo.
6. **Gestión de los Recursos Humanos del Proyecto:** Organiza, gestiona y conduce las personas involucradas en el proyecto.
7. **Gestión de las Comunicaciones del Proyecto:** Garantiza que la planificación, recopilación, creación, distribución, almacenamiento, recuperación, gestión, control, seguimiento y disposición final de la información del proyecto sean oportunas y adecuadas.
8. **Gestión de los Riesgos del Proyecto:** Identificar, analizar y responder a los riesgos del proyecto.
9. **Gestión de las Adquisiciones del Proyecto:** procesos necesarios para la compra o adquisición de los productos, servicios o resultados requeridos por fuera del equipo del proyecto.
10. **Gestión de los Interesados del Proyecto:** Identificar a las personas, grupos u organizaciones que pueden afectar o ser afectados por el proyecto.

Figura 2.2: Áreas de conocimiento de la dirección de proyectos.



3.4. Procesos de la dirección de proyectos

En casi todos los proyectos, las actividades de la gestión de proyectos están conectadas entre sí por el hecho de que ejecutan para un objetivo común. Estas actividades actúan de manera recíproca entre sí de formas complejas y también pueden actuar de manera recíproca con las Áreas de Conocimiento, como se observa en la Tabla 2.1 y Tabla 2.2.

Según la Guía del PMBOK® (2013) el Área de Conocimiento de la Dirección de Proyectos es “un área identificada de la dirección de proyectos definida por sus requisitos de conocimientos y que se describe en términos de sus procesos, prácticas, datos iniciales, resultados, herramientas y técnicas que los componen”.

Tabla 2.1: Relación entre el número de procesos y las áreas de conocimientos.

Áreas de Conocimiento de la Dirección de Proyectos	Nº Procesos
1. Gestión de la integración del proyecto	6
2. Gestión del Alcance del proyecto	6
3. Gestión del Tiempo del Proyecto	7
4. Gestión de los Costes del Proyecto	4
5. Gestión de la Calidad del Proyecto	3
6. Gestión de los Recursos Humanos del Proyecto	4
7. Gestión de las Comunicaciones del Proyecto	3
8. Gestión de los Riesgos del Proyecto	6
9. Gestión de las Adquisiciones del Proyecto	4
10. Gestión de los Interesados del Proyecto	4
Σ	47

La Tabla 2.2 refleja la correspondencia entre *los 47 procesos de la dirección de proyectos dentro de los 5 Grupos de Procesos de la Dirección de Proyectos y las 10 Áreas de Conocimiento de la Dirección de Proyectos (PMBOK 5ªed, 2013).*

Nuevos desarrollos en el sistema de gestión del valor ganado aplicado al proyecto de un buque militar de superficie.

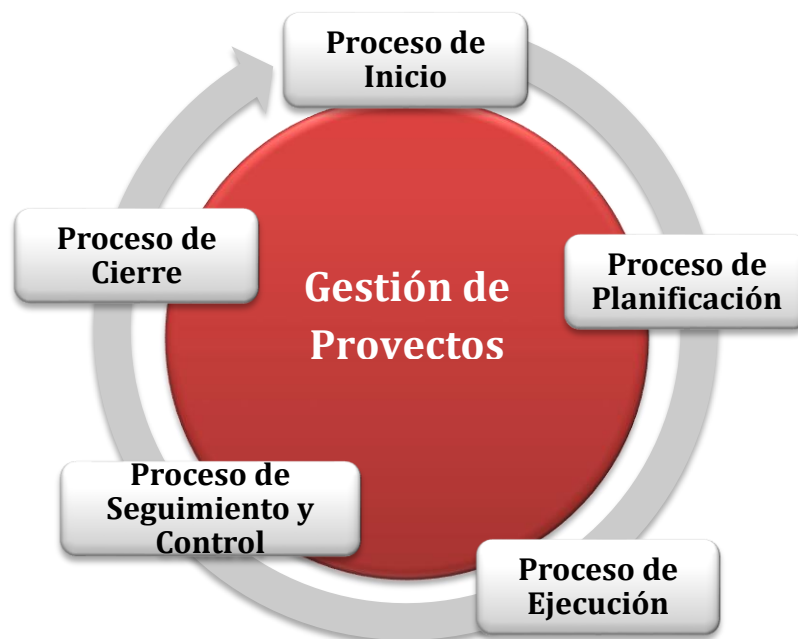
Tabla 2.2: Correspondencia entre Grupos de Procesos y Áreas de Conocimiento de la Dirección de Proyectos (PMBOK 5ªed, 2013).

Áreas de Conocimiento	Grupos de Procesos de la Dirección de Proyectos				
	Grupo de Procesos de Inicio	Grupo de Procesos de Planificación	Grupo de Procesos de Ejecución	Grupo de Procesos de Seguimiento y control	Grupo de Procesos de Cierre
Gestión de la integración del proyecto	1. Desarrollar el Acta de Constitución del Proyecto	3. Desarrollar el Plan para la Dirección del Proyecto	27. Dirigir y Gestionar el Trabajo del Proyecto	35. Supervisar y Controlar el Trabajo del Proyecto 36. Realizar el Control Integrado de Cambios	46. Cerrar Proyecto o Fase
Gestión del Alcance del proyecto		4. Planificar la Gestión del Alcance 5. Recopilar Requisitos 6. Definir el Alcance 7. Crear la EDT/WBS		37. Validar el Alcance 38. Controlar el Alcance	
Gestión del Tiempo del Proyecto		8. Planificar la Gestión del Cronograma 9. Definir las Actividades 10. Secuenciar las Actividades 11. Estimar los Recursos de las Actividades 12. Estimar la Duración de las Actividades 13. Desarrollar el Cronograma		39. Controlar el Cronograma	
Gestión de los Costes del Proyecto		14. Planificar la Gestión de los Costos 15. Estimar los Costos 16. Determinar el Presupuesto		40. Controlar los Costos	
Gestión de la Calidad del Proyecto		17. Planificar la Gestión de la Calidad	28. Aseguramiento de Calidad	41. Controlar la Calidad	
Gestión de los Recursos Humanos del Proyecto		18. Planificar la Gestión de los Recursos Humanos	29. Adquirir el Equipo del Proyecto 30. Desarrollar el Equipo del Proyecto 31. Dirigir el Equipo del Proyecto		
Gestión de las Comunicaciones del Proyecto		19. Planificar la Gestión de las Comunicaciones	32. Gestionar las Comunicaciones	42. Controlar las Comunicaciones	
Gestión de los Riesgos del Proyecto		20. Planificar la Gestión de los Riesgos 21. Identificar los Riesgos 22. Realizar el Análisis Cualitativo de Riesgos 23. Realizar el Análisis Cuantitativo de Riesgos 24. Planificar la Respuesta a los Riesgos		43. Controlar los Riesgos	
Gestión de las Adquisiciones del Proyecto		25. Planificar la Gestión de las Adquisiciones	33. Efectuar las Adquisiciones	44. Controlar las Adquisiciones	47. Cerrar las Adquisiciones
Gestión de los Interesados del Proyecto	2. Identificar a los interesados	26. Planificar la Gestión de los Interesados	34. Gestionar la Participación de los Interesados	45. Controlar la Participación de los Interesados	

4. GRUPOS DE PROCESOS DE LA GESTIÓN DE PROYECTOS EN UN ASTILLERO

En un astillero también se lleva a cabo los grupos de procesos a la hora de la gestión de un proyecto de nueva construcción, una carena,... Por lo que, la gestión de proyectos consta de 5 grupos de procesos, véase la Figura 2.3:

Figura 2.3: Grupos de procesos de un Astillero.



Desde el Presupuesto hasta la Evaluación final del resultado, se completa un círculo que vuelve al principio de modo que la Evaluación del resultado se establece como dato para nuevos Presupuestos y para la Mejora Continua del Proceso.

4.1. Proceso de Inicio

El proceso de inicio consiste en definir las fases en las que estará dividido el buque de nueva construcción, describiendo los recursos necesarios para ejecutar los trabajos involucrados, así como la planificación temporal de los mismos. Cada una de las fases tendrá un presupuesto, al cual se le sumará la reserva de gestión y el beneficio empresarial, obteniendo así un presupuesto total por la ejecución del proyecto.

Nuevos desarrollos en el sistema de gestión del valor ganado aplicado al proyecto de un buque militar de superficie.

El aspecto más significativo de esta primera etapa es el cálculo del presupuesto, ya que en las etapas iniciales de un nuevo proyecto, se caracteriza por ser una labor compleja y con gran impacto sobre el correcto desarrollo del mismo. Un erróneo cálculo inicial de presupuesto puede conllevar la pérdida de contratos, debido a la falta de competitividad, es decir a los elevados precios frente a la competencia, o por el contrario comprometerse con el cliente a unos costes demasiados bajos, y por lo tanto sean imposibles de cumplir, lo que tendría como resultado unas pérdidas inasumibles para la empresa.

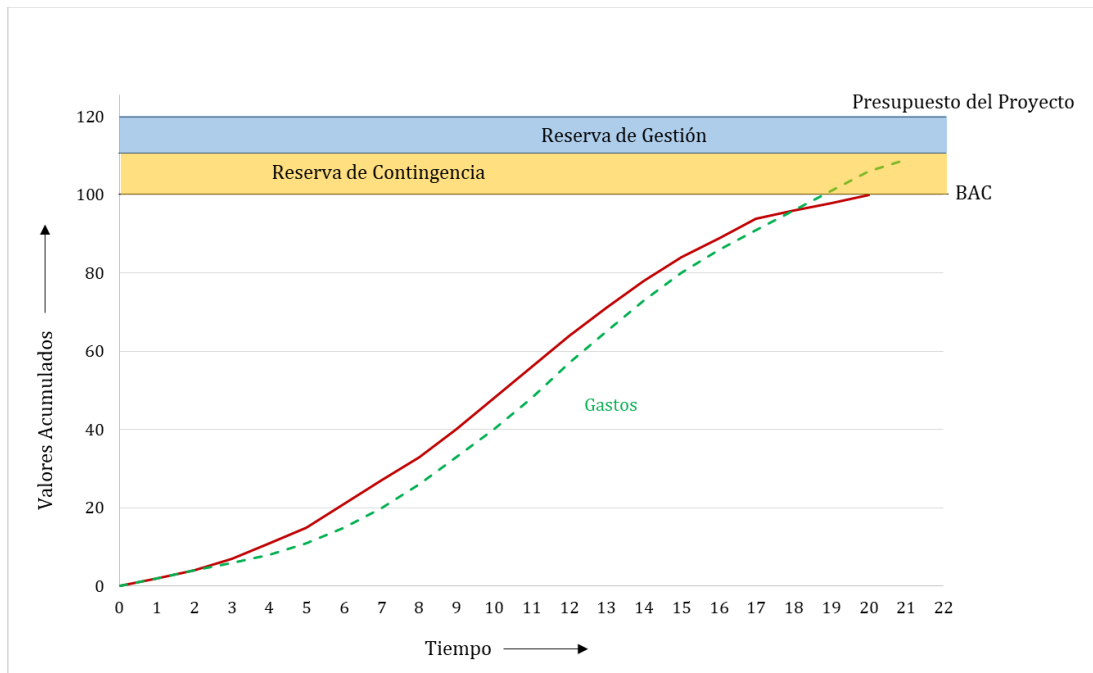
El presupuesto final del proyecto está compuesto por tres partidas (Figura 2.4 y Figura 2.5): el coste del proyecto, por la reserva de gestión que será un 10% del coste del proyecto y por el beneficio que desee la empresa conseguir, normalmente suele ser un 10%. Dicho beneficio dependerá de las condiciones de mercado y de la estrategia que quiera conseguir la empresa.

Figura 2.4: Componentes del Presupuesto del Proyecto.



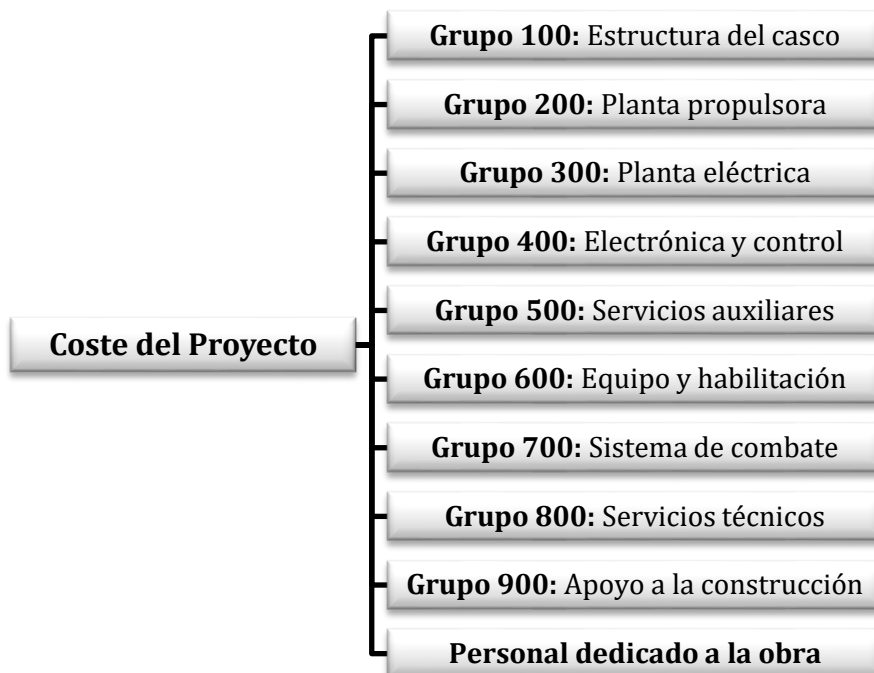
Nuevos desarrollos en el sistema de gestión del valor ganado aplicado al proyecto de un buque militar de superficie.

Figura 2.5: Presupuesto del Proyecto representado por la curva S.



Para el cálculo del coste del proyecto es necesario realizar la mejor estimación presupuestaria de los costes, dichos cálculos serán realizados con las partidas definidas por la US Navy, véase la Figura 2.6.

Figura 2.6: Partidas definidas por la US Navy para el cálculo del presupuesto.



4.2. Proceso de Planificación

Una vez finalizado el proceso de inicio, se desarrolla el proceso de planificación. Los requisitos a cumplir por este proceso son: establecer el alcance del proyecto, refinar los objetivos y definir los procesos necesarios para lograr los objetivos propuestos.

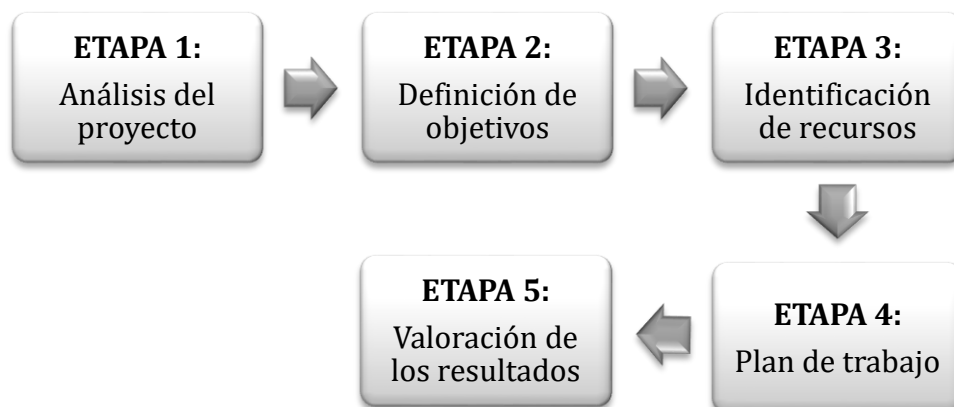
Para cumplir los requisitos de este proceso, será necesario un desarrollo escueto de las actividades en las que se ha dividido la nueva construcción, la distribución de esas actividades en el tiempo y los recursos necesarios para su realización.

La meta de la planificación de proyectos es lograr cumplir con las condiciones exigidas, con una distribución en el tiempo y con unos recursos que disminuyan el coste del proyecto.

Por lo que, la planificación de proyectos es una gestión de recursos y una distribución de actividades, con el menor coste posible, de manera se cumpla con las condiciones exigidas por el cliente.

El proceso de planificación consta de 5 etapas, véase la Figura 2.5:

Figura 2.7: Etapas del proceso de planificación.



4.3. Proceso de Ejecución

Este proceso es muy común que se solape con el proceso de planificación, a medida que este vaya avanzando.

En este proceso, se comienza el desarrollo y la validación de actividades y sub-tareas, logrando así los diferentes objetivos definidos en el proceso anterior.

4.4. Proceso de Seguimiento y Control

Este proceso es el único de toda la gestión de proyectos que se desarrolla durante toda la duración del proyecto, ya que consta del seguimiento y control del proyecto, es decir, consiste en obtener datos del progreso y en el caso de haber problemas, tomar las medidas correctoras que sean necesarias.

4.5. Proceso de Cierre

Es el último proceso desarrollado en la gestión de proyectos, el cual trata de completar las actividades con el objetivo de finalizar.

Una vez finalizado el proyecto, se realiza un estudio cogiendo los valores previstos en el proceso de planificación y lo que realmente ha sucedido, permitiendo observar los errores que se han cometido durante todo el proceso, y aprender para los proyectos futuros.

CAPÍTULO 3. CARACTERÍSTICAS DEL BUQUE DE ESTUDIO

La corbeta es un buque de guerra mediano que posee un desplazamiento entre 1.000 y 2.100 toneladas. Este tipo de buque en la actualidad está destinado a la defensa y vigilancia de las aguas territoriales, y en ocasiones excepcionales, misiones en alta mar por periodos breves. Poseen similitudes con las fragatas, en cuanto a medios de combate y sistemas electrónicos, pero con menor capacidad y autonomía; sin embargo, superan a las lanchas patrulleras y a lanchas rápidas de ataque, que tienen únicamente una capacidad de operación costera.

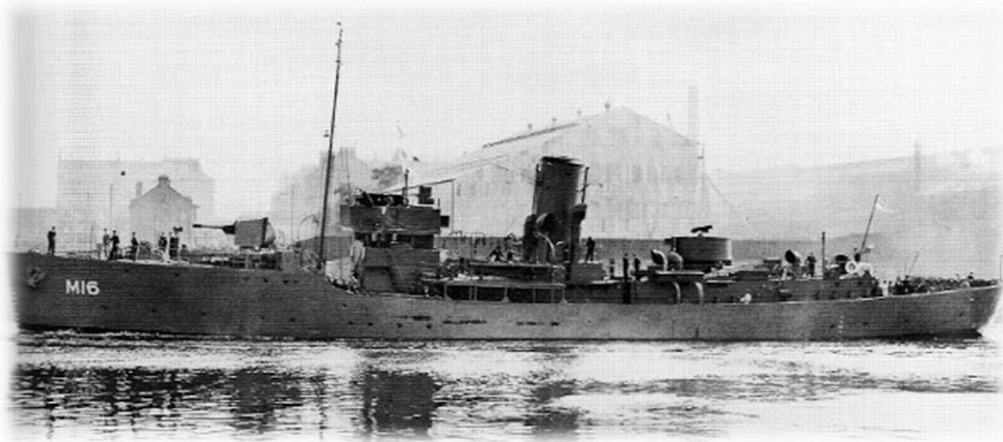
El nombre de corbeta, corresponde a una nomenclatura histórica aplicada a buques con el palo trinquete y mayor con velas cuadras y el palo mesana con vela cangreja y vela escandalosa. Conocidas también como bric-barca, solían poseer una batería de veinte cañones y una sola cubierta de combate.

Estaban destinadas a la exploración dentro de las escuadras de guerra, y en tiempos de paz, vigilancia de aguas litorales y escolta de mercantes. Entraron en desuso a mediados del siglo XIX, y reaparecieron en la Primera Guerra Mundial, a raíz de la necesidad de la Armada Británica de escoltar a sus buques y protegerlos

Nuevos desarrollos en el sistema de gestión del valor ganado aplicado al proyecto de un buque militar de superficie.

de los submarinos alemanes. Se ideó un buque modesto, y más sostenible que los destructores americanos, que únicamente acompañaría a los buques británicos entre puerto y puerto. De este modo, surgieron las corbetas modernas, con un desplazamiento cercano a las 1.000 toneladas, véase la Figura 3.1.

Figura 3.1: Primeras corbetas Clase Flower, M16 HMS Geranium.



Con los éxitos cosechados en la Primera Guerra Mundial, los británicos las mejoraron, construyendo más de 200 buques (Clase Flower) durante la Segunda Guerra Mundial, más versátiles y mejor preparados que la generación anterior y manteniendo un desplazamiento inferior a las 2.000 toneladas (Figura 3.2).

Figura 3.2: Corbetas Clase Flower modificada, K385 HMS Arabis.



Nuevos desarrollos en el sistema de gestión del valor ganado aplicado al proyecto de un buque militar de superficie.

Actualmente, las corbetas, a veces llamadas fragatas ligeras, suelen ir equipadas con sistemas lanzadores de misiles antibuque y antiaéreo, morteros antisubmarinos e incluso tubos lanzatorpedos además sistemas sonar y radar. Por otro lado, los patrulleros no llevan electrónica y armamento tan sofisticado, ya que solo suelen llevar un cañón naval de un calibre de 76mm como máximo y un par de ametralladoras pesadas.

1. BUQUE ESTUDIO

Las corbetas de la serie F-30 (Clase Descubierta), eran buques diseñados y construidos por la E.N. Bazán, utilizando la experiencia adquirida en la fabricación de las corbetas de la clase João Coutinho para la Armada Portuguesa, realizadas con asesoramiento técnico alemán y diseñadas por el ingeniero Rogério de Oliveira. En la Figura 3.3 se puede observar la primera corbeta de la Clase Descubierta.

Figura 3.3: Primera corbeta de la Clase Descubierta, Descubierta F-31.



El origen del proyecto F-30 está en la 2ª fase del Plan Naval de finales de los 60, que preveía la construcción de una serie larga (12 unidades) de escoltas costeros. Tras diversas vicisitudes, la serie a construir se redujo a ocho unidades (más otra que encargó Marruecos, Figura 3.4).

Figura 3.4: Corbeta Clase Descubierta para Marruecos, Teniente Coronel Errahmani F-501.



Sin embargo, las dos últimas unidades de la serie no llegaron a entrar en servicio con la Armada, ya que se cedieron para ser vendidas a Egipto a cambio del compromiso del gobierno de sustituirlas por dos fragatas más de la clase F-80 (que al final acabarían siendo sólo una: la Reina Sofía, F-84). La construcción de estas corbetas, conocidas en la Armada Española como las “hormigas atómicas” por sus altas capacidades, fue un gran impulso internacional para la E.N. Bazán, pues fueron los primeros buques de combate moderno en ser exportados por la misma.

Las F-30 eran unos buques magníficos, con buenas características marineras y un potente armamento; pero capaces de realizar únicamente las funciones para las que fueron diseñadas: la escolta de convoyes en zonas costeras o restringidas. A pesar de esta limitación, impuesta por su pequeño tamaño, la falta de helicóptero, de sistemas de enlace de datos y de sonar de profundidad variable, la escasez de escoltas en la Armada obligó a asignarles frecuentemente misiones de mayor envergadura. Así, durante la Guerra del Golfo, todas las unidades de la serie pasaron por el Mar Rojo, participando en la vigilancia del embargo decretado por Naciones Unidas contra Irak.

Sin embargo, las limitaciones ya expuestas reducen de forma importante su efectividad en el caso de ser asignadas al Grupo de Combate o a flotillas de la OTAN, aunque en alguna ocasión han llegado a participar en la STANAVFORMED. Así mismo, han participado en innumerables maniobras nacionales y de la OTAN, demostrando que son unos magníficos buques costeros, con una limitada capacidad oceánica.

Las F-30 contaban con una importante capacidad de lucha antisuperficie, similar o superior a la de casi todas las fragatas en servicio en el mundo, en esta época. La capacidad antiaérea estaba también al nivel de la mayoría de los buques de mayor porte (aunque en la Armada Española las fragatas de las clases 70 y 80

Nuevos desarrollos en el sistema de gestión del valor ganado aplicado al proyecto de un buque militar de superficie.

cuentan con mayor capacidad antiaérea, gracias al sistema Standard de medio alcance).

Sin embargo, donde más se nota su vocación costera es en la capacidad antisubmarina, donde la falta de un helicóptero y de un sonar de profundidad variable les situaba en una posición inferior a la mayoría de las fragatas al uso. Se puede decir, en conclusión, que las F-30 son buques de altas capacidades, con un razonable margen de vida disponible, y que cumplían con brillantez con su papel en aguas restringidas (como el estrecho de Gibraltar, el Mediterráneo occidental o, incluso, el Mar Rojo o el Adriático). Así mismo, podían actuar perfectamente en zonas costeras del archipiélago canario, pero ni por su tamaño ni por sus medios electrónicos pueden compararse a sus hermanas mayores de las series 70, 80 o, en el futuro, a la F-100 y F-110.

Estos buques, clasificados por la OTAN como fragatas ligeras, han sido remodelados y adaptados a otros cometidos como, buque de mando de la flotilla de MCM (Medidas Contra Minas) o patrulleros de altura, véase la Figura 3.5.

Figura 3.5: Corbeta reclasificada en Patrullero de altura, Infanta Elena P-76.



2. BUQUES CONTRUIDOS DE LA CLASE DESCUBIERTA

Como se observa en la Tabla 3.1, se construyeron nueve corbetas de la clase descubierta, ocho para España, de los cuales dos no entraron en servicio y fueron vendidos a Egipto, y uno para Marruecos.

Nuevos desarrollos en el sistema de gestión del valor ganado aplicado al proyecto de un buque militar de superficie.

Tabla 3.3.1: Buques construidos de la Clase Descubierta.

País	Nombre	Numeral	Astillero	Observaciones
	<i>Descubierta</i>	F-31	Bazán Cartagena	Desguazada
	<i>Diana</i>	F-32	Bazán Cartagena	Desguazada en 2017
	<i>Infanta Elena</i>	F-33	Bazán Cartagena	Reclasificada como patrullero de altura
	<i>Infanta Cristina</i>	F-34	Bazán Cartagena	Reclasificada como patrullero de altura
	<i>Cazadora</i>	F-35	Bazán Ferrol	En espera de destino
	<i>Vencedora</i>	F-36	Bazán Ferrol	Fuera de servicio, 25 de Noviembre de 2016
	<i>Centinela</i>	F-37	Bazán Ferrol	Vendida a Egipto
	<i>Serviola</i>	F-38	Bazán Ferrol	Vendida a Egipto
	<i>El Suez</i>	F-941	Bazán Ferrol reformada en Bazán Cartagena	En servicio
	<i>El Aboukir</i>	F-946	Bazán Ferrol reformada en Bazán Cartagena	En servicio
	<i>Teniente Coronel Errahmani</i>	F-501	Bazán Ferrol	En servicio

3. ESPECIFICACIONES BUQUE ESTUDIO

El buque estudio es la primera unidad de una serie de 9 corbetas, llamada Descubierta (F-31), construida en el astillero Nacional Bazán Cartagena (actualmente Navantia). Esta corbeta fue botada el 8 de Julio de 1975 y dada de alta el 18 de noviembre de 1978, para formar parte de la 21ª Escuadrilla de Escoltas. El 5 de junio de 2000, paso de ser F-31 a P-75, desde este momento quedó reclasificada como patrullero de altura. Después de 31 años de servicio en la Armada, fue dada de baja el 30 de junio de 2009. Y dos años después, fue desguazada.

Según la *Revista Naval* (Sánchez J., Archivo 2001-2003) las características generales del buque estudio son:

- **Desplazamiento:**
 - estándar: 1.233 T.
 - a plena carga: 1.666 T.

- **Dimensiones:**
 - Eslora: 88,88 m.
 - Eslora entre perpendiculares: 85 m.
 - Manga: 10,4 m.
 - Calado máximo: 5,2 m (con sonar; 3,78 m (sin sonar)).
 - Puntal: 6,2 m
 - Tripulación: 115 tripulantes.
- **Velocidad:**
 - Velocidad máxima intermitente: 26,2 nudos.
 - Velocidad máxima continua: 24,8 nudos.
 - Velocidad de crucero: 18 nudos (con dos motores).
- **Autonomía:**
 - Autonomía: 4.000 millas a 18 nudos o 7.500 millas a 12 nudos.
 - Autonomía en víveres: 25 días.
- **Propulsión:**
 - CODAG: cuatro motores diésel, MTU.
 - Potencia total continua: 16.000 cv.
 - Hélices: 2 Escher Wyss de paso variable.
 - Potencia eléctrica: 1.680 kW

Las corbetas cuentan con la combinación artillería/misiles para hacer frente a cualquier tipo de aeronave enemiga.

- **Armamento:**
 - Superficie-superficie:
 - 8 misiles antibuque RGM-84 Harpoon.
 - Superficie-aire:
 - 1 lanzador óctuple Mk. 57 Sea Sparrow con 24 misiles Sea Sparrow.
 - Artillería:
 - 1 cañón OTO-Melara Compatto de 76/62 mm compact de doble función antiaéreo y antiperficie.
 - 2 cañones antiaéreos Bazán-Breda-Bofors de 40/70 mm.
 - Antisubmarino:
 - 2 montajes triples de torpedos antisubmarinos ASW de 325 mm.
 - 1 lanzados doble de cohetes antisubmarinos Bofors SR375, de 375 mm (24 cohetes).
 - Señuelos:
 - 2 sistemas séxtuples por banda Súper RBOC Mk. 36 de 130 mm.

- **Sensores:**
 - Radar de exploración aéreo: HSA DA.05/2.
 - Radar de exploración de superficie: HSA ZW.06.
 - Radar de control de tiro: HSA WZ.25 CAS.
 - Radar de navegación: KODEN IFF, Mk.XII en el radar aéreo DA.05/2.
 - Sónar: Raytheon DE-1160B (domo bajo el casco).
- **Electrónica:**
 - Elsag Mk-1000.
 - Ceselsa Deneb (ESM).
 - Ceselsa Elnath (comunicaciones).
 - Ceselsa Canopus (ECM-ruido/decepción).
 - AN/SLQ-25 Nixie (antitorpedo).

4. ¿POR QUÉ LA NECESIDAD DE UN SISTEMA DE CONTROL EN ESTE TIPO DE PROYECTO?

Los proyectos tienden a disponer, cada vez con mayor frecuencia, de menos recursos, debido a la escasez que hay hoy en día. Por lo que requieren ser ejecutados al menor coste posible y en el plazo de tiempo más corto que se pueda.

Es cierto, que cualquier proyecto, tenga la envergadura que tenga, se ve constantemente acosado e influenciado por elementos tanto internos como externos, viéndose afectadas las tres variables principales: alcance, coste y tiempo. Por lo que, frecuentemente surgen cambios de alcance y de calidad, tanto en la ejecución del proyecto como en los costes que forman el presupuesto.

Efectivamente, se puede decir, que todo proyecto está limitado por el alcance, el coste y el tiempo, ya que estas tres variables están continuamente en equilibrio. Esto quiere decir, que cada vez que una cambia, las otras también lo hacen, buscando su equilibrio.

Por lo tanto, para controlar estos constantes cambios es necesario utilizar un sistema de control con las propiedades del EVMS, ya que nos permitirá aplicar de inmediato medidas correctivas para corregir las desviaciones que presente el proyecto.

CAPÍTULO 4. SISTEMA DE GESTIÓN DEL VALOR GANADO Y PLANIFICACIÓN GANADA (EVMS/ES)

Un sistema de gestión del valor añadido (EVMS) para el control de proyectos, integrará de forma efectiva el alcance de trabajo de un programa con los elementos de planificación y coste para una planificación y control óptimos del programa. El propósito principal del sistema es apoyar la gestión del programa. El sistema pertenece a la empresa y se rige por las políticas y procedimientos de la empresa. Los conceptos básicos de un EVMS son:

- Planificar todo el alcance del trabajo para el programa hasta su finalización.
- Integrar el alcance del trabajo del programa, el cronograma y los objetivos de costos en un plan de Línea Base con respecto al cual se puedan medir los logros.
- Evaluar objetivamente los logros a nivel de desempeño laboral.
- Analizar las variaciones significativas de los impactos del plan y pronosticarlas.
- Proporcionar datos a los niveles superiores para la toma de decisiones de gestión y la implementación de acciones de gestión.

La esencia del manejo del valor ganado es que, en algún nivel de detalle apropiado para el grado de riesgo o incertidumbre técnica, de cronograma y de costo asociado con el programa, se establece un valor objetivo (por ejemplo, presupuesto) para cada elemento programado del trabajo. A medida que estos elementos de trabajo se completan, sus valores objetivos se "ganan". Como tal, el progreso del trabajo se cuantifica y el valor ganado se convierte en una métrica contra la cual medir tanto lo que se gastó para realizar el trabajo como lo que se programó para haber sido cumplido.

Las desviaciones de fecha, que no pueden verse en un presupuesto autónomo frente a un sistema de seguimiento de costes reales, se aíslan y cuantifican, y las desviaciones de coste son desviaciones de coste reales que no se distorsionan por el rendimiento de la fecha. Esto permite identificar tempranamente las tendencias de desempeño y las desviaciones del plan de manejo, y permite la toma de decisiones de manejo mientras hay tiempo suficiente para implementar acciones correctivas efectivas. Sin el valor de terminación, sólo se pueden comparar los gastos planificados con lo que se ha gastado, lo que no proporciona una indicación objetiva de cuánto trabajo planificado se ha realizado realmente.

Para que los beneficios del valor ganado se materialicen plenamente, se necesita una planificación minuciosa, combinada con el establecimiento y mantenimiento disciplinado de una base de referencia para la medición del desempeño. La combinación de la planificación anticipada, el mantenimiento de la línea de base y el análisis del valor ganado proporcionan una visibilidad más temprana y mejor del rendimiento del programa que la que proporcionan los métodos no integrados de planificación y control.

1. ANTECEDENTES HISTÓRICOS

La aparición del concepto de Valor Ganado se remonta a principios del siglo XX, originado por ingenieros industriales de fábricas, los cuales comparaban sus estándares ganados contra los costes reales incurridos y contra los estándares originales planeados, evaluando así los resultados del programa. Estos esfuerzos proporcionaban valor ganado en su forma más básica. Para determinar si se utilizaba o no el concepto de valor ganado, se calculaba una desviación de costes, definida como la diferencia de los costes reales gastados y los estándares ganados en la fábrica.

En 1957, fue introducida por la Marina de los Estados Unidos la Técnica de Evaluación y Revisión de Programas (PERT) para apoyar el desarrollo de su programa de misiles Polaris. El diagrama PERT intentó simular el trabajo necesario para desarrollar el misil Polaris creando una red lógica de eventos secuenciales

dependientes. El enfoque inicial del PERT se centró en la gestión del tiempo y en predecir la probabilidad de éxito del programa. Pero antes de que el diagrama PERT fuera aceptado por la gerencia del programa en la industria, la Fuerza Aérea de los EE.UU. propuso una extensión del PERT agregando estimaciones de recursos a las redes lógicas. Así nació en 1963 el PERT/Cost, y el PERT inicial se conoció posteriormente como PERT/Time.

La importancia del PERT/Cost no fue la técnica, sino lo que evolucionó a partir de ella. El concepto de medición del valor ganado se introdujo por primera vez en la comunidad de contratistas de defensa de los Estados Unidos cuando el gobierno publicó la Guía de PERT/Cost del Departamento de Defensa (D.o.D) y National Aeronautics and Space Administration (N.A.S.A) en 1963, que proporcionaba una definición simple del valor ganado. En lugar de relacionar los planes de costos con los costos reales, que habían sido la costumbre, PERT/Costes relacionó el valor del trabajo físico realizado con los costos reales para determinar la utilidad y los beneficios de los fondos gastados. Lo que se logró físicamente para lo que se gastó, fue un nuevo concepto simple pero fundamentalmente importante en la gestión de programas.

Por varias razones, el U.S. Department of Defense (D.o.D) o Departamento de Defensa de los Estados Unidos abandonó la técnica PERT/Cost a mediados de la década de 1960. Poco después, en 1967 adoptó el Método del Valor Ganado como método habitual para el control y seguimiento de sus proyectos durante las siguientes tres décadas, bajo las siglas C./S.C.S.C. o Cost/Schedule Control Systems Criteria, en el que se imponían 35 criterios (Christensen, 1998; Hayes, 2001).

Con el paso de los años, el Método del Valor Ganado no pasaría inadvertido para el P.M.I. o Project Management Institute, considerada la organización referente en el estudio y análisis de todos los aspectos que puedan ejercer mayor o menor influencia en la dirección de proyectos. En 1987, la primera versión de la que más tarde se llamaría Guía del P.M.B.O.K (Project Management Body of Knowledge) incluiría algunas referencias a la aplicación del Método del Valor Ganado en los proyectos.

Sin embargo, había que esperar al año 1996 para su inclusión oficial en la Guía como herramienta de comunicación con los interesados del proyecto (Stakeholders).

Finalmente, el Método del Valor Ganado alcanzaría el carácter de normativa oficial en el año 1998 con la designación A.N.S.I./E.I.A. 748, tras su aprobación por el American National Standards Institute (A.N.S.I) y la Electronics Industry Association (E.I.A.). Dicha normativa contaba con 32 criterios aplicables mucho más completos que el método implantado previamente en el año 1967.

La normativa no solo permitió la aplicación homogénea del Método del Valor Ganado, sino que popularizó el método entre proyectistas de todo el mundo, en especial en Estados Unidos, siendo obligatorio para la adjudicación de contratos públicos a partir del año 1999 con la National Aeronautics and Space Administration (N.A.S.A), el U.S. Department of Energy (D.o.E.) y el D.o.D. mencionado con anterioridad.

Lejos de quedarse atrás, el P.M.I. desarrolló y publicó una versión práctica del Estándar del Valor Ganado en el año 2005, en parte debido al aumento y endurecimiento de las auditorías en las empresas. En el año 2011 el P.M.I. actualizaría el estándar, publicando una segunda versión vinculada a la norma A.N.S.I./E.I.A., incluyendo en los apéndices el concepto introducido por Walter Lipke, conocido como Earned Schedule (E.S.) o Programación Ganada, en la que se aplica el valor ganado al cronograma del proyecto (Lipke 2003, 2004, 2009). A su vez, la normativa A.N.S.I./E.I.A. experimentó una serie de pequeñas modificaciones en el año 2013, incorporando cuentas de control (Christensen, 1998).

En la actualidad, el método se ha extendido a todo tipo de proyectos, desde aquellos puramente tecnológicos a proyectos constructivos o del sector de la alimentación siendo una práctica habitual que permite garantizar el éxito en el seguimiento de los proyectos, independientemente del tamaño de los mismos. Además, el método es aplicable a cada uno de los capítulos del proyecto por separado en función de lo definido en la Estructura de Descomposición del Trabajo (E.D.T.), o bien se puede aplicar a la totalidad del mismo.

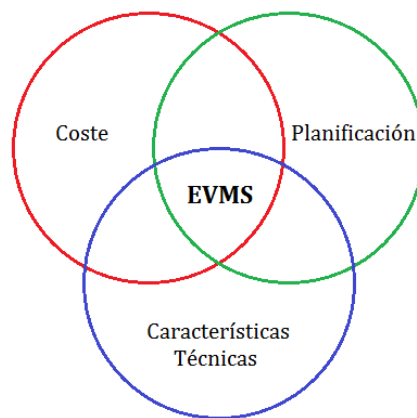
De hecho, se tiene constancia de la aplicación del método para la dirección de programas y portafolios, incluyendo en los mismos todos los controles de los proyectos y programas que lo integran por separado. Como ejemplo, en enero de 1991 la aplicación del Método del Valor Ganado permitió cancelar el desarrollo del bombardero furtivo estadounidense A-12 Avenger II, con un coste unitario estimado de 165 millones de dólares, tras comprobar que el proyecto no podría finalizar en el tiempo estimado y los sobrecostes elevarían notablemente el precio de cada unidad (Christensen et al, 1995).

Por último, cabe destacar que independientemente del tipo de ciclo de vida del proyecto (predictivo, adaptativo o iterativo) o la posible aplicación de metodologías ágiles, el Método del Valor Ganado ofrece resultados satisfactorios en los proyectos en los que se aplica (Rusk, 2009)

2. ¿QUÉ ES EARNED VALUE MANAGEMENT SYSTEM?

"La Gestión del Valor Ganado es una metodología que combina medidas de alcance, cronograma y recursos para evaluar el desempeño y el avance del proyecto. La Gestión del Valor Ganado (EVM, por sus siglas en inglés) acentúa la planificación e integración del desempeño técnico, del coste y del cronograma de un proyecto, para apoyar las decisiones tomadas en el programa" (DSMC, 2001). La Figura 4.1 muestra esta relación:

Figura 4.1: La gestión del valor añadido como herramienta integradora.



La EVM es una correlación tridimensional entre lo planeado, el trabajo realmente realizado y los costes reales cometidos en el proyecto con el fin de pronosticar los costes estimados de finalización, las fechas de finalización y la eficiencia de los planes de acción correctiva. El valor ganado es la medida de lo que se recibió físicamente por lo que realmente se gastó, o el valor del trabajo realizado.

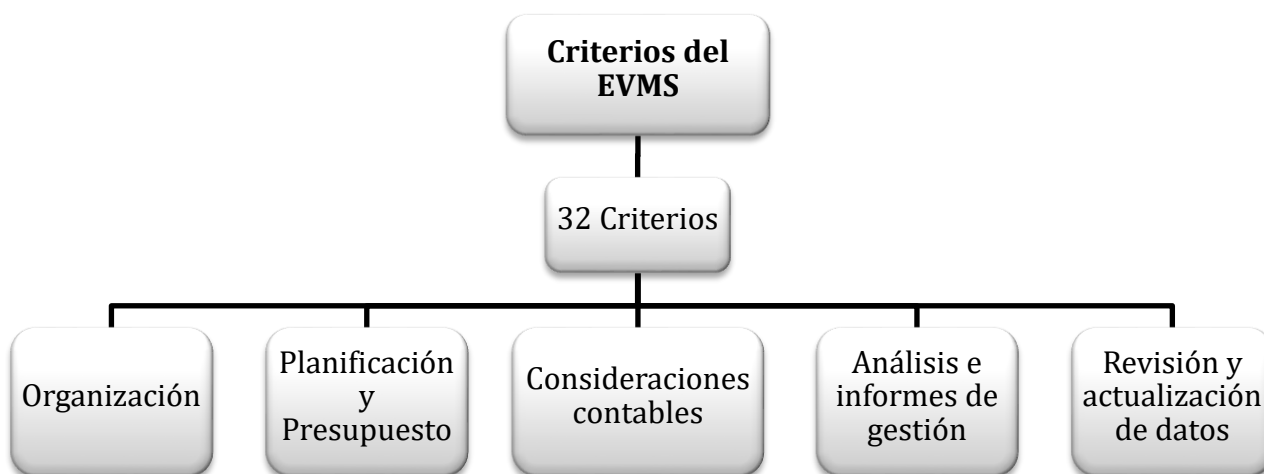
El concepto de valor ganado ha pasado por varios títulos, incluyendo los estándares de las fábricas industriales, la gestión del valor ganado, la medición del rendimiento, los Criterios de los Sistemas de Control de Costos y Horarios (C/SCSC), así como la Técnica de Evaluación y Revisión de Programas (PERT). Independientemente del término utilizado, el enfoque del valor ganado ha sido consistente: *"la medición precisa de los trabajos en curso en comparación con un plan detallado para indicar lo que sucederá con los trabajos en el proyecto en el futuro"* (Fleming et al, 1996).

3. CRITERIOS DEL SISTEMA DE GESTIÓN DEL VALOR AÑADIDO

Para establecer y aplicar el EVMS integrado, a partir de la normativa A.N.S.I./E.I.A. 748 se han de seguir 32 criterios, los cuales han sido aceptados internacionalmente. Estos criterios se expresan en términos fundamentales y proporcionan flexibilidad para que cada empresa optimice su sistema y sea plenamente responsable de la eficacia de su uso.

Los criterios se agrupan en 5 categorías principales, véase la Figura 4.2.

Figura 4.2: Clasificación principal de los Criterios de aplicación al EVMS.



Cada uno de los criterios se refiere a un principio necesario para la gestión eficaz de un proyecto.

Los 32 criterios se encuentran desarrollados más a fondo en el Anexo A. En este apartado se dará una visión general más amplia de las principales categorías para describir el proceso de implementación.

3.1. Organización

La capacidad del director de proyecto para definir y controlar el alcance total del trabajo de un proyecto es un elemento clave para su éxito. El alcance de un proyecto, sin embargo, puede ser diferente entre las distintas partes involucradas. Si bien todos pueden estar de acuerdo en cuál debe ser el resultado, la participación específica de cada individuo varía según la naturaleza del trabajo que vaya a realizar. Un subcontratista, por ejemplo, entiende el alcance de su trabajo

con un grado de detalle mucho menor que el contratista principal. A medida que se define el alcance, es importante que todos los involucrados tengan un claro entendimiento de las tareas necesarias para completar el proyecto.

"Cuando hay una definición deficiente del alcance, se puede esperar que los costos finales del proyecto sean más altos debido a los inevitables cambios que interrumpen el ritmo del proyecto, causan reprocesos, aumentan el tiempo del proyecto y disminuyen la productividad y la moral de la fuerza de trabajo" Si el alcance del trabajo no se define con precisión o no se comunica a todos los involucrados, entonces el resultado del proyecto no será el esperado. En consecuencia, sin una línea base que permita medir el alcance, no es posible distinguir entre los cambios de alcance y el desarrollo del proyecto. En pocas palabras, sin un ámbito de trabajo bien definido, no se puede distinguir entre el trabajo acordado y cualquier trabajo adicional que pueda surgir. Por lo tanto, es esencial definir adecuadamente el alcance total del trabajo de los proyectos a fin de establecer una línea base contra la cual utilizar el análisis de valor ganado.

3.2. Planificación y presupuesto

Después de la organización, el siguiente paso incorpora la planificación de las actividades del proyecto dentro de las cuentas de control, secuenciándolas lógicamente en una programación del proyecto, y luego asignando un presupuesto estimado a esa actividad.

3.2.1. Planificación y programación de los paquetes de trabajo

Los paquetes de trabajo se definen como subdivisiones naturales de una cuenta asociada que representan una determinada asignación de trabajo o actividad laboral. Los paquetes de trabajo también representan los componentes básicos utilizados en la planificación, el control y la medición del rendimiento del proyecto. Como se indica en la guía de implementación de Earned Value Management, un paquete de trabajo debe tener las siguientes características:

- Representa las unidades de trabajo en los niveles en los que se realiza el trabajo.
- Se distingue claramente de todos los demás paquetes de trabajo.
- Se puede asignar a un único elemento organizativo.
- Tiene fechas programadas de inicio y finalización y, según corresponda, hitos intermedios, todos los cuales son representativos de la realización física.
- Tiene un presupuesto o valor asignado expresado en dólares, horas-hombre u otras unidades medibles.

Nuevos desarrollos en el sistema de gestión del valor ganado aplicado al proyecto de un buque militar de superficie.

- Su duración se limita a un período de tiempo relativamente corto o está subdividido por hitos de valor discreto para facilitar la medición objetiva del trabajo realizado.
- Se integra con la ingeniería de detalle, fabricación, u otros programas.

Dado que el paquete de trabajo es el nivel más bajo en el que normalmente se analizan los datos de rendimiento, es importante equilibrar su duración y alcance con la duración del ciclo de presentación de informes. Cuando se utilizan paquetes de trabajo de mayor duración, es más difícil determinar el estado debido al volumen de trabajo involucrado. Por otra parte, cuando los paquetes de trabajo se definen con un nivel de detalle demasiado bajo, la carga administrativa que supone el seguimiento del trabajo puede ser excesiva. Finalmente, para cada paquete de trabajo, los hitos, metas de desempeño técnico u otros indicadores que se utilizarán para medir el desempeño deben ser identificados en la fase inicial de planificación.

3.2.2. Programación

Es esencial que un proyecto que emplee el concepto de valor ganado tenga como mínimo un cronograma maestro del proyecto, estableciendo así una línea de base con la que se pueda comparar el rendimiento futuro. El calendario maestro y los calendarios subordinados de un proyecto deben estar relacionados con los niveles de trabajo identificados por el PEP, como se muestra en la Figura 3.3. Aunque cualquier técnica de programación funcionará, generalmente se utiliza un método de ruta crítica (CPM). Con la secuencia en fases temporales que ofrece la RPC, el valor presupuestado para cada paquete de trabajo planificado puede alinearse para establecer la línea de base de la medición del desempeño. Con cualquier proyecto, siempre habrá una compensación entre el costo, el cronograma y el rendimiento. "El mejor cronograma apoya la mejor compensación entre estas demandas en competencia, teniendo en cuenta los riesgos asociados con cada compensación y el impacto en el programa en general".

3.2.3. Estimación y presupuesto de los recursos del proyecto

Después de planificar y programar las actividades necesarias para completar el proyecto, el siguiente paso es establecer un presupuesto de la obra. Para elaborar un presupuesto, hay que prever los recursos que requerirá el proyecto, las cantidades necesarias, cuándo se necesitarán y cuánto costarán. Dependiendo de los recursos a ser rastreados, el presupuesto puede ser expresado en cualquier unidad monetaria, laboral u otra unidad medible. La planificación y la elaboración del presupuesto pueden realizarse tanto a nivel de resumen como a nivel de detalle. Por lo tanto, existen dos estrategias diferentes para generar un presupuesto: métodos descendentes y ascendentes.

Nuevos desarrollos en el sistema de gestión del valor ganado aplicado al proyecto de un buque militar de superficie.

En el método descendente, los presupuestos se fijan inicialmente a un nivel superior y luego se desglosan en estimaciones presupuestarias para tareas y paquetes de trabajo específicos. Sin embargo, según Fleming y Koppelman, "...la línea de base del proyecto debe ser creada a partir de una planificación detallada de abajo hacia arriba.

En el método ascendente, las órdenes de entrega y los presupuestos para elementos PEP individuales se construyen creando así un presupuesto más preciso en comparación con el método descendente. Estos presupuestos resultantes se recogen, o "enrollan", para establecer el presupuesto final del proyecto.

3.2.4. Establecimiento de la línea base

Uno de los factores clave en la utilización de la Gestión del Valor Agregado es la creación de una línea de base de desempeño. Cuando un proyecto está en proceso, los costes se producen debido al consumo de recursos relacionados con la finalización del trabajo. Para determinar qué tan bien lo está haciendo el proyecto, se requiere una comparación con el plan original. Una vez planificados los paquetes de trabajo con respecto al tiempo y al presupuesto, se puede crear una línea de base como base para esta comparación. Como se identificó anteriormente, este plan presupuestario por etapas se conoce como la línea de base de la medición del desempeño.

3.3. Consideraciones contables

La incorporación de datos de costes reales en un sistema de gestión del trabajo se denomina contabilidad. La preocupación principal con el aspecto contable del concepto de valor de terminación es la acumulación y la notificación de costes con exactitud. Los costos de un proyecto pueden ser incurridos a través de mano de obra, materiales, equipos, subcontratos y otros costos directos o indirectos. En preparación para el análisis, los costes deben aplicarse correctamente a los paquetes de trabajo adecuados para facilitar la integración tanto por parte del WBS como del OBS.

3.4. Análisis

La última fase de Earned Value Management es controlar el desempeño contra la línea base durante la duración del proyecto. Para controlar este progreso, la gerencia debe calcular y analizar las variaciones e índices. Periódicamente, se debe hacer un pronóstico de los costos finales, la eficiencia requerida para lograr

estos costos y una fecha estimada de finalización, y compararla con los objetivos del proyecto. Al interpretar los resultados de este análisis y los pronósticos, puede ser necesario tomar medidas de gestión para mantener el costo final del proyecto y el cronograma dentro de los objetivos deseados.

Como se definirá más adelante, los elementos clave del valor ganado son, PV, EV y AC, estos parámetros se determinan para cada tarea y una comparación de estos elementos proporciona una medida del rendimiento de los plazos y los costes. Sin embargo, estas mediciones deben ser tratadas con cautela, ya que sólo son indicadores de la eficiencia o el rendimiento de un proyecto. Por lo tanto, sólo deben utilizarse como uno de los muchos factores en los que los gestores de proyectos basan sus decisiones, y sólo después de interpretar toda la información pertinente.

Cuando se analizan adecuadamente, las medidas de rendimiento indican dónde se producen las deficiencias y dónde se necesitan recursos adicionales, medidas de gestión u otro tipo de apoyo para superar el problema. Además, también pueden prever simultáneamente lo que puede suceder con un proyecto si no se toman tales medidas correctivas.

3.5. Revisiones

Aunque el alcance del trabajo y la estructura del desglose del trabajo para un proyecto pueden estar bien definidos, es raro que la línea base al final del proyecto sea la misma que al principio. Hay muchos factores que se encuentran a lo largo de la construcción de un proyecto y que pueden afectar a esta línea. Una causa típica de la necesidad de revisar la línea base es un cambio en el alcance del trabajo. Es esencial que los cambios en la línea base se documenten y controlen a fin de distinguir entre el trabajo original y el nuevo si surge la necesidad.

4. FORMULACIÓN CLÁSICA EVMS

4.1. Componentes básicos del EVMS

El EVMS permite evaluar el comportamiento de un proyecto mediante la utilización de cuatro parámetros principales, tales como, el valor planificado, el presupuesto de finalización, el coste real y el valor ganado. A partir de estos valores se pueden obtener otros indicadores más complejos.

4.1.1. Valor planificado

El Valor Planificado (PV, Planned Value) es el presupuesto base de referencia (Gráfica 4.1) y coincide con el aprobado para llevar a cabo una actividad, un paquete de trabajos o la totalidad del proyecto. Puede ser visto como el valor que se obtuvo en función de los logros de trabajo del proyecto, hasta un punto dado en el tiempo. El valor planificado acumulado a lo largo del tiempo se conoce como coste presupuestado del trabajo programado (BCWS, Budgeted Cost of Work Scheduled) y su representación gráfica se denomina curva S.

A la hora de representar la línea base, el eje de ordenadas (eje Y) puede venir dado en diferentes unidades, como puede ser en coste-horario, coste-monetario o incluso puede venir en porcentaje, para calcular el porcentaje del avance planificado se utilizará la ecuación (1), que es el valor planificado acumulado entre el presupuesto total.

$$\%Avance\ Planificado = \frac{PV}{BAC} \quad (1)$$

4.1.2. Presupuesto completo/ Presupuesto de finalización

El presupuesto de finalización (BAC, Budget at Completion) es la línea base del presupuesto total de la actividad, paquete de trabajo, o proyecto (Gráfica 4.1). Este valor coincide con el sumatorio del valor planificado desde el inicio hasta el final del proyecto y con el último punto de la curva S.

$$BAC = \sum PV \quad (2)$$

En la Gráfica 5.1, como se ve el BAC = 100 y coincide con el último punto de la línea base.

4.1.3. Coste real

El Coste Actual (AC, Actual Cost) o Coste Actual del Trabajo Realizado (ACWP, Actual Cost of Work Performed) es el coste real realizado por el trabajo hecho hasta la fecha. Es decir, es el coste total que se ha gastado para llevar a cabo el trabajo medido por el Valor ganado (EV).

Como se observa en la Gráfica 4.1, el proyecto tiene un coste actual AC = 40, siendo el valor planificado hasta la fecha de PV = 48.

Nuevos desarrollos en el sistema de gestión del valor ganado aplicado al proyecto de un buque militar de superficie.

4.1.4. Valor ganado

El Valor Ganado (EV, Earned Value) o el coste presupuestado del trabajo realizado (BCWP, Budgeted Cost of Work Performed) es el valor de los trabajos realizados hasta un instante temporal de acuerdo con el presupuesto inicial, por lo que representa la cantidad presupuestada para realizar el trabajo que se ha realizado hasta ese instante.

$$EV = BAC \cdot \%Avance Real \quad (3)$$

Donde:

% Avance Real: es el porcentaje de avance que lleva el proyecto en Time Now. No tiene por qué coincidir con el avance correspondiente al valor del AC.

Es decir, el valor ganado de un proyecto es la suma de los valores ganados de cada una de sus subtareas, y el valor ganado de una subtarea se obtiene multiplicando el presupuesto inicial total de esa subtarea por el porcentaje que se ha completado de la misma.

Como se observa en la Tabla 4.1, el %Avance Planificado tiene unos valores muy diferentes al %Avance Real, por lo que el Valor Ganado, está muy por debajo del Valor planificado, esto quiero decir que el proyecto va retrasado respecto a lo planificado.

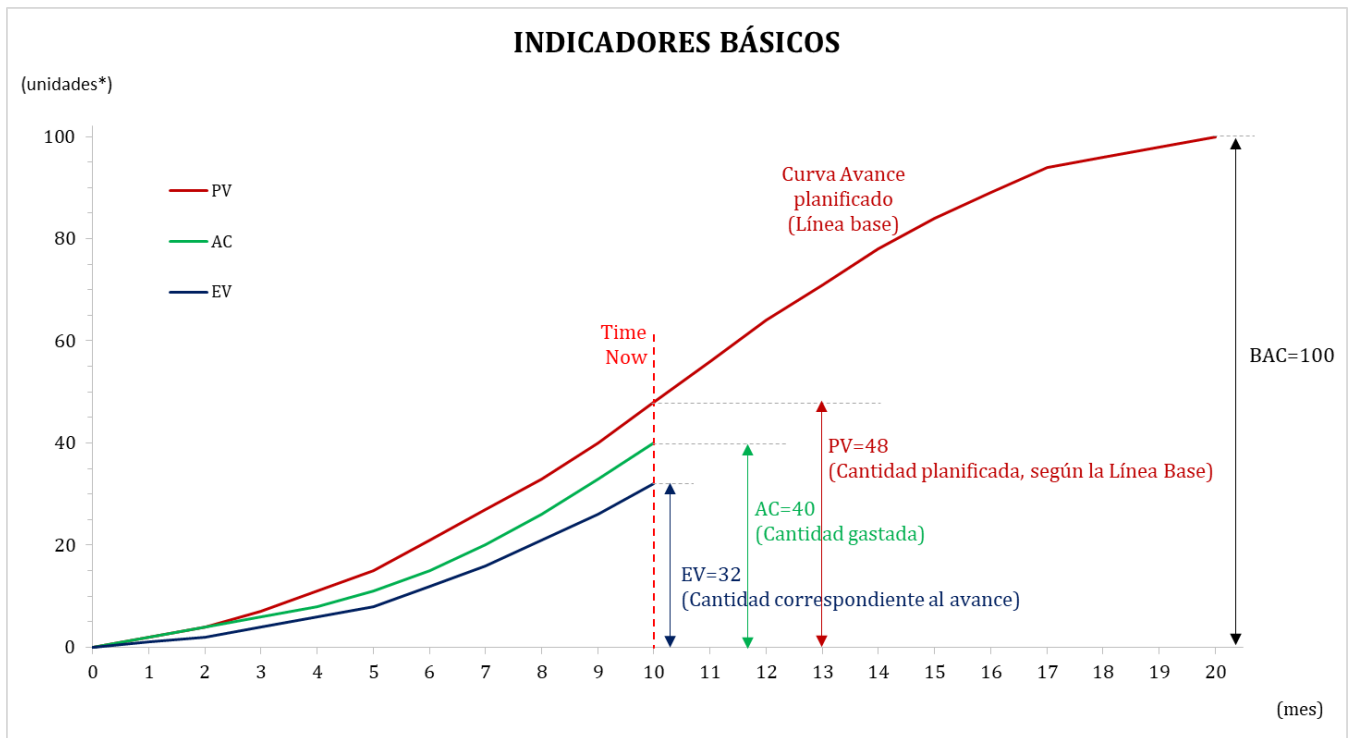
Tabla 4.1: Indicadores básicos del EVMS.

MES	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
PV	0	2	4	7	11	15	21	27	33	40	48
%Av. Plan.	0%	2%	4%	7%	11%	15%	21%	27%	33%	40%	48%
%Av. Real	0%	1%	2%	4%	6%	8%	12%	16%	21%	26%	32%
EV	0	1	2	4	6	8	12	16	21	26	32
AC	0	2	4	6	8	11	15	20	26	33	40

En la Gráfica 4.1, se representan todos los indicadores básicos del EVMS descritos anteriormente. Dicha representación ayuda de una forma visual al entendimiento de estos cuatro primeros indicadores básicos. Los datos usados para realizar el ejemplo son de “*El desempeño del proyecto más allá de la fecha de conclusión programada*” (Menezes, Anderson César).

Nuevos desarrollos en el sistema de gestión del valor ganado aplicado al proyecto de un buque militar de superficie.

Gráfica 4.1: Indicadores básicos del EVMS.



4.2. Desviaciones del proyecto

En dicho método existen dos indicadores para conocer las desviaciones del proyecto, uno para las desviaciones en plazo y otro para las desviaciones en coste.

4.2.1. Variación del coste

La Variación del Coste (CV, Cost Variance) refleja la desviación del coste del proyecto, comparando el valor ganado con respecto al coste real del mismo. Es decir, permite conocer si el proyecto presenta sobrecostes o por el contrario se encuentra por debajo del presupuesto planificado en una fecha dada.

$$CV = EV - AC \quad (4)$$

Para la interpretación del indicador se recomienda realizar el cálculo relativo del mismo, obteniendo el porcentaje de desviación del coste.

$$\% CV = \frac{(EV - AC)}{EV} \cdot 100 = \frac{CV}{EV} \cdot 100 \quad (5)$$

En la Gráfica 4.2 y en la Tabla 3, se da una explicación más visual de dicho parámetro. Y en Tabla 4 y Gráfica 4.3 hay un breve ejemplo a modo de explicación.

4.2.2. Variación de la planificación

La Variación de la planificación (SV, Schedule Variance) refleja la desviación del plazo del proyecto, comparando el valor ganado con respecto al valor planificado del mismo. Es decir, permite conocer si la ejecución del proyecto se ajusta a la planificación o presenta retrasos en una fecha dada.

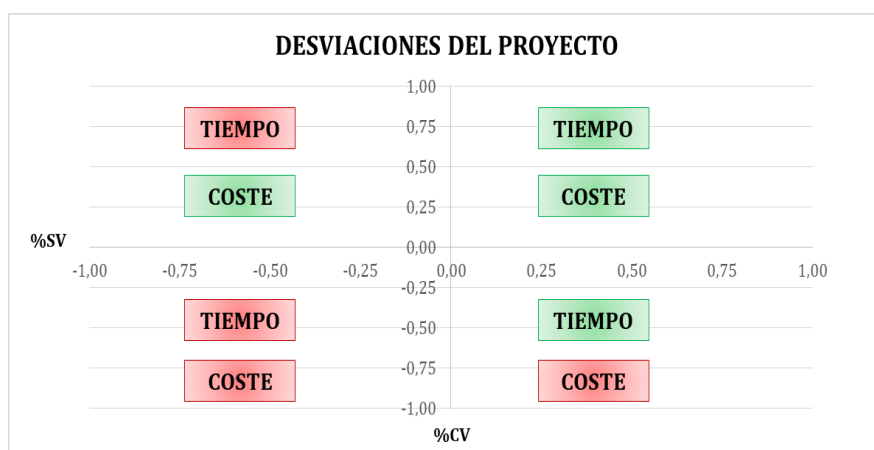
$$SV = EV - PV \quad (6)$$

Para la interpretación del indicador se recomienda realizar el cálculo relativo del mismo, obteniendo el porcentaje de desviación del plazo.

$$\% SV = \frac{(EV - PV)}{PV} \cdot 100 = \frac{SV}{PV} \cdot 100 \quad (7)$$

La Gráfica 4.2, da una explicación visual de los resultados que se pueden obtener de las desviaciones del proyecto, los valores usados para la realización de la gráfica son los obtenidos de las ecuaciones (5) y (7). Para completar la explicación, la Tabla 4.2 interpreta el significado de los resultados.

Gráfica 4.2: Criterio de la desviación del proyecto.



Nuevos desarrollos en el sistema de gestión del valor ganado aplicado al proyecto de un buque militar de superficie.

Tabla 4.2: Criterios según los resultados de las desviaciones.

Siglas	Resultado	Interpretación
CV	COSTE	Coste por encima de lo previsto
	COSTE	Coste por debajo de lo previsto
SV	TIEMPO	Proyecto atrasado
	TIEMPO	Proyecto adelantado

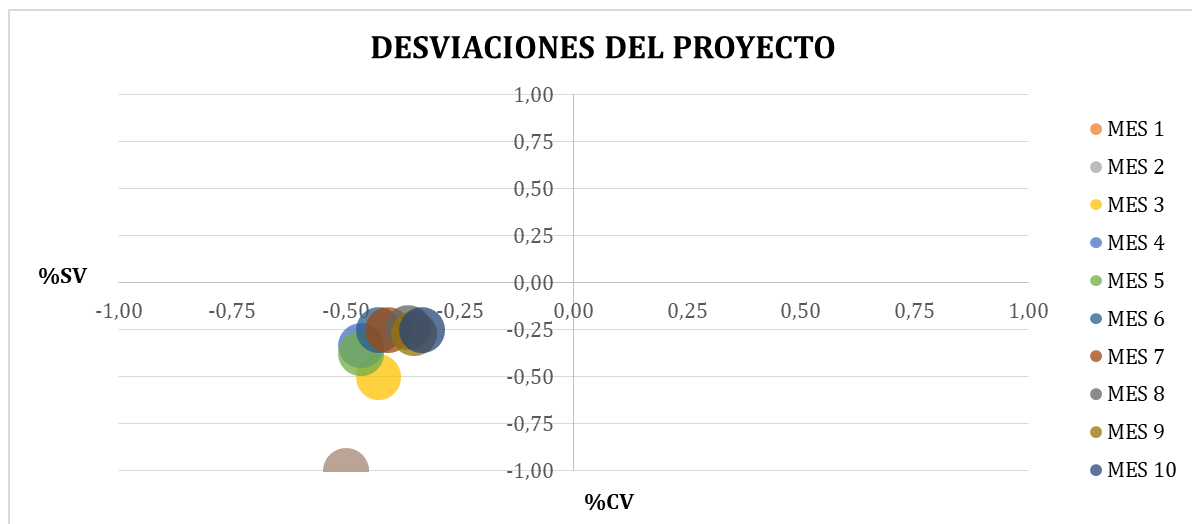
A continuación, se aplican las ecuaciones y gráficas explicadas anteriormente en un ejemplo, obteniendo la Tabla 4.3 y la Gráfica 4.3.

En la gráfica se ponen los resultados del %CV y %SV, en tantos por uno, ya que es más cómodo de visualizar. Si se analiza la Tabla 4.3 y la Gráfica 4.3, se ve a simple vista que el proyecto está atrasado y que hay un sobrecoste. Por lo que habrá que empezar a tomar medidas.

Tabla 4.3: Desviaciones del proyecto.

	MES 0	MES 1	MES 2	MES 3	MES 4	MES 5	MES 6	MES 7	MES 8	MES 9	MES 10
CV	0	-1	-2	-2	-2	-3	-3	-4	-5	-7	-8
%CV	0%	-100%	-100%	-50%	-33%	-38%	-25%	-25%	-24%	-27%	-25%
SV	0	-1	-2	-3	-5	-7	-9	-11	-12	-14	-16
%SV	0%	-50%	-50%	-43%	-45%	-47%	-43%	-41%	-36%	-35%	-33%

Gráfica 4.3: Desviaciones del proyecto.



4.3. Índices de cumplimiento

El método precisa el cálculo e interpretación de una serie de índices de cumplimiento, los cuales reflejarán si el proyecto se puede considerar una buena inversión para la empresa o no.

4.3.1. Índice de cumplimiento del coste

El Índice de Cumplimiento del Coste (CPI, Cost Performance Index) refleja el índice de ejecución del presupuesto. Dicho índice permite conocer si hay un ahorro, un sobrecoste o por el contrario se cumple con el presupuesto.

$$CPI = \frac{EV}{AC}$$

CPI > 1, ahorro.
CPI = 1, cumplimiento del presupuesto. (8)
CPI < 1, sobrecoste.

4.3.2. Índice de cumplimiento del plazo

El Índice de Cumplimiento del Plazo (SPI, Schedule Performance Index) refleja el índice de ejecución del cronograma. Dicho índice permite conocer si hay un adelanto, un retraso o por el contrario se cumple con el cronograma.

$$SPI = \frac{EV}{PV}$$

SPI > 1, adelanto del proyecto.
SPI = 1, cumplimiento del proyecto. (9)
SPI < 1, retraso del proyecto.

4.3.3. Índice de coste-plazo

El índice de coste plazo o índice crítico (SCI, Schedule-Cost Index) es un índice que tiene en cuenta ambos aspectos, tanto el coste como el tiempo.

$$SCI = CPI \cdot SPI$$

SCI > 1, rendimiento positivo del proyecto.

SCI = 1, cumplimiento del proyecto. (10)

SCI < 1, rendimiento negativo del proyecto.

4.3.4. Índice compuesto

El Índice Compuesto (IC) al igual que el SCI tiene en cuenta ambos aspectos, aplicando una serie de coeficientes que permitirán asignar mayor peso al coste o al tiempo. En general, se tiende a ponderar con mayor peso el coste, ya que se considera más fácil de monitorizar.

$$IC = w_1 \cdot SPI + w_2 \cdot CPI$$

IC > 1, rendimiento positivo del proyecto.

IC = 1, cumplimiento del proyecto. (11)

IC < 1, rendimiento negativo del proyecto.

Siendo:

w_1 , Coeficiente de ponderación del plazo.

w_2 , Coeficiente de ponderación del coste.

A continuación, se aplican las ecuaciones explicadas anteriormente en un ejemplo, obteniendo la Tabla 4.4 y la Gráfica 4.4.

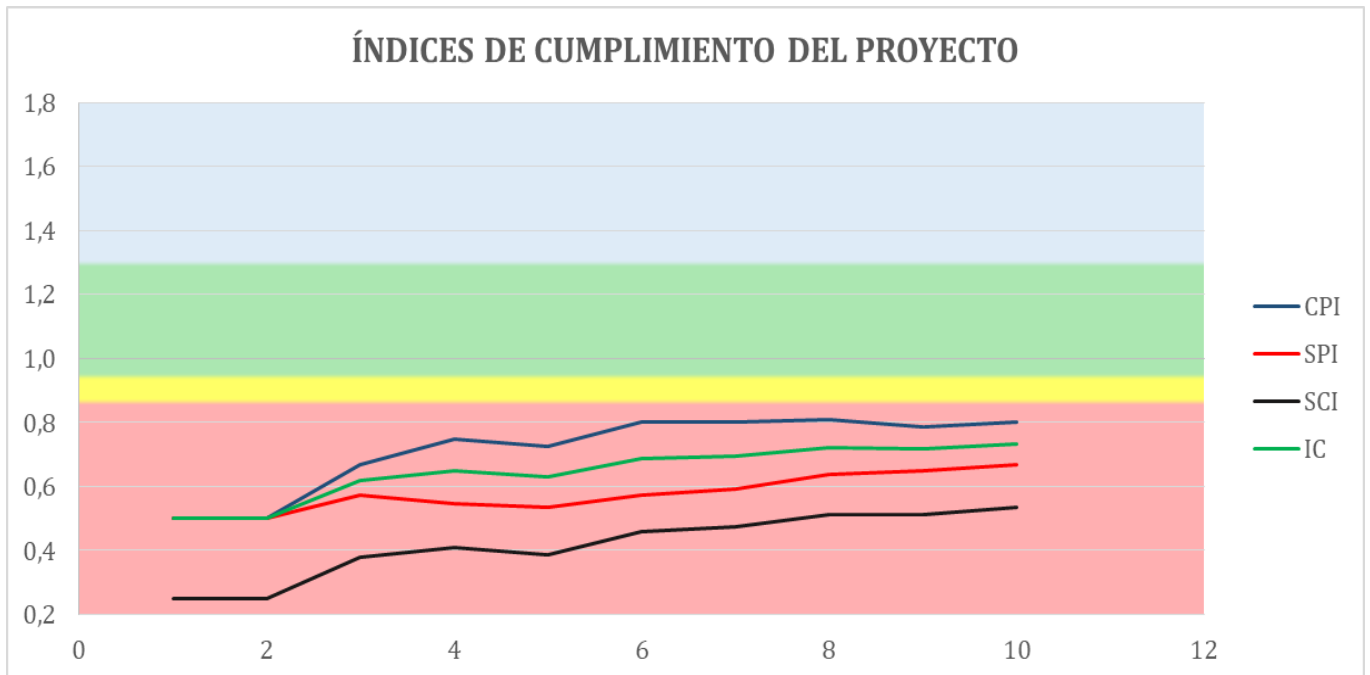
Como se puede observar, la Gráfica 4.4 está dividida en varios colores. El color rojo indica que el cumplimiento del proyecto está en peligro; el color amarillo muestra que no se puede descuidar el cumplimiento, ya que el índice puede disminuir llegando a la zona roja o aumentar llegando a la zona verde; el color verde indica que se está cumpliendo con lo previsto y el color azul muestra que el cumplimiento está muy por encima de lo previsto y por lo tanto también está en peligro el proyecto, ya que se ha sobredimensionado tanto el plazo como el coste.

Nuevos desarrollos en el sistema de gestión del valor ganado aplicado al proyecto de un buque militar de superficie.

Tabla 4.4: Índices de cumplimiento del proyecto.

	MES 0	MES 1	MES 2	MES 3	MES 4	MES 5	MES 6	MES 7	MES 8	MES 9	MES 10
CPI	-	0,50	0,50	0,67	0,75	0,73	0,80	0,80	0,81	0,79	0,80
SPI	-	0,50	0,50	0,57	0,55	0,53	0,57	0,59	0,64	0,65	0,67
SCI	-	0,25	0,25	0,38	0,41	0,39	0,46	0,47	0,51	0,51	0,53
IC	-	0,50	0,50	0,62	0,65	0,63	0,69	0,70	0,72	0,72	0,73

Gráfica 4.4: Índices de cumplimiento del proyecto.



Como se muestra en la Gráfica 4.4, todos los indicadores están en la zona roja por lo que el cumplimiento del proyecto está en peligro.

4.4. Estimación y variación a la finalización

El método precisa el cálculo de la estimación a la finalización, previendo el futuro del proyecto.

Nuevos desarrollos en el sistema de gestión del valor ganado aplicado al proyecto de un buque militar de superficie.

4.4.1. Estimación de la finalización realizada

Casos		EAC _r
% Avance=0 EV = 0	BAC < AC	$EAC_r = AC$ (12)
	BAC ≥ AC	$EAC_r = BAC$ (13)
	AC = 0	
0 < % Avance < 20		$EAC_r = AC + (BAC - EV)$ (14)
% Avance ≥ 20		

4.4.2. Estimación de la finalización inducida

Casos		EAC _i
% Avance=0 EV = 0	BAC < AC	$EAC_i = AC$ (12)
	BAC ≥ AC	$EAC_i = BAC$ (13)
	AC = 0	
0 < % Avance < 20		$EAC_i = AC + (BAC - EV)$ (14)
% Avance ≥ 20		$EAC_i = \left(\frac{BAC}{CPI}\right)$ (15)

4.4.3. Estimación de la finalización ponderada 1

Casos		EAC _{p1}
% Avance=0 EV = 0	BAC < AC	$EAC_{p1} = AC$ (12)
	BAC ≥ AC	$EAC_{p1} = BAC$ (13)
	AC = 0	
0 < % Avance < 20		$EAC_{p1} = AC + (BAC - EV)$ (14)
% Avance ≥ 20		$EAC_{p1} = AC + \left(\frac{BAC - EV}{CPI \cdot SPI}\right)$ (16)

Nuevos desarrollos en el sistema de gestión del valor ganado aplicado al proyecto de un buque militar de superficie.

4.4.4. Estimación de la finalización ponderada 2

Casos		EAC _{p2}
% Avance=0 EV = 0	BAC < AC	$EAC_{p2} = AC$ (12)
	BAC ≥ AC	$EAC_{p2} = BAC$ (13)
	AC = 0	
0 < % Avance < 20		$EAC_{p2} = AC + (BAC - EV)$ (14)
% Avance ≥ 20		$EAC_{p2} = AC + \left(\frac{BAC - EV}{CPI \cdot TPI}\right)$ (17)

4.4.5. Estimación de la finalización ponderada 3

Casos		EAC _{p3}
% Avance=0 EV = 0	BAC < AC	$EAC_{p3} = AC$ (12)
	BAC ≥ AC	$EAC_{p3} = BAC$ (13)
	AC = 0	
0 < % Avance < 20		$EAC_{p3} = AC + (BAC - EV)$ (14)
% Avance ≥ 20		$EAC_{p3} = \left(\frac{BAC}{w_1 \cdot CPI + w_2 \cdot TPI}\right)$ (18)

4.4.6. Estimación de la finalización ponderada 4

Casos		EAC _{p4}
% Avance=0 EV = 0	BAC < AC	$EAC_{p4} = AC$ (12)
	BAC ≥ AC	$EAC_{p4} = BAC$ (13)
	AC = 0	
0 < % Avance < 20		$EAC_{p4} = AC + (BAC - EV)$ (14)
% Avance ≥ 20		$EAC_{p4} = AC + \left(EAC_r \cdot \left(\frac{BAC - EV}{BAC}\right)\right)$ (19)

4.4.7. Variación a la finalización

La Variación a la finalización (VAC, Variance at Completion) refleja la desviación que tiene el proyecto, es decir, refleja el ahorro o el sobrecoste económico a la finalización del proyecto.

$$VAC = BAC - EAC \quad (20)$$

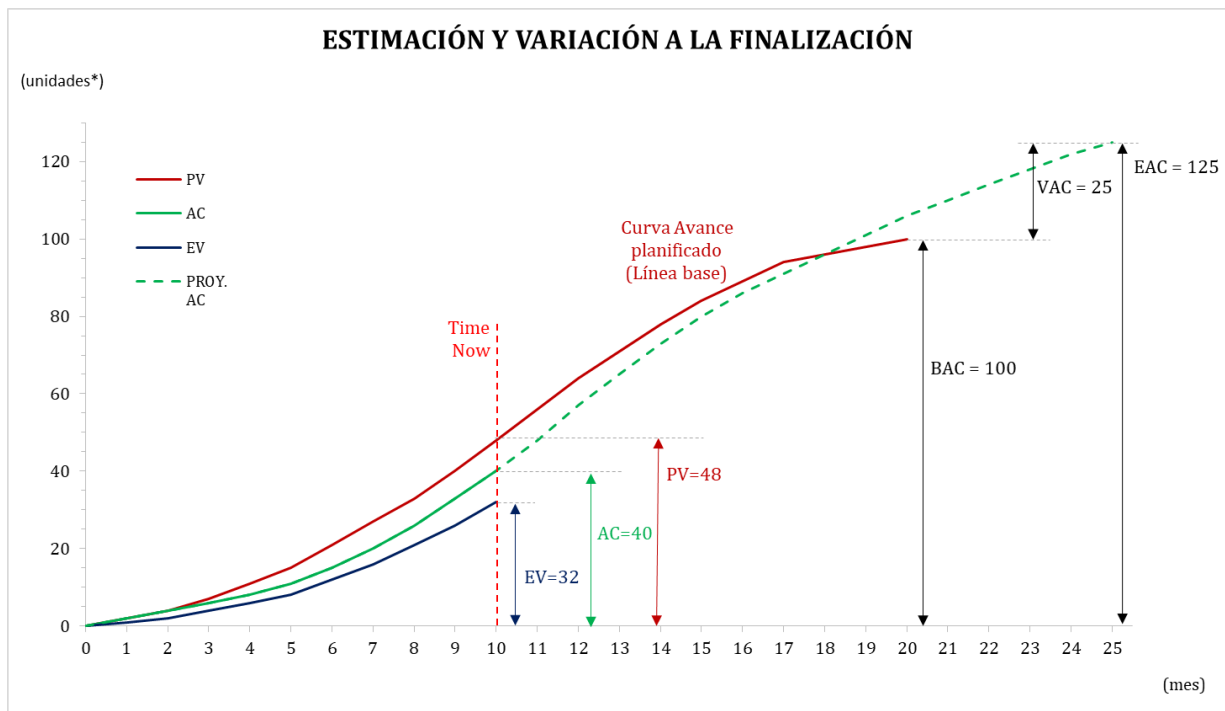
En la ecuación 20, el signo positivo indica un ahorro económico a la finalización, mientras que en la ecuación 21 indica un sobrecoste a la finalización.

$$VAC = EAC - BAC \quad (21)$$

Cada EAC tendrá su VAC asociado. Se utilizará una fórmula u otra en función del criterio de signos impuesto.

En la Gráfica 4.5, se representan la estimación y la variación a la finalización, como se ha visto anteriormente hay varias ecuaciones para hallar la estimación, por lo que se podrán obtener tantas curvas como estimaciones sean calculadas y por lo tanto, también se obtendrán varias variaciones, ya que hay tantas VAC como EAC se hallen.

Gráfica 4.5: Estimación y variación a la finalización.



* Según el criterio que se asuma en el proyecto serán: (Euros, Horas o %).

4.5. Índice de estimación

El Método del Valor Ganado dispone de un índice de estimación que ayuda en la toma de decisiones futuras a los encargados del seguimiento y control del proyecto.

4.5.1. Índice de cumplimiento para finalizar

El Índice de Cumplimiento para Finalizar (TCPI, To Complete Performance Index) predice si el proyecto necesitará un esfuerzo adicional para su finalización o por el contrario el proyecto se ajustará a la planificación. Para el cálculo del mismo, se necesitará conocer la relación existente entre el trabajo restante y el presupuesto disponible, pudiendo tomar como referencia el valor del BAC o la estimación del EAC.

$$TCPI = \frac{WR}{X - AC} \quad \begin{array}{l} TCPI > 1, \text{ necesita un esfuerzo adicional.} \\ TCPI < 1, \text{ se ajusta a la planificación.} \end{array} \quad (22)$$

Siendo:

WR, el trabajo restante, *ecuación 23*.

X, el valor del BAC o la estimación del EAC.

El trabajo restante vendrá dado por la diferencia entre el BAC y el EV.

$$WR = BAC - EV \quad (23)$$

5. ANÁLISIS POR OTROS AUTORES

Desde el punto de vista del autor Diego Navarro, en el artículo "*Seguimiento de proyectos con el Análisis del Valor Ganado*", toma como base principal y fundamental del método el desglose del presupuesto en el tiempo, es decir, disponer de un presupuesto desglosado a través de todas las actividades que componen la estructura del proyecto, y distribuir las en el tiempo (Navarro D., 2006).

Nuevos desarrollos en el sistema de gestión del valor ganado aplicado al proyecto de un buque militar de superficie.

En el 2007, varios autores en el artículo "*Gestión Integrada del Coste y Plazo de Proyectos. Más allá del Valor Ganado*" tratan las limitaciones del método de cara al tratamiento del riesgo y al efecto aprendizaje, concluyendo en la necesidad de desarrollar un método unificado que integre plazo, coste, alcance, calidad y riesgo (Pajares et al, 2007).

Un año después, en el artículo "*Limitaciones y mejoras de la metodología del Valor Ganado en la gestión integrada del plazo y coste de proyectos*", los mismos autores del artículo anterior, desarrollaron nuevos indicadores para incluir el riesgo en el EVM, demostrando que no tiene sentido aplicar acciones correctivas para reducir sobrecostes o retrasos si eso supone comprometer el éxito del proyecto (Pajares et al, 2008).

En 2009, se publica otro artículo "*Aspectos a tener en cuenta en la implementación de sistemas de gestión del valor ganado en la dirección de proyectos*" se compara la teoría del método con la implementación del mismo observando los problemas que aparecen cuando se modifica la planificación o el presupuesto inicial que se toma como referencia para el cálculo de los indicadores (Roca L., 2009).

Los autores del artículo "*Dos modelos de aplicación del Método del Valor Ganado (EVM) para el sector de la construcción*" publicado en el 2010, definen dos modelos diferentes de aplicación del EVM. Uno de los modelos es para el punto de vista del promotor por lo que es un método reducido solo para la gestión de la obra y el otro método es más amplio ya que representa a la empresa y la situación global del proyecto, (Valderrama F. et al, 2010).

No solo la aportación al Método del Valor Ganado se ha hecho a través de artículos, sino también está siendo caso estudio en diferentes Trabajos Fin de Master y Tesis Doctorales, con la aplicación del Método del Valor Ganado en diferentes tipos de proyectos.

Para finalizar, se puede demostrar el carácter internacional del método mediante artículos procedentes de otros países:

Como puede ser el artículo "*An Analytic Review of Earned Value Management Studies in the Construction Industry*" de la Universidad de Ciencias y Tecnología de Hong Kong, documento que proporciona una revisión analítica de los estudios de EVM y sus aplicaciones. Estos estudios se clasifican como empíricos o no empírico. (Shu Chen et al, 2012).

Otras investigaciones recientes que mejoran el enfoque estándar de la EVM incorporando análisis estadísticos, curvas de aprendizaje o teoría de conjuntos difusos, especialmente para las predicciones de proyectos en su finalización (Colin

Nuevos desarrollos en el sistema de gestión del valor ganado aplicado al proyecto de un buque militar de superficie.

y Vanhoucke, 2014; Hazir, 2015; Lipke et al., 2009; Narbaev y De Marco, 2014; Wauters y Vanhoucke, 2014).

6. PLANIFICACIÓN GANADA (ES)

Earned Value Management (EVM) como se ha descrito al principio del *Capítulo* es un sistema de gestión, que integra de la mejor manera posible, el coste, la planificación y el rendimiento técnico. Dicho sistema causa una dificultad en su entendimiento, ya que mide el desempeño del programa en coste, y no en unidades de tiempo. Otra dificultad que presenta el sistema es al completar un proyecto que está atrasado en el tiempo, ya que la desviación de la planificación (SV) es igual a cero, y el Índice de cumplimiento del plazo (SPI) es igual a la unidad. Sabiendo que el proyecto se completó tarde, los valores obtenidos por los indicadores es lo contrario, es decir, que el proyecto ha tenido un desempeño perfecto en el cronograma.

Como se ha podido observar, los indicadores utilizados para la planificación en unidad de tiempo no proporcionan buena información sobre el último tercio del proyecto. Por lo que se puede decir que el EVMS tiene limitaciones a la hora de definir el control del plazo, y será necesario el uso de los indicadores de la Planificación Ganada (ES).

La Planificación Ganada consiste en el cálculo de varios parámetros e indicadores en unidades de tiempo, teniendo así una visión del proyecto de duración, desempeño y del cumplimiento del plazo. Este concepto está ilustrado en muchos libros que tratan de la *EVM* (Fleming Q., 1988)

Para la aplicación del método se ha utilizado la formulación desarrollada en el apartado siguiente.

7. FORMULACIÓN CLÁSICA DEL ES

7.1. Componentes básicos del ES

El ES permite evaluar el comportamiento de un proyecto mediante parámetros en unidades de tiempo, para ello serán necesarios tres parámetros principales, tales como, duración total del proyecto, duración actual y planificación ganada. A partir de estos valores se pueden obtener otros indicadores más complejos.

7.1.1. Duración total de la línea base

La Duración Total de la Línea Base (SAC, Schedule at Completion) es la duración total de la línea base de la actividad, paquete de trabajo o proyecto a realizar (Gráfica 4.6), es decir, es el valor del último punto de la curva S referente al eje de abscisas (eje X).

7.1.2. Duración actual

La duración actual (AT, Actual Time) es la duración desde el inicio del proyecto hasta la fecha actual según la Línea Base. Es lo que se denomina el Time Now. (Gráfica 4.6).

7.1.3. Planificación ganada

La Panificación Ganada (ES, Earned Schedule) es la duración realizada por el Valor ganado. En la Gráfica 4.6, se puede visualizar el cálculo de este parámetro.

$$ES = C + I \quad (24)$$

Donde:

C, es el valor del mes que satisface la condición $\%Real \geq \%Previsto$.

I, es la variación que hay de un mes a otro, se obtiene con la ecuación 25.

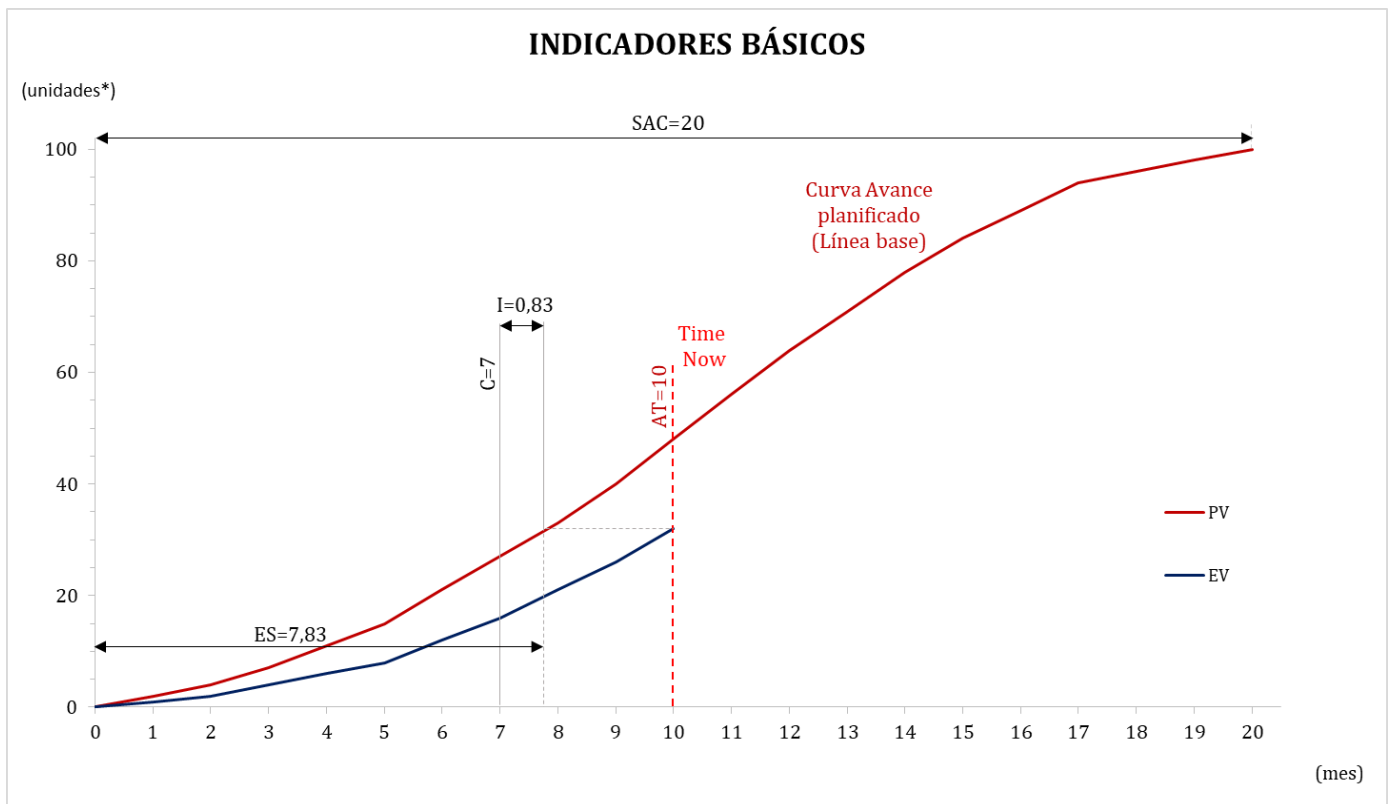
$$I = \frac{\%Real - \%Previsto_C}{\%Previsto_{C+1} - \%Previsto_C} \quad (25)$$

La Tabla 4.5, muestra los valores del valor ganado.

Tabla 4.5: Valor Ganado

MES	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
C	0	0	1	2	2	3	4	5	6	6	7
I	0,00	0,50	0,00	0,00	0,67	0,25	0,25	0,17	0,00	0,83	0,83
ES	0,00	0,50	1,00	2,00	2,67	3,25	4,25	5,17	6,00	6,83	7,83

Gráfica 4.6: Indicadores básicos de la Planificación Ganada.



* Según el criterio que se asuma en el proyecto serán: (Euros, Horas o %).

El valor de la Planificación Ganada es algo complicado de entender y para ello se va dar una pequeña explicación. Como se puede apreciar en la Gráfica 4.6, el valor de EV se proyecta sobre la curva de la línea base; donde intercepta, se traza una perpendicular, la cual corta con el eje de abscisas. Como se observa el valor de ES esta entre 7 y 8. Se coge $C = 7$ porque es el valor del mes que satisface la condición, ya que no llega a 8. Una vez que se tiene C , se pasa a calcular la parte decimal con la ecuación (25), obteniendo así el valor real de ES.

7.2. Desviación del proyecto

En dicho método existe un indicador para conocer la desviación del proyecto en el tiempo.

7.2.1. Variación de la planificación

La Variación de la planificación (SV (t) o TV, Schedule Variance or Time Variance) refleja la desviación del plazo del proyecto, comparando la planificación ganada con la duración actual. Es decir, permite conocer si la ejecución del proyecto se ajusta a la planificación o por lo contrario hay un adelanto o un atraso.

$$SV(t) \text{ o } TV = ES - AT \quad (26)$$

Para la interpretación del indicador se recomienda realizar el cálculo relativo del mismo, obteniendo el porcentaje de la variación de la planificación.

$$\% SV(t) \text{ o } \%TV = \frac{TV}{AT} \cdot 100 \quad (27)$$

En la Tabla 4.6, se puede ver la diferencia que hay al calcular la desviación del plazo mediante las ecuaciones (6 y 7) descrita por el EVMS y las ecuaciones (26 y 27) descritas por el ES.

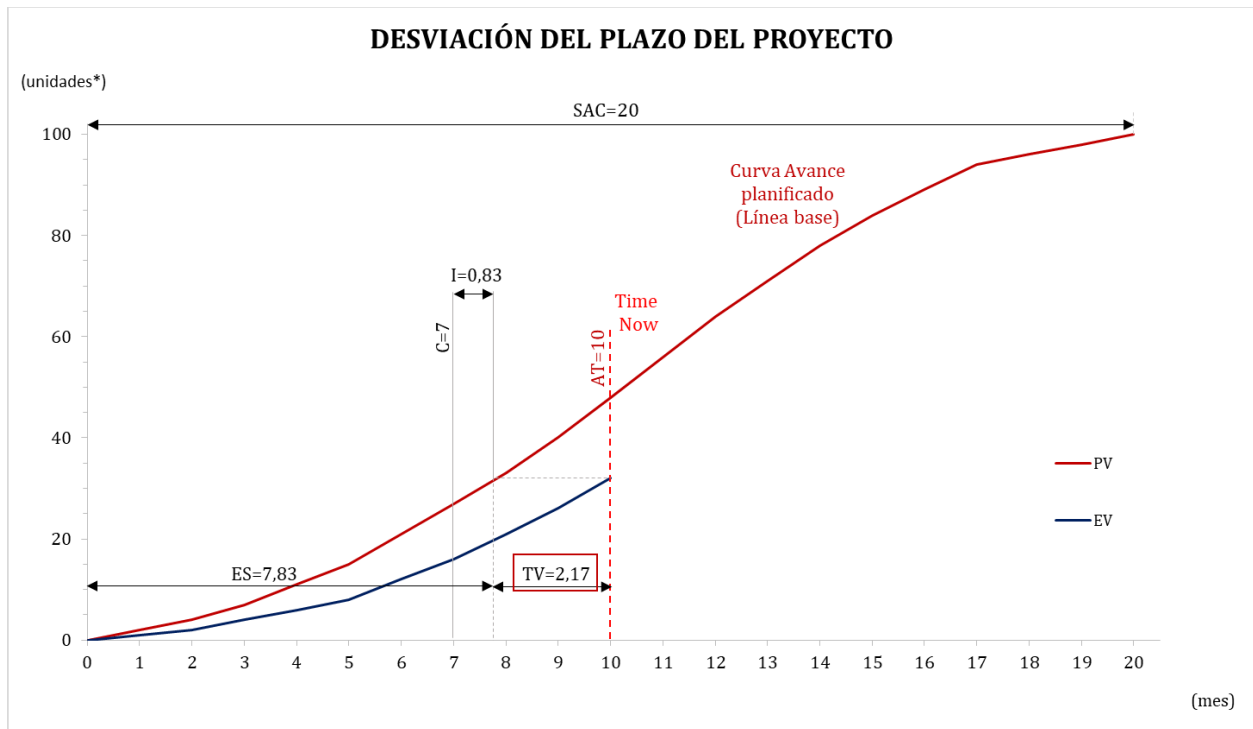
Tabla 4.6: Desviaciones del proyecto (EVMS y ES).

	MES 0	MES 1	MES 2	MES 3	MES 4	MES 5	MES 6	MES 7	MES 8	MES 9	MES 10
CV	0	-1	-2	-2	-2	-3	-3	-4	-5	-7	-8
%CV	0%	-100%	-100%	-50%	-33%	-38%	-25%	-25%	-24%	-27%	-25%
SV	0,00	-1,00	-2,00	-3,00	-5,00	-7,00	-9,00	-11,00	-12,00	-14,00	-16,00
%SV	0%	-50%	-50%	-43%	-45%	-47%	-43%	-41%	-36%	-35%	-33%
TV	0,00	-0,50	-1,00	-1,00	-1,33	-1,75	-1,75	-1,83	-2,00	-2,17	-2,17
%TV	0%	-50%	-50%	-33%	-33%	-35%	-29%	-26%	-25%	-24%	-22%

En la Gráfica 4.7, se representa el valor numérico dado por la ecuación (26) y en la Gráfica 4.8 se representa la desviación en porcentaje.

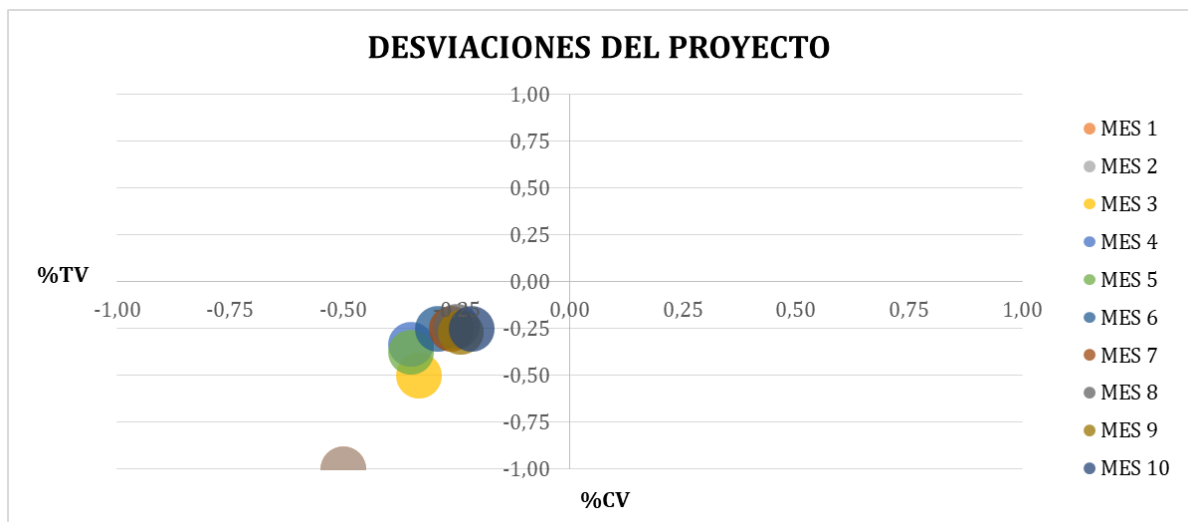
Nuevos desarrollos en el sistema de gestión del valor ganado aplicado al proyecto de un buque militar de superficie.

Gráfica 4.7: Desviación del plazo del proyecto.



* Según el criterio que se asuma en el proyecto serán: (Euros, Horas o %).

Gráfica 4.8: Desviaciones del proyecto según la Planificación Ganada.



Como se puede apreciar, la Gráfica 4.8 es muy parecida a la Gráfica 4.3, la diferencia es que la desviación del plazo calculada con el método de la Planificación Ganada es más exacta, ya que la desviación se haya con indicadores de plazo y no de coste.

7.3. Índices de cumplimiento

El método precisa el cálculo e interpretación de una serie de índices de cumplimiento, los cuales reflejarán si el proyecto se puede considerar una buena inversión para la empresa o no.

7.3.1. Índice de cumplimiento del plazo

El Índice de Cumplimiento del Plazo (SPI (t) o TPI, Schedule Performance Index or Time Performance Index) refleja el índice de ejecución del cronograma. Dicho índice permite conocer si hay un adelanto, un retraso o por el contrario se cumple con el cronograma. Dicho índice es más exacto que el SPI, ya que se calcula con parámetros de tiempo y no de coste.

$$SPI(t) \text{ ó } TPI = \frac{ES}{AT}$$

SPI (t) o TPI > 1, adelanto del proyecto.
SPI (t) o TPI = 1, cumplimiento del proyecto. (26)
SPI (t) o TPI < 1, retraso del proyecto.

7.3.2. Índice de coste-plazo

El índice de coste-plazo o índice crítico (SCI (t), Schedule-Cost Index) es un índice que tiene en cuenta ambos aspectos, tanto el coste como el tiempo.

$$SCI(t) = CPI \cdot TPI$$

SCI (t) > 1, rendimiento positivo del proyecto.
SCI (t) = 1, cumplimiento del proyecto. (27)
SCI (t) < 1, rendimiento negativo del proyecto.

7.3.3. Índice compuesto

El Índice Compuesto (IC (t)) al igual que el SCI (t) tiene en cuenta ambos aspectos, aplicando una serie de coeficientes que permitirán asignar mayor peso al coste o al tiempo. En general, se tiende a ponderar con mayor peso el coste, ya que se considera más fácil de monitorizar.

Nuevos desarrollos en el sistema de gestión del valor ganado aplicado al proyecto de un buque militar de superficie.

$IC(t) > 1$, rendimiento positivo del proyecto.

$$IC(t) = w_1 \cdot CPI + w_2 \cdot TPI \quad IC(t) = 1, \text{ cumplimiento del proyecto.} \quad (28)$$

$IC(t) < 1$, rendimiento negativo del proyecto.

siendo:

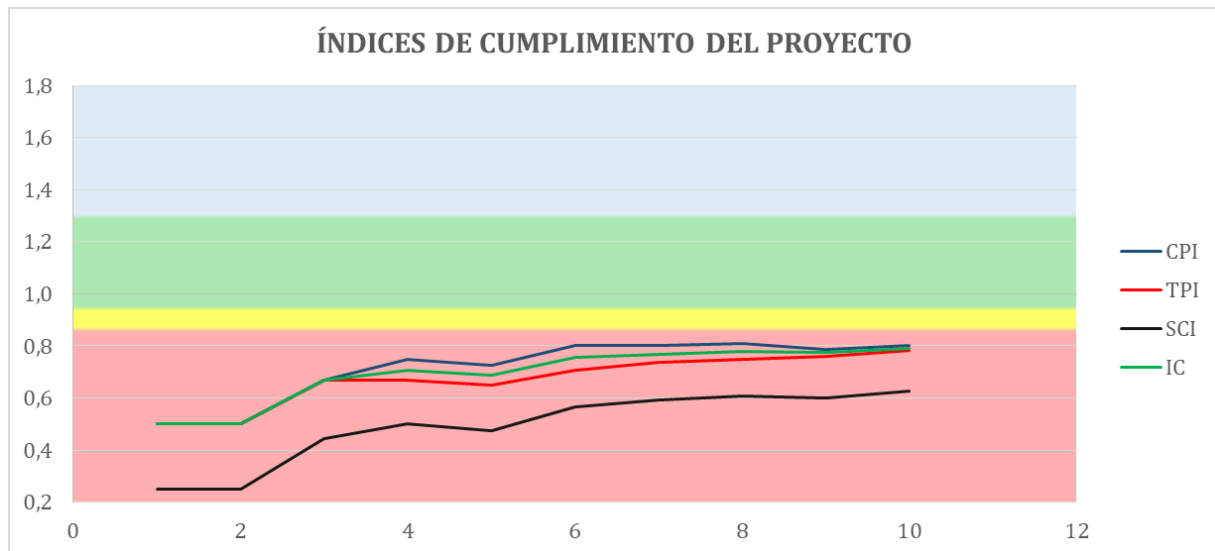
w_1 , Coeficiente de ponderación del plazo.

w_2 , Coeficiente de ponderación del coste.

Tabla 4.7: Índices de cumplimiento del proyecto.

	MES 0	MES 1	MES 2	MES 3	MES 4	MES 5	MES 6	MES 7	MES 8	MES 9	MES 10
CPI	-	0,50	0,50	0,67	0,75	0,73	0,80	0,80	0,81	0,79	0,80
TPI	-	0,50	0,50	0,67	0,67	0,65	0,71	0,74	0,75	0,76	0,78
SCI	-	0,25	0,25	0,44	0,50	0,47	0,57	0,59	0,61	0,60	0,63
IC	-	0,50	0,50	0,67	0,71	0,69	0,75	0,77	0,78	0,77	0,79

Gráfica 4.9: Índices de cumplimiento del proyecto según el Método de la Planificación Ganada.



7.4. Estimación y variación a la finalización

El método precisa el cálculo de la estimación del plazo a la finalización, previendo el futuro del proyecto.

Nuevos desarrollos en el sistema de gestión del valor ganado aplicado al proyecto de un buque militar de superficie.

7.4.1. Estimación de la finalización realizada

Casos	TEAC _r
0 < % Avance < 20	$TEAC_r = AT + (SAC - ES)$ (29)
% Avance ≥ 20	

7.4.2. Estimación de la finalización inducida en plazo

Casos	TEAC _{i-plazo}
0 < % Avance < 20	$TEAC_{i-plazo} = AT + (SAC - ES)$ (30)
% Avance ≥ 20	$TEAC_{i-plazo} = \left(\frac{SAC}{TPI}\right)$ (31)

7.4.3. Estimación de la finalización inducida en coste

Casos	TEAC _{i-plazo}
0 < % Avance < 20	$TEAC_{i-coste} = AT + (SAC - ES)$ (32)
% Avance ≥ 20	$TEAC_{i-coste} = \left(\frac{SAC}{SPI}\right)$ (33)

7.4.4. Estimación de la finalización ponderada 1

Casos	TEAC _{p1}
0 < % Avance < 20	$TEAC_{p1} = AT + (SAC - ES)$ (34)
% Avance ≥ 20	$TEAC_{p1} = AC + \left(\frac{SAC - ES}{CPI \cdot SPI}\right)$ (35)

Nuevos desarrollos en el sistema de gestión del valor ganado aplicado al proyecto de un buque militar de superficie.

7.4.5. Estimación de la finalización ponderada 2

Casos	TEAC_{p2}
0 < % Avance < 20	$TEAC_{p2} = AT + (SAC - ES)$ (36)
% Avance ≥ 20	$TEAC_{p2} = AC + \left(\frac{SAC - ES}{CPI \cdot TPI}\right)$ (37)

7.4.6. Estimación de la finalización ponderada 3

Casos	TEAC_{p3}
0 < % Avance < 20	$TEAC_{p3} = AT + (SAC - ES)$ (38)
% Avance ≥ 20	$TEAC_{p3} = \left(\frac{SAC}{w_1 \cdot TPI + w_2 \cdot SPI}\right)$ (39)

7.4.7. Estimación de la finalización ponderada 4

Casos	TEAC₄
0 < % Avance < 20	$TEAC_{p4} = AT + (SAC - ES)$ (40)
% Avance ≥ 20	$TEAC_{p4} = AT + \left(TEAC_r \cdot \left(\frac{SAC - ES}{SAC}\right)\right)$ (41)

7.4.8. Variación a la finalización

La Variación a la finalización del plazo (TVAC, Variance at Completion) es la desviación a la finalización que tiene el proyecto, es decir, refleja el adelanto, el retraso o el cumplimiento del proyecto.

$$TVAC \text{ o } VAC(t) = SAC - TEAC \quad (42)$$

Nuevos desarrollos en el sistema de gestión del valor ganado aplicado al proyecto de un buque militar de superficie.

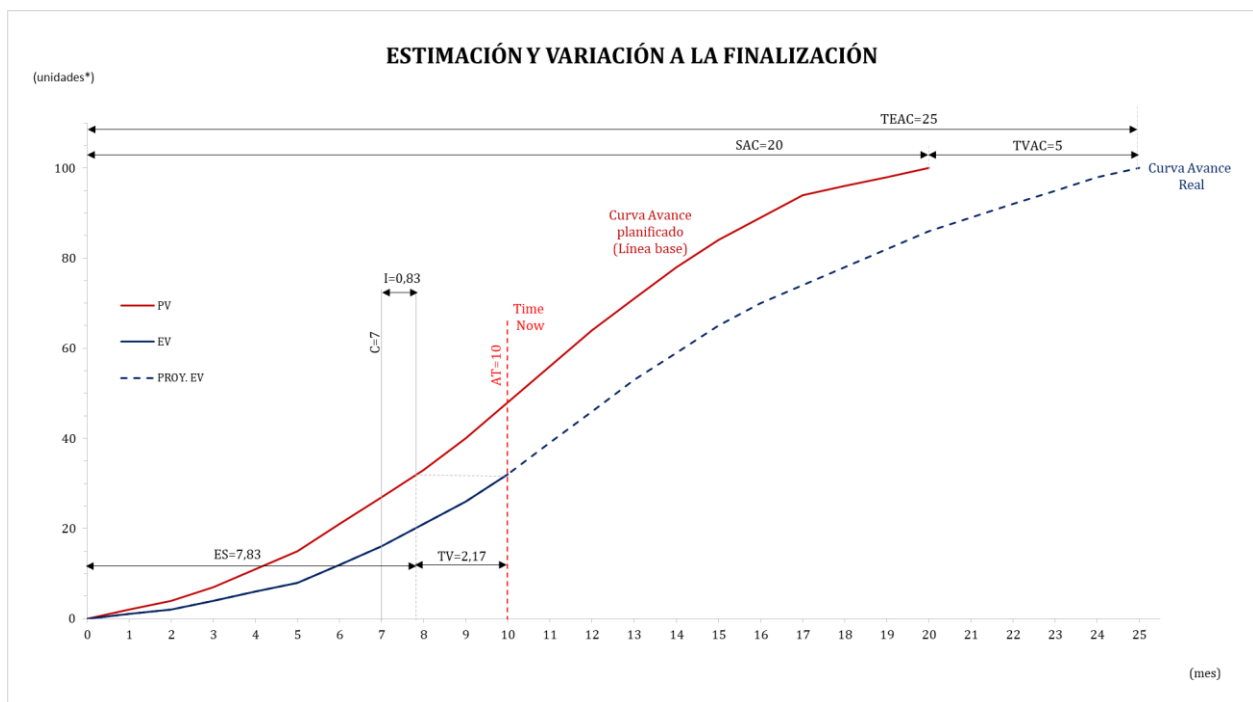
En la ecuación 42, el signo positivo indica un adelanto en el plazo y el signo negativo indica un retraso, mientras que en la ecuación 43 el signo positivo indica un retraso en el plazo y el signo negativo indica un adelanto.

$$TVAC \text{ o } VAC(t) = TEAC - SAC \quad (43)$$

Cada TEAC tendrá su TVAC asociado. Se utilizará una fórmula u otra en función del criterio de signos impuesto.

En la Gráfica 4.10, se representan la estimación y la variación a la finalización del plazo, como se ha visto anteriormente hay varias ecuaciones para hallar la estimación, por lo que se podrán obtener tantas curvas como estimaciones sean calculadas y por lo tanto, también se obtendrán varias variaciones, ya que hay tantas TVAC como TEAC se hallen.

Gráfica 4.10: Estimación y variación a la finalización.



* Según el criterio que se asuma en el proyecto serán: (Euros, Horas o %).

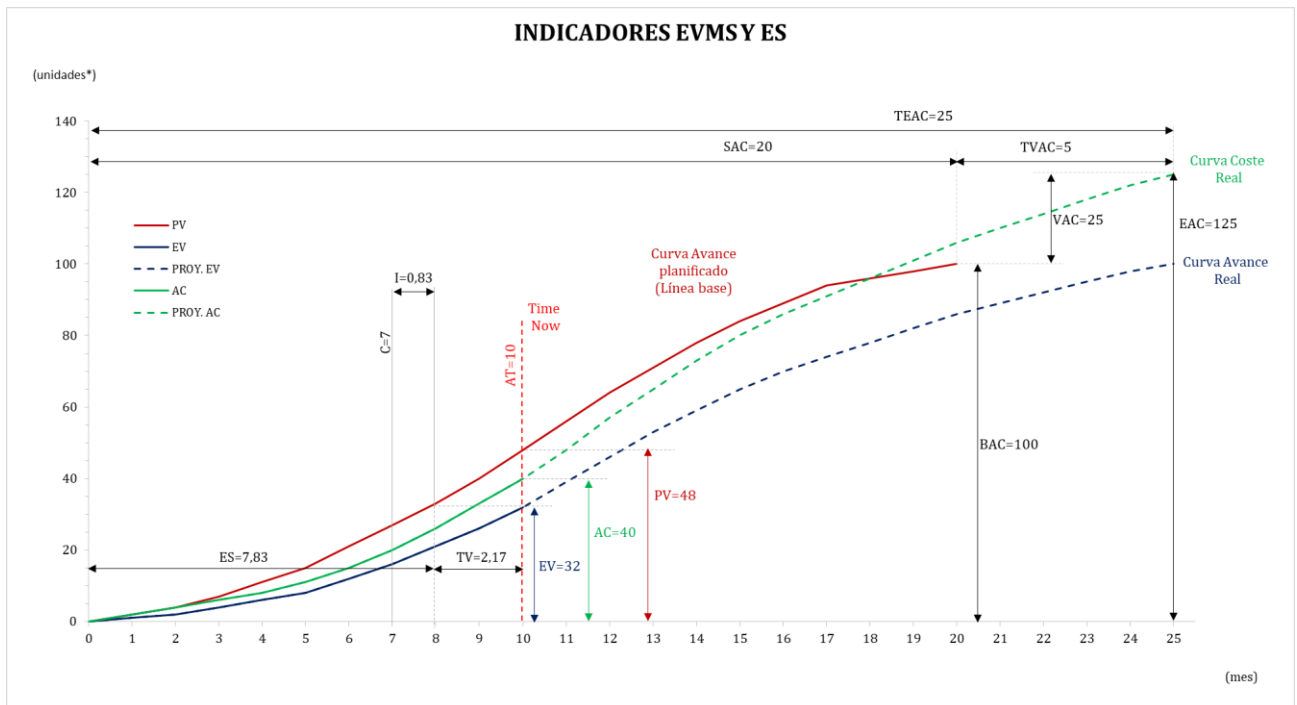
En la Gráfica 4.11, se han obtenido unas series de curvas a través de los Métodos del Valor Ganado y la Planificación Ganada.

Nuevos desarrollos en el sistema de gestión del valor ganado aplicado al proyecto de un buque militar de superficie.

- Curva Granate: Línea Base
- Curva Verde: Coste Real en el momento de la ejecución.
- Curva Verde discontinua: Proyección del Coste Real a la finalización.
- Curva Azul: Avance Real en el momento de la ejecución.
- Curva Azul discontinua: Proyección del Avance Real al finalizar el proyecto.

Profundizando más en la figura, se puede visualizar toda la métrica desarrollada en los apartados anteriores.

Gráfica 4.11: Indicadores EVMS y ES.



* Según el criterio que se asuma en el proyecto serán: (Euros, Horas o %).

CAPÍTULO 5. APLICACIÓN DEL EVMS/ES AL CASO DE ESTUDIO

La aplicación de la metodología del valor ganado en un proyecto exige realizar un seguimiento periódico de las tareas involucradas y que están definidas en la planificación inicial. Este seguimiento permite conocer el estado del proyecto en los puntos de control, que son los instantes temporales en que se muestrea el avance de los diferentes trabajos. A partir de la información que describe el estado del proyecto se obtienen indicadores del rendimiento de los trabajos que permiten tomar decisiones de planificación, en el sentido de mantener la planificación inicial o actualizarla para corregir problemas de rendimiento de los trabajos.

La implantación de esta metodología presenta algunas dificultades en el caso de los proyectos de buques, especialmente si se trata buques militares, ya que son proyectos de alta complejidad:

1. Los trabajos están distribuidos de manera uniforme a lo largo de la grada y/o del dique.
2. La construcción del buque se divide en módulos, macromódulos, subbloques y bloques, los cuales pueden estar ejecutándose uno o más simultáneamente.
3. La adquisición de información fiable sobre el estado de los trabajos es una labor muy lenta, puesto que es necesario inspeccionar las labores de todos los módulos, macromódulos, subbloques y bloques. Este problema

se ve agravado cuando el equipo de control y planificación está compuesto por pocas personas — situación muy frecuente, por otra parte.

4. La información que se puede obtener de forma rápida no es completamente fiable y siempre tiene un nivel de incertidumbre, lo que puede afectar negativamente a las decisiones del gestor de proyecto.
5. Los métodos clásicos para actualizar la planificación requieren mucho esfuerzo en este tipo de proyectos, que constan de multitud de actividades y gran número de relaciones de dependencias entre las diferentes tareas. Además, una actualización de la planificación de los trabajos puede contemplar no solamente la adición de equipos de trabajo, sino también cambios en el orden de ejecución, en las relaciones de dependencia e incluso la incorporación de nuevas tareas.
6. Con la información disponible, fiable o no, se toman decisiones sobre la evolución futura de los trabajos, que han de poder implantarse con carácter inmediato en todos los módulos, macromódulos, subbloques y bloques que afecten.
7. Las decisiones de gestión y las labores de actualización de la planificación, cuando sean necesarias, han de incorporarse antes del siguiente punto de control, y con suficiente antelación como para que se pueda evaluar si esas decisiones están teniendo un impacto positivo en el rendimiento del proyecto. Retrasar la implantación de actuaciones puede dar lugar a que las labores de control no sean efectivas en absoluto.

1. METODOLOGÍA

La organización del proyecto obliga a trabajar con unos documentos de partida que se generan al inicio del mismo y que reflejan los objetivos que se pretende conseguir a la finalización de los trabajos. Así, se genera un presupuesto para reflejar los objetivos económicos del proyecto, y un plan de obra que se corresponda con los plazos deseados para comenzar y terminar cada trabajo y el proyecto completo.

Además, se construye una tabla de hitos, con las tareas críticas del proyecto, y un documento de seguimiento de obra, que se actualizarán a medida que avance el proyecto, y que reflejaran el estado del mismo para indicar si es necesario introducir acciones correctoras, pero también para mostrar si el impacto de las mismas ha sido positivo.

1.1. Presupuesto: ingresos/gastos

El presupuesto que se construye para describir los objetivos económicos del proyecto consta de dos tablas, una en la que refleja los ingresos que se prevén obtener y otra con los gastos que se esperan realizar. Las dos tablas irán en términos de coste monetario y de coste horario, ya que el control y seguimiento del proyecto se llevará a cabo con el coste horario.

La tabla de ingresos es el documento que forma parte del proyecto constructivo y que refleja el número de unidades y el presupuesto unitario por cada una de las partidas que se ejecutarán en los trabajos adjudicados a la constructora. La suma de todas las unidades proporciona el importe total ingresado por la ejecución de los trabajos. La característica principal de esta tabla de ingresos es que se mantiene inalterable durante toda la ejecución del proyecto.

La tabla de gastos indica las previsiones de costes necesarios para conseguir alcanzar los objetivos fijados, tanto en funcionalidad como en calidad y plazos. Esta tabla es variable a lo largo del proyecto, pues dependiendo de la habilidad del gestor se podrán alcanzar índices de gasto inferiores a los previstos.

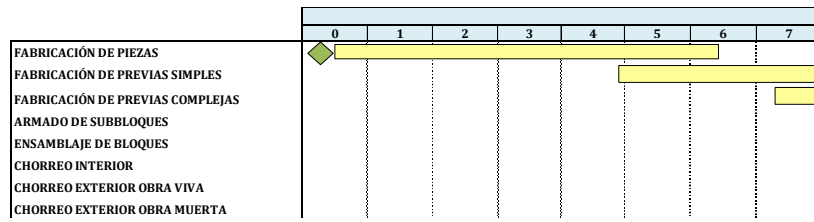
1.2. Diagrama de Gantt de tareas resumen

El cronograma es un documento que se mantiene vivo durante el transcurso del proyecto. Un buen plan de obra debe de ser fácilmente actualizable pues, de lo contrario, al necesitar demasiado tiempo para su mantenimiento, terminará quedando obsoleto.

Para conseguir agilizar la planificación y actuar con inmediatez ante posibles retrasos, el diagrama de Gantt se realiza en base a tareas resumen (Figura 5.1), que se hacen coincidir con las tareas del presupuesto de obra (ingresos). Con esta decisión se consigue un cronograma más manejable, pues incluye un número de tareas menor y, por tanto, fácil de revisar. El hacerlo coincidir hace que el presupuesto y el avance de obra se puedan integrar en un único documento en el que se vinculen avances de obra con rendimientos de avance de obra. Con lo que se consigue, de una forma periódica, obtener información sobre el avance de los trabajos. Esto es así porque mensualmente se recibe la certificación por los trabajos ejecutados. Esta certificación cuenta con la aceptación del Organismo de Control de Obra.

Nuevos desarrollos en el sistema de gestión del valor ganado aplicado al proyecto de un buque militar de superficie.

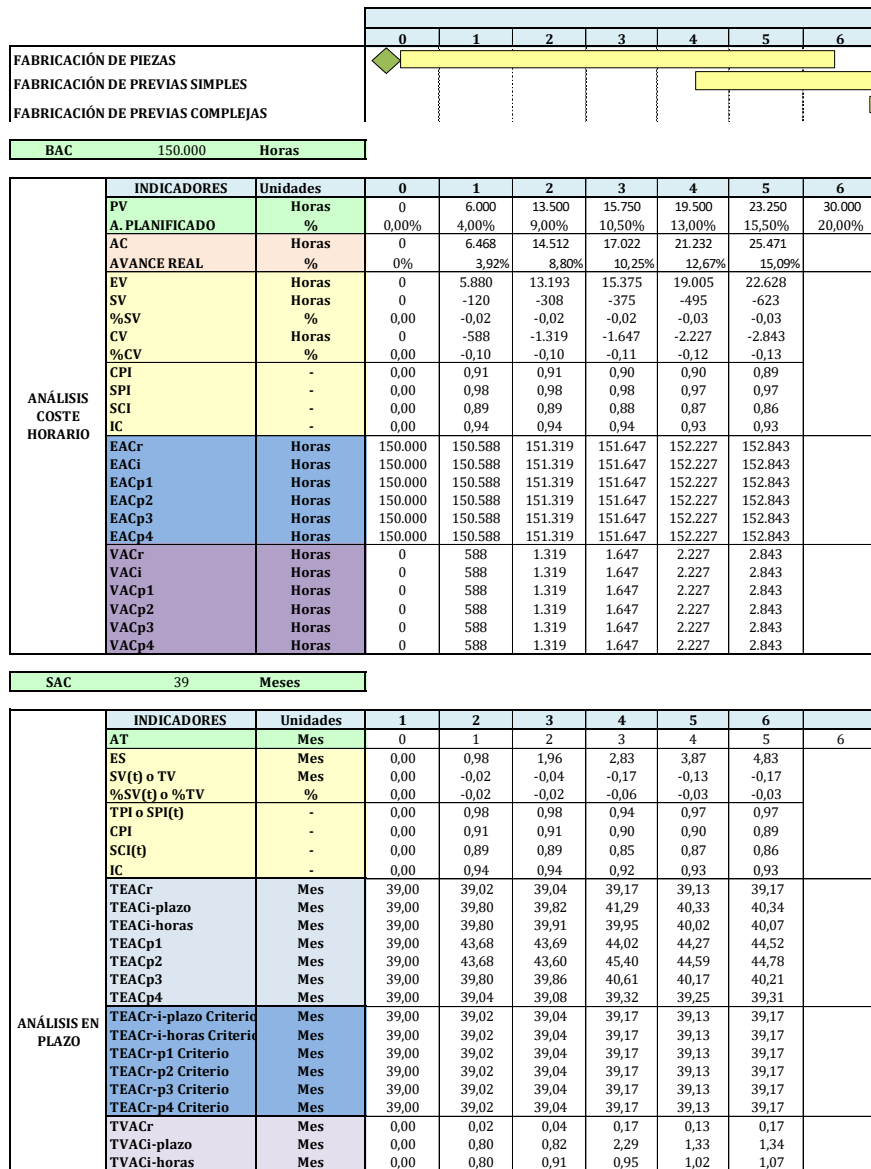
Figura 5.1: Diagrama Gantt de las tareas del proyecto.



1.3. Documento de seguimiento

El documento de seguimiento de obra integra el diagrama de Gantt y el presupuesto con el objetivo de calcular las medidas de rendimiento que informen sobre el estado de la obra en los diferentes puntos de control (Figura 5.2).

Figura 5.2: Documento de seguimiento y control.



Nuevos desarrollos en el sistema de gestión del valor ganado aplicado al proyecto de un buque militar de superficie.

Los indicadores del estado del proyecto serán calculados a partir del Método de Valor Ganado y el Método de la Planificación Ganada. En la Figura 5.2 se puede ver que hay tres zonas diferenciadas: el cronograma, un análisis del coste horario y un análisis del plazo del proyecto.

También se puede apreciar, que los únicos datos que se tienen desde el principio es el cronograma, el valor planificado mes a mes y el avance planificado mensual.

Los valores del avance real y el coste actual, serán dados mes a mes por el personal responsable de la construcción del buque. Una vez se tengan estos datos, las tablas del documento se actualizan automáticamente.

Por último, se realizarán las gráficas necesarias para visualizar los datos obtenidos de los métodos, para poder tomar las medidas que sean necesarias y producir los cambios oportunos.

A continuación, a modo de recordatorio, se listarán los términos del Método del Valor Ganado y de la Planificación Ganada a utilizar en el documento de seguimiento.

Componentes básicos del EVMS

- **PV:** Valor Planificado (Planned Value) o **BCWS:** coste presupuestado del trabajo programado (Budgeted Cost of Work Scheduled).
- **BAC:** Presupuesto Completo (Budget at Completion) o \sum **BCWS:** Sumatorio del coste presupuestado del trabajo programado (Sum of Budgeted Cost of Work Scheduled).
- **AC:** Coste Actual (Actual Cost) o **ACWP:** Coste Actual del Trabajo Realizado (Actual Cost of Work Performed).
- **EV:** Valor Ganado (Earned Value) o **BCWP:** coste presupuestado del trabajo realizado (Budgeted Cost of Work Performed).

Desviaciones del proyecto del EVMS

- **CV:** Variación del Coste (Cost Variance).
- **%CV:** %Variación del Coste (%Cost Variance).
- **SV:** Variación de la planificación (Schedule Variance).
- **%SV:** %Variación de la planificación (%Schedule Variance).

Índices de cumplimiento del EVMS

- **CPI:** Índice de Cumplimiento del Coste (Cost Performance Index).
- **SPI:** Índice de Cumplimiento del Plazo (Schedule Performance Index).
- **SCI:** Índice de coste plazo o índice crítico (Schedule-Cost Index).
- **IC:** Índice Compuesto.

Estimación y variación a la finalización del EVMS

- **EAC_r:** Estimación de la finalización realizada (Estimate at Completion).
- **EAC_i:** Estimación de la finalización inducida (Estimate at Completion).
- **EAC_{p1}:** Estimación de la finalización ponderada 1 (Estimate at Completion).
- **EAC_{p2}:** Estimación de la finalización ponderada 2 (Estimate at Completion).
- **EAC_{p3}:** Estimación de la finalización ponderada 3 (Estimate at Completion).
- **EAC_{p4}:** Estimación de la finalización ponderada 4 (Estimate at Completion).
- **VAC:** Variación a la finalización (Variance at Completion).

Componentes básicos del ES

- **SAC:** Duración Total de la Línea Base (Schedule at Completion).
- **AT:** Duración actual (Actual Time).
- **ES:** Panificación Ganada (Earned Schedule)

Desviación del proyecto del ES

- **SV(t) o TV:** Variación de la planificación (Schedule Variance or Time Variance)
- **%SV(t) o %TV:** %Variación de la planificación (%Schedule Variance or %Time Variance)

Índices de cumplimiento del ES

- **SPI (t) o TPI:** Índice de Cumplimiento del Plazo (Schedule Performance Index or Time Performance Index).
- **SCI(t):** Índice de coste-plazo o Índice crítico (Schedule-Cost Index)
- **IC (t):** Índice Compuesto.

Estimación y variación a la finalización del ES

- **TEAC_r:** Estimación de la finalización realizada (Estimate at Completion).
- **TEAC_i:** Estimación de la finalización inducida (Estimate at Completion).
- **TEAC_{p1}:** Estimación de la finalización ponderada 1 (Estimate at Completion).
- **TEAC_{p2}:** Estimación de la finalización ponderada 2 (Estimate at Completion).
- **TEAC_{p3}:** Estimación de la finalización ponderada 3 (Estimate at Completion).
- **TEAC_{p4}:** Estimación de la finalización ponderada 4 (Estimate at Completion).
- **TVAC:** Variación a la finalización del plazo (Variance at Completion).

2. RESULTADOS DEL ESTUDIO

Los resultados del estudio están compuestos por 6 casos estudio donde en los tres primeros el avance del proyecto es diferente, y los tres restantes tienen fijo el avance del proyecto y varían otros parámetros, como el coste actual y/o el avance real del proyecto. A continuación se explica cada caso estudio y se analizan los resultados obtenidos.

2.1. Caso estudio 1:

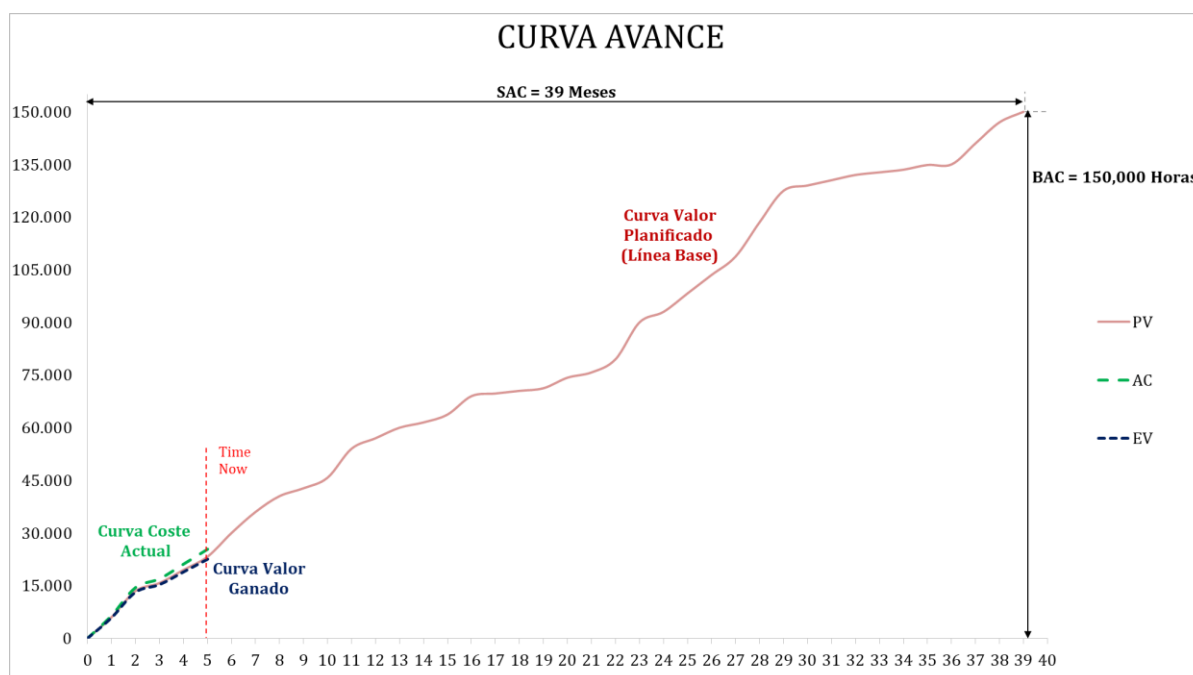
La primera hipótesis de partida a estudiar, se da en el mes 5 de la construcción del buque militar de superficie, en el que el valor planificado para dicho mes es de 23.250 horas con un avance planificado del 15,50%. Al finalizar el mes, el equipo de proyecto da un resultado del coste actual del mes y del avance real que lleva la construcción. Siendo el valor del coste actual de 25.471 horas y el avance real de 15,03%. Con los cuatro parámetros anteriores y el presupuesto horario total de la construcción del buque, BAC = 150.000 horas, se procede a calcular el Valor ganado aplicando la ecuación (3), definida en el *Capítulo 4*. En la Tabla 5.1 se recogen los datos hallados de los componentes básicos del EVMS.

Tabla 5.1: Valores de los componentes básicos según el avance del 15,09% del EVMS.

BAC 150.000 Horas			0	1	2	3	4	5
ANÁLISIS COSTE HORARIO	INDICADORES	Unidades						
	PV	Horas	-	6.000	13.500	15.750	19.500	23.250
	A. PLANIFICADO	%	-	4,00%	9,00%	10,50%	13,00%	15,50%
	AC	Horas	-	6.468	14.512	17.022	21.232	25.471
	AVANCE REAL	%	-	3,92%	8,80%	10,25%	12,67%	15,09%
EV	Horas	-	5.880	13.193	15.375	19.005	22.628	

Con los datos de la Tabla 5.1, se hace una representación gráfica, en la que se ve de forma visual el estado de la construcción del buque.

Gráfica 5.1: Curvas de Avance del 15,09% por el Método del Valor Ganado.



Nuevos desarrollos en el sistema de gestión del valor ganado aplicado al proyecto de un buque militar de superficie.

Observando la Gráfica 5.1, la curva de color verde representa el coste horario actual y como se ve, está por encima de la curva del valor planificado, mientras que la curva azul representa el valor ganado y está ligeramente por debajo de la curva del valor planificado. Esto quiere decir, que el proyecto en este mes tiene un sobre coste y un porcentaje de avance menor que el planificado.

Según Quentin W. Fleming y Joel M. Koppelman en el artículo *A Powerful Tool for Software Projects*, el método del valor ganado empieza a dar resultados coherentes y con precisión una vez se alcance el 15 por ciento del punto de finalización del proyecto.

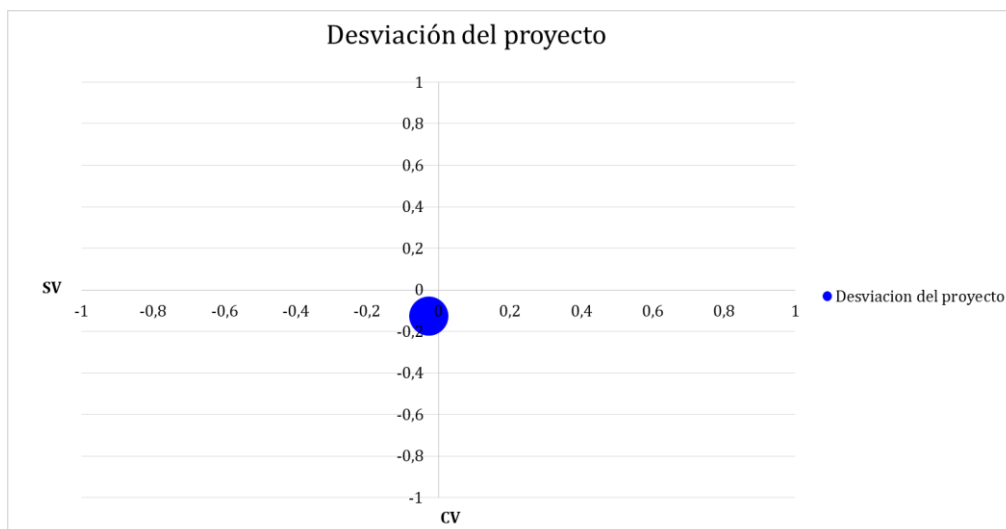
Una vez calculado los componentes básicos, y viendo que el proyecto empieza a tener variaciones, se procederá a calcular las desviaciones del proyecto, véase la Tabla 5.2.

Tabla 5.2: Valores de las desviaciones en coste y en plazo del 15,09% de avance real.

INDICADORES	Unidades	0	1	2	3	4	5
SV	Horas	-	-120	-308	-375	-495	-623
%SV	%	0,00	-0,02	-0,02	-0,02	-0,03	-0,03
CV	Horas	-	-588	-1.319	-1.647	-2.227	-2.843
%CV	%	0,00	-0,10	-0,10	-0,11	-0,12	-0,13
CPI	-	-	0,91	0,91	0,90	0,90	0,89

En la Gráfica 5.2, se observa que la burbuja se encuentra en el tercer cuadrante, esto quiere decir, que el coste está por encima de lo previsto y que el proyecto está atrasado. Como se puede ver, se encuentra muy cercana al centro del eje, por lo que todavía se puede recuperar estas desviaciones y volver a los valores planificados.

Gráfica 5.2: Desviación del plazo y coste del 15,09% de avance real.



Nuevos desarrollos en el sistema de gestión del valor ganado aplicado al proyecto de un buque militar de superficie.

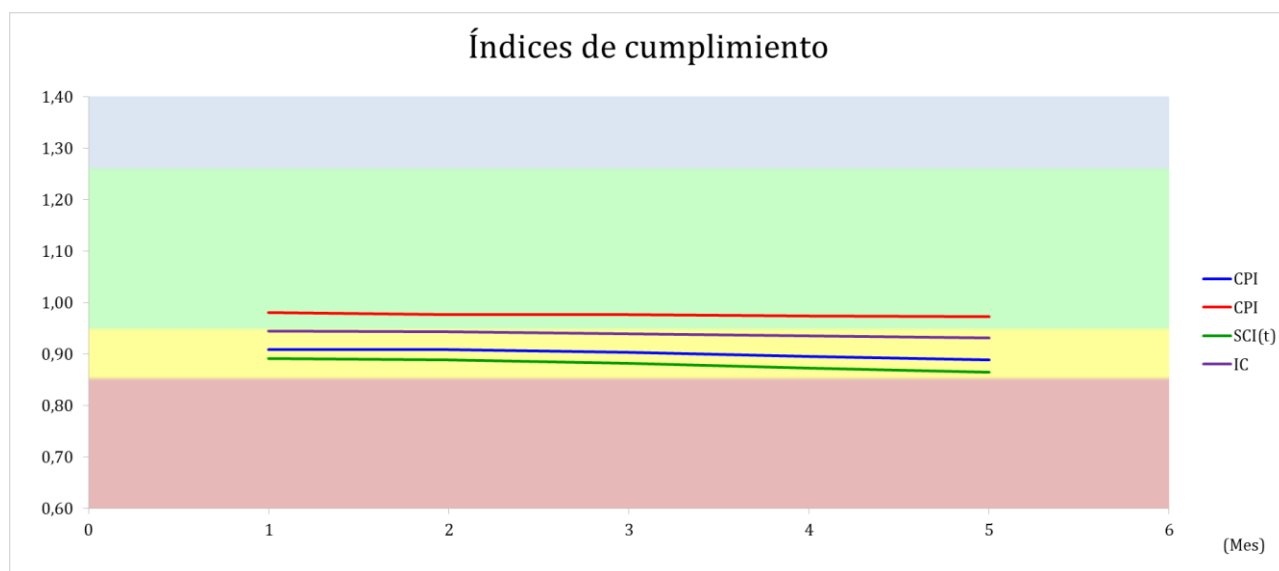
Siguiendo analizando los demás parámetros, se hallan los índices de cumplimiento (Tabla 5.3).

Tabla 5.3: Valores de los índices de cumplimiento del proyecto según el 15,09% de avance.

INDICADORES	Unidades	0	1	2	3	4	5
CPI	-	-	0,91	0,91	0,90	0,90	0,89
SPI	-	-	0,98	0,98	0,98	0,97	0,97
SCI	-	-	0,89	0,89	0,88	0,87	0,86
IC	-	-	0,94	0,94	0,94	0,93	0,93

La Gráfica 5.3, como se observa, la curva de color rojo representa el índice de cumplimiento en plazo y se encuentra en la zona verde, esto quiere decir que está dentro de los límites permitidos de variación y cumple con lo planificado. Mientras que la curva azul, que es el índice de cumplimiento en coste está en la zona amarilla, esta zona indica que no se pueden descuidar los costes, ya que si no, dicho índice entrará en la zona roja apeligrando así el presupuesto de la construcción. Los otros dos índices están compuestos por el SPI y el CPI, por lo tanto evolucionarán de la misma forma.

Gráfica 5.3: Índices de Cumplimiento del proyecto según el 15,09% de avance.



Por último, se calculan las estimaciones a la finalización. Como se ve en la Tabla 5.4, los valores son iguales para las diferentes estimaciones, ya que se ha aplicado el siguiente criterio:

Nuevos desarrollos en el sistema de gestión del valor ganado aplicado al proyecto de un buque militar de superficie.

- Si el avance del proyecto está entre 0% y es menor del 20%, la estimación a aplicar siempre será la estimación realizada, EAC_r.
- Si el avance es igual o mayor al 20%, la estimación a aplicar será la deseada por el gestor del proyecto.

Tabla 5.4: Valores de las estimaciones a la finalización según el avance del 15,09%.

INDICADORES	Unidades	1	2	3	4	5	6
EACr	Horas	150.000	150.588	151.319	151.647	152.227	152.843
EACi	Horas	150.000	165.000	165.000	166.065	167.580	168.848
EACp1	Horas	150.000	168.235	168.508	169.700	171.392	172.793
EACp2	Horas	150.000	168.235	168.150	174.832	172.575	173.772
EACp3	Horas	150.000	158.807	158.849	162.363	161.109	161.710
EACp4	Horas	150.000	151.153	152.522	153.124	154.173	155.258
EACr Criterio	Horas	150.000	150.588	151.319	151.647	152.227	152.843
EACi Criterio	Horas	150.000	150.588	151.319	151.647	152.227	152.843
EACp1 Criterio	Horas	150.000	150.588	151.319	151.647	152.227	152.843
EACp2 Criterio	Horas	150.000	150.588	151.319	151.647	152.227	152.843
EACp3 Criterio	Horas	150.000	150.588	151.319	151.647	152.227	152.843
EACp4 Criterio	Horas	150.000	150.588	151.319	151.647	152.227	152.843

En la variación a la finalización pasa lo mismo, ya que para cada EAC tiene su VAC asociado. Como el EAC es igual el VAC también.

Tabla 5.5: Valores de las variaciones a la finalización según el avance del 15,09%.

INDICADORES	Unidades	1	2	3	4	5	6
VACr	Horas	0	588	1.319	1.647	2.227	2.843
VACi	Horas	0	15.000	15.000	16.065	17.580	18.848
VACp1	Horas	0	18.235	18.508	19.700	21.392	22.793
VACp2	Horas	0	18.235	18.150	24.832	22.575	23.772
VACp3	Horas	0	8.807	8.849	12.363	11.109	11.710
VACp4	Horas	0	1.153	2.522	3.124	4.173	5.258
VACr Criterio	Horas	0	588	1.319	1.647	2.227	2.843
VACi Criterio	Horas	0	588	1.319	1.647	2.227	2.843
VACp1 Criterio	Horas	0	588	1.319	1.647	2.227	2.843
VACp2 Criterio	Horas	0	588	1.319	1.647	2.227	2.843
VACp3 Criterio	Horas	0	588	1.319	1.647	2.227	2.843
VACp4 Criterio	Horas	0	588	1.319	1.647	2.227	2.843

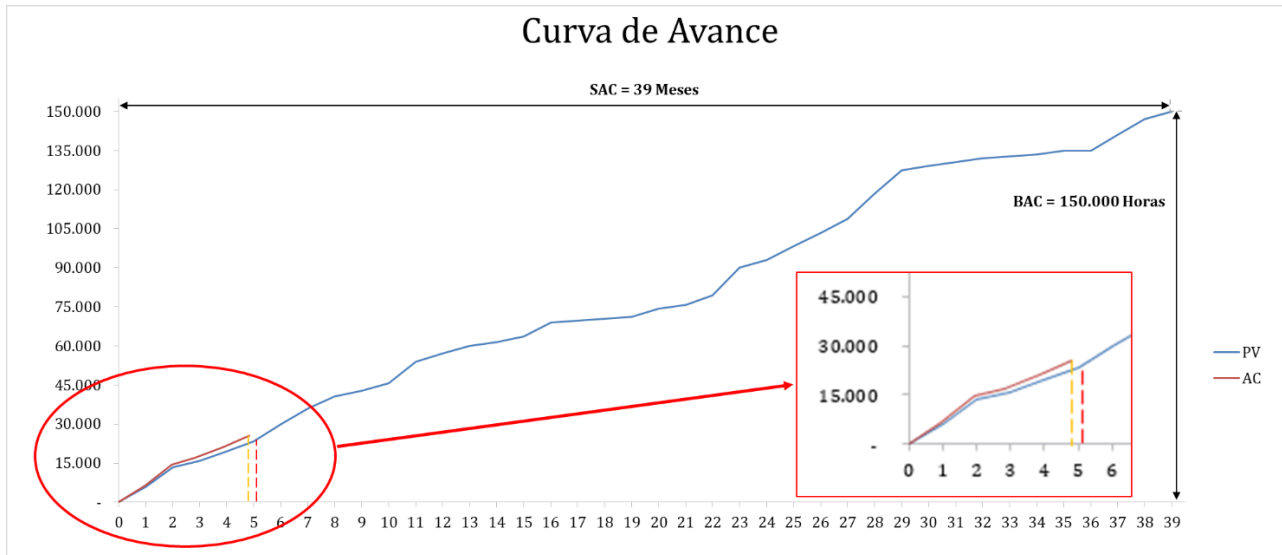
Estos valores serán utilizados posteriormente para obtener las proyecciones del proyecto.

A continuación, se procede al cálculo del Método de la Planificación Ganada.

Nuevos desarrollos en el sistema de gestión del valor ganado aplicado al proyecto de un buque militar de superficie.

En primer lugar, se calcula el parámetro ES, que es la planificación ganada respecto al valor ganado. Dicho parámetro dará una estimación del plazo mucho más fiable y exacta que el método del valor ganado.

Gráfica 5.4: Curva de Avance mediante el Método de la Planificación Ganada en el 15,09% de avance real.



Como se observa en la Gráfica 5.4, para mostrar el avance del proyecto solo es necesario dos curvas, la curva del valor planificado y la curva del valor ganado, ya que con estas dos curvas, se puede visualizar el avance del proyecto, viendo que va atrasado en plazo y con un sobre coste. Por el contrario en la Gráfica 5.1, para poder mostrar el avance del proyecto es necesario representar una tercera curva del coste actual.

Por lo que en un principio, se puede observar que el Método del Valor Ganado puede ser complementado con el Método de la Planificación Ganada.

Una vez obtenida las componentes básicas, se calculan las desviaciones del proyecto, véase la Tabla 5.6.

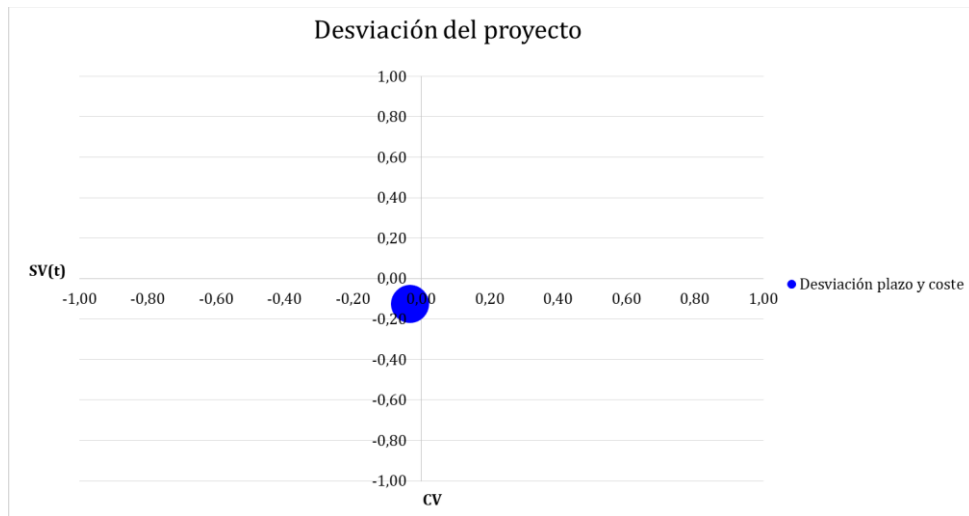
Tabla 5.6: Valores de las desviaciones en coste y plazo mediante el ES según el avance del 15,09%.

INDICADORES	Unidades	0	1	2	3	4	5
CV	Horas	0,00	-588	-1.319	-1.647	-2.227	-2.843
%CV	%	0,00	-0,10	-0,10	-0,11	-0,12	-0,13
SV(t) o TV	Mes	0,00	-0,02	-0,04	-0,17	-0,13	-0,17
%SV(t) o %TV	%	0,00	-0,02	-0,02	-0,06	-0,03	-0,03

Viendo el resultado tanto numérico como gráfico, se puede decir que prácticamente no varía mucho del Método del Valor Ganado.

Nuevos desarrollos en el sistema de gestión del valor ganado aplicado al proyecto de un buque militar de superficie.

Gráfica 5.5: Desviación del proyecto mediante el ES según el avance del 15,09%.



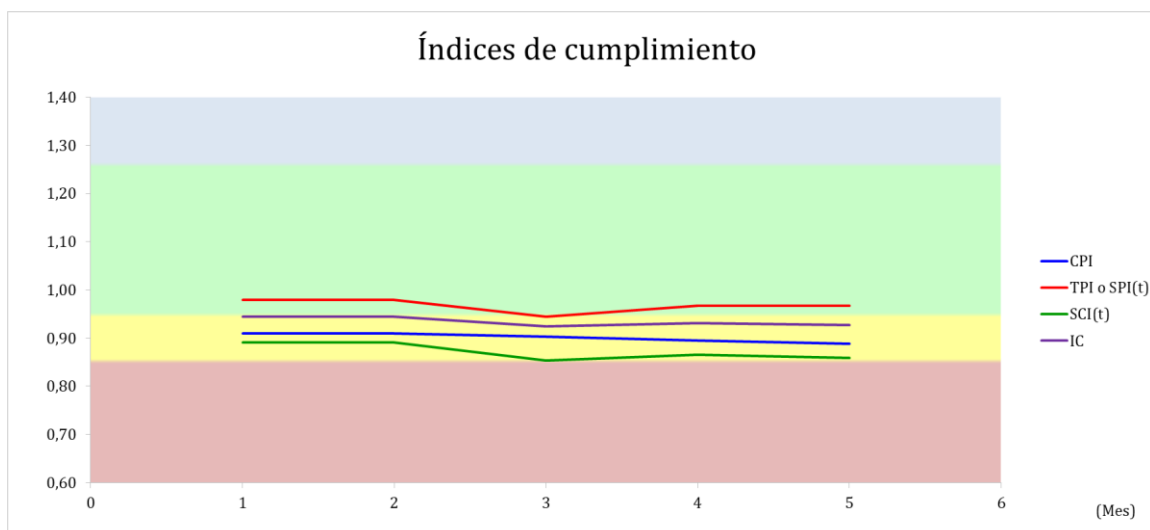
Siguiendo analizando los demás parámetros, se hallan los índices de cumplimiento (Tabla 5.7).

Tabla 5.7: Valores de los índices de cumplimiento del 15,09% de avance según el ES.

INDICADORES	Unidades	0	1	2	3	4	5
TPI o SPI(t)	-	-	0,98	0,98	0,94	0,97	0,97
CPI	-	-	0,91	0,91	0,90	0,90	0,89
SCI(t)	-	-	0,89	0,89	0,85	0,87	0,86
IC	-	-	0,94	0,94	0,92	0,93	0,93

Si se compara la Gráfica 5.3 y la Gráfica 5.6, se puede apreciar una clara diferencia ya que el parámetro SPI (t) se calcula con parámetros de plazo y no de coste, dando un valor diferente al calculado por el EVMS. Y claramente varían las otras dos curvas, ya que son función de esta.

Gráfica 5.6: Índices de Cumplimiento del proyecto según el 15,09% de avance mediante el ES.



Nuevos desarrollos en el sistema de gestión del valor ganado aplicado al proyecto de un buque militar de superficie.

Por último, se calculan las estimaciones a la finalización de plazo. Como se ve en la Tabla 5.8, los valores son iguales para las diferentes estimaciones, ya que se ha aplicado el siguiente criterio:

- Si el avance del proyecto está entre 0% y es menor del 20%, la estimación a aplicar siempre será la estimación realizada, TEAC_r.
- Si el avance es igual o mayor al 20%, la estimación a aplicar será la deseada por el gestor del proyecto.

Tabla 5.8: Valores de las estimaciones a la finalización del plazo según el avance del 15,09%.

INDICADORES	Unidades	1	2	3	4	5	6
TEAC _r	Mes	39,00	39,02	39,04	39,17	39,13	39,17
TEAC _i -plazo	Mes	39,00	39,80	39,82	41,29	40,33	40,34
TEAC _i -horas	Mes	39,00	39,80	39,91	39,95	40,02	40,07
TEAC _p 1	Mes	39,00	43,68	43,69	44,02	44,27	44,52
TEAC _p 2	Mes	39,00	43,68	43,60	45,40	44,59	44,78
TEAC _p 3	Mes	39,00	39,80	39,86	40,61	40,17	40,21
TEAC _p 4	Mes	39,00	39,04	39,08	39,32	39,25	39,31
TEAC _r -i-plazo Criterio	Mes	39,00	39,02	39,04	39,17	39,13	39,17
TEAC _r -i-horas Criterio	Mes	39,00	39,02	39,04	39,17	39,13	39,17
TEAC _r -p1 Criterio	Mes	39,00	39,02	39,04	39,17	39,13	39,17
TEAC _r -p2 Criterio	Mes	39,00	39,02	39,04	39,17	39,13	39,17
TEAC _r -p3 Criterio	Mes	39,00	39,02	39,04	39,17	39,13	39,17
TEAC _r -p4 Criterio	Mes	39,00	39,02	39,04	39,17	39,13	39,17

En la variación a la finalización pasa lo mismo, ya que para cada TEAC tiene su TVAC asociado. Como el TEAC es igual el TVAC también.

Tabla 5.9: Valores de las variaciones a la finalización del plazo según el avance del 15,09%.

INDICADORES	Unidades	1	2	3	4	5	6
TVAC _r	Mes	0,00	0,02	0,04	0,17	0,13	0,17
TVAC _i -plazo	Mes	0,00	0,80	0,82	2,29	1,33	1,34
TVAC _i -horas	Mes	0,00	0,80	0,91	0,95	1,02	1,07
TVAC _p 1	Mes	0,00	4,68	4,69	5,02	5,27	5,52
TVAC _p 2	Mes	0,00	4,68	4,60	6,40	5,59	5,78
TVAC _p 3	Mes	0,00	0,80	0,86	1,61	1,17	1,21
TVAC _p 4	Mes	0,00	0,04	0,08	0,32	0,25	0,31
TVAC _r -iplazo Criterio	Mes	0,00	0,02	0,04	0,17	0,13	0,17
TVAC _r -ihoras Criterio	Mes	0,00	0,02	0,04	0,17	0,13	0,17
TVAC _r -p1 Criterio	Mes	0,00	0,02	0,04	0,17	0,13	0,17
TVAC _r -p2 Criterio	Mes	0,00	0,02	0,04	0,17	0,13	0,17
TVAC _r -p3 Criterio	Mes	0,00	0,02	0,04	0,17	0,13	0,17
TVAC _r -p4 Criterio	Mes	0,00	0,02	0,04	0,17	0,13	0,17

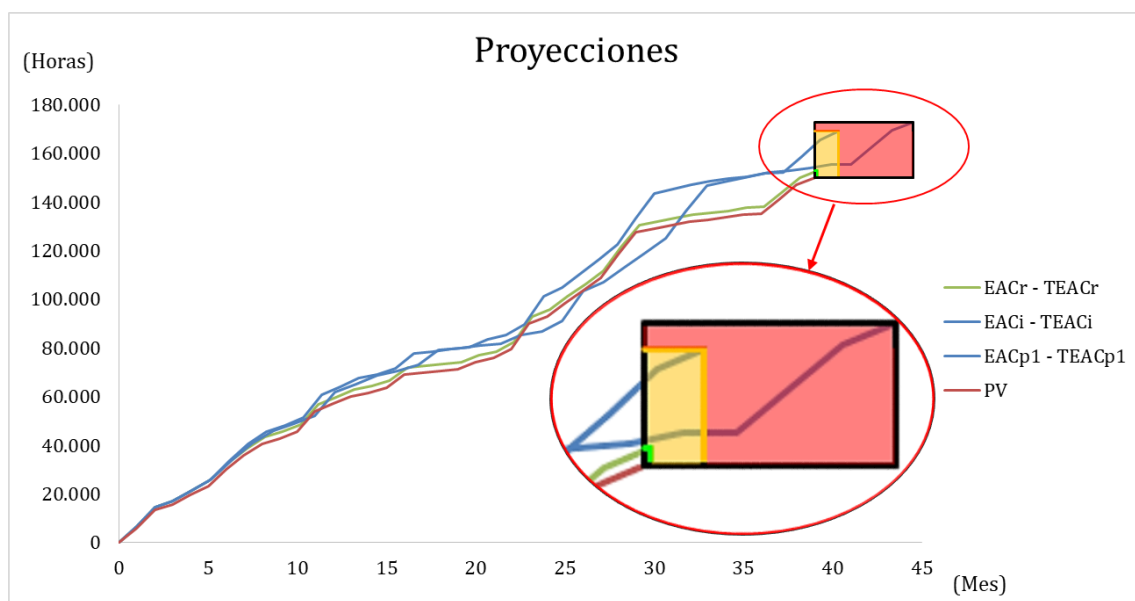
Estos valores junto con las estimaciones a la finalización del coste, se van a utilizar para obtener las proyecciones de evolución del proyecto si no se toman las medidas de corrección correctas.

Nuevos desarrollos en el sistema de gestión del valor ganado aplicado al proyecto de un buque militar de superficie.

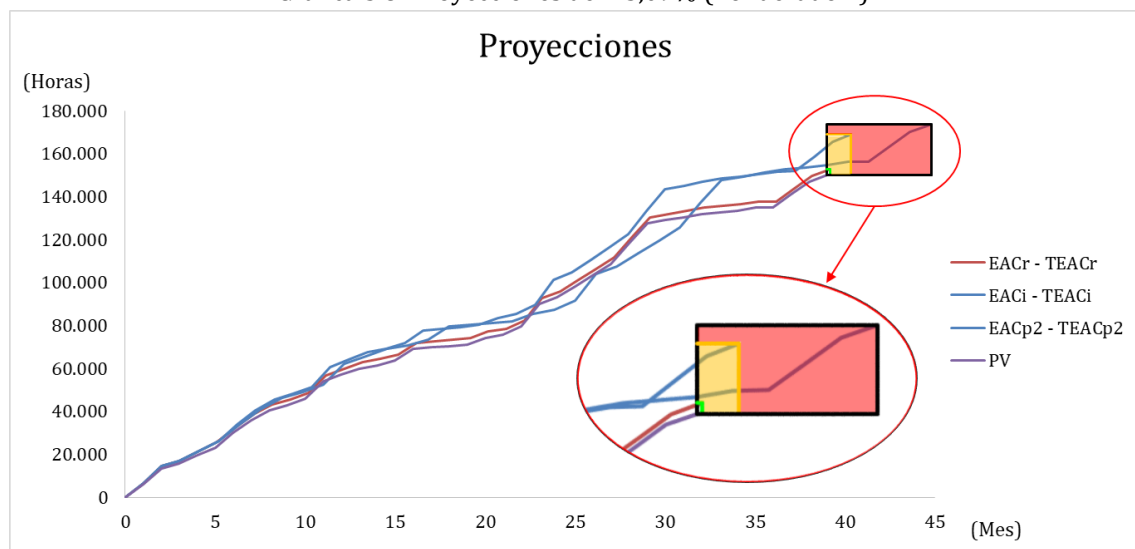
Las proyecciones obtenidas forman un área, dando una visualización de los valores más optimistas, probables y pesimistas, a los que puede llegar la finalización del proyecto. Como se puede observar en las Gráficas 5.7 – Gráfica 5.10, la zona de valores optimista es el área coloreada de verde, la zona probable es el área amarillo y la zona pesimista es el área roja. En todo momento, hay que evitar la zona amarilla y roja tomando las medidas adecuadas.

Para realizar las proyecciones como se puede observar en las Gráficas 5.7 – Gráfica 5.10, se utilizan tres parámetros, los valores del realizado, del inducido y uno de los cuatro valores del ponderado, por eso hay cuatro graficas diferentes.

Gráfica 5.7: Proyecciones del 15,09% (Ponderado 1).

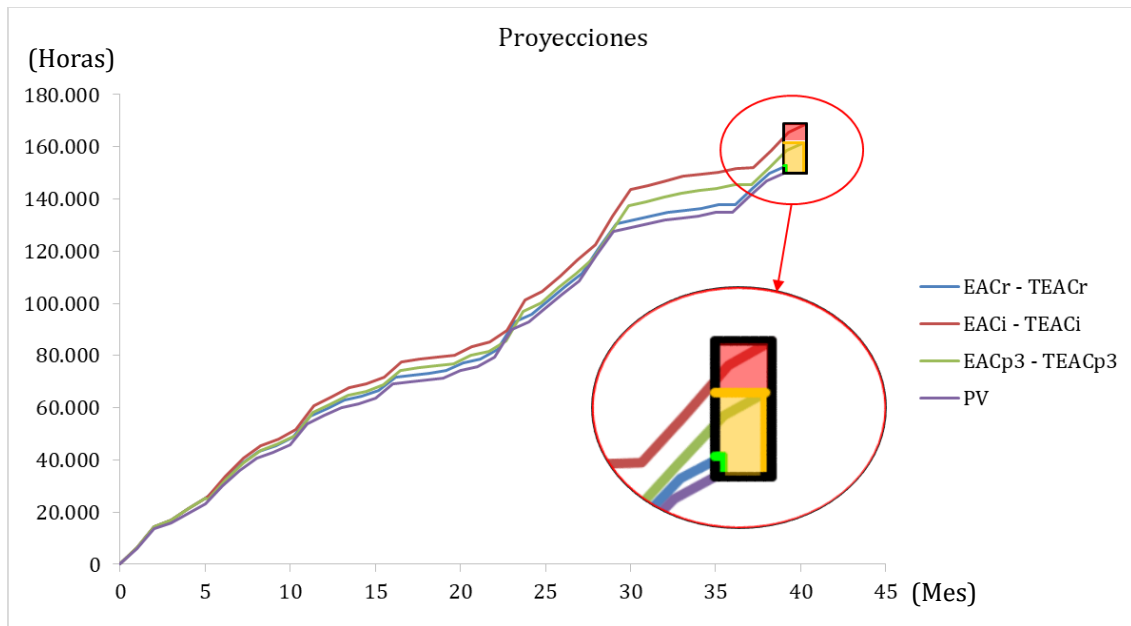


Gráfica 5.8: Proyecciones del 15,09% (Ponderado 2).

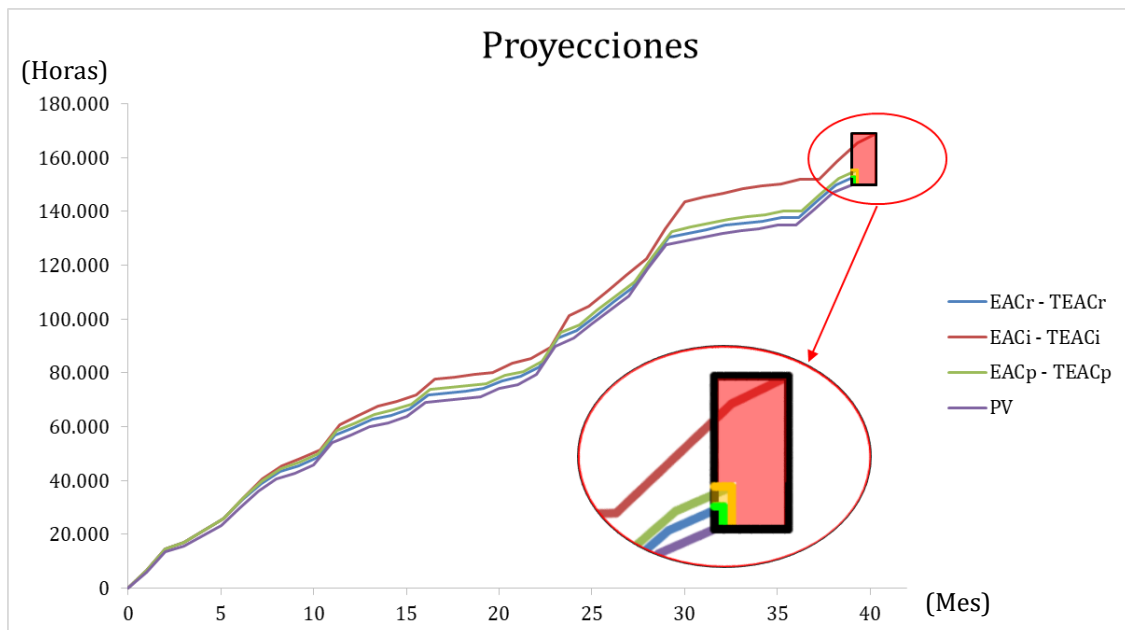


Nuevos desarrollos en el sistema de gestión del valor ganado aplicado al proyecto de un buque militar de superficie.

Gráfica 5.9: Proyecciones del 15,09% (Ponderado 3).



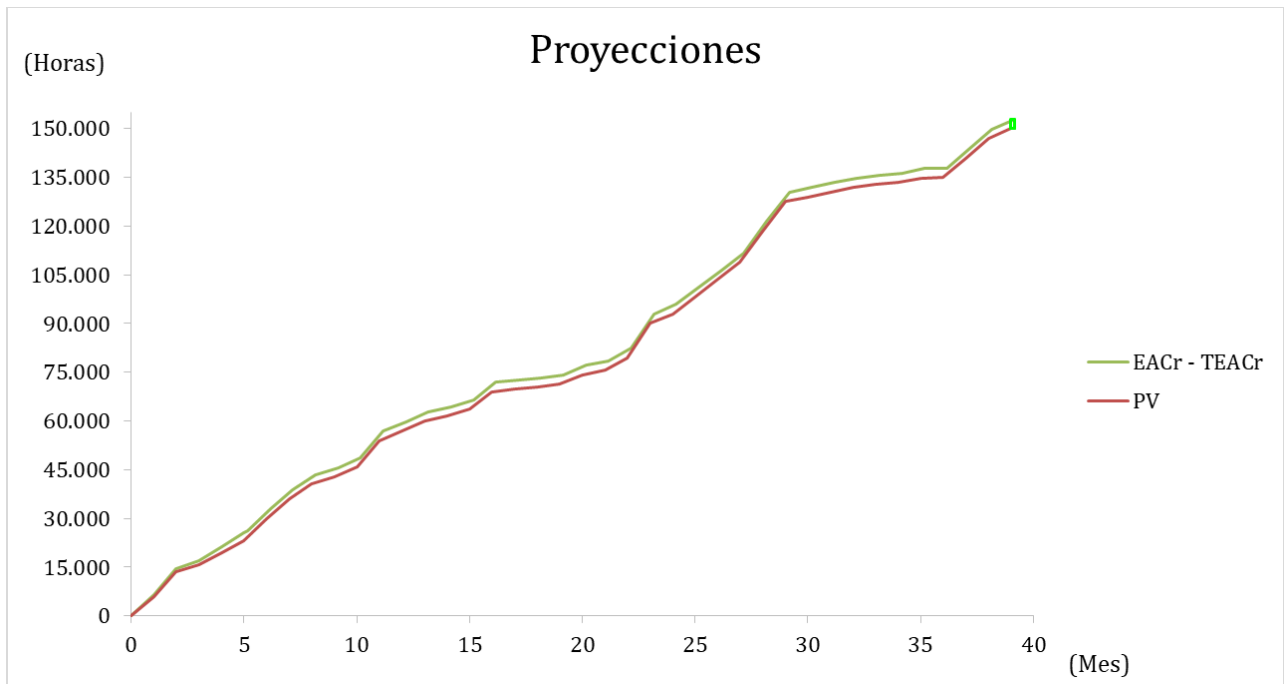
Gráfica 5.10: Proyecciones del 15,09% (Ponderado 4).



Como se ha dicho anteriormente, como el avance es menor al 20%, se aplica el criterio de que toda estimación es igual a la estimación realizada. Por lo que en este primer caso estudio, la estimación a la finalización del proyecto es muy próxima a la planificada, estando en valores optimistas (Gráfica 5.11).

Nuevos desarrollos en el sistema de gestión del valor ganado aplicado al proyecto de un buque militar de superficie.

Gráfica 5.11: Proyección del 15,09% de avance según criterio.



2.2. Caso estudio 2:

El siguiente caso estudio, se da cuando el avance del proyecto ha sobrepasado el 20%, obteniendo los siguientes datos, véase la Tabla 5.10.

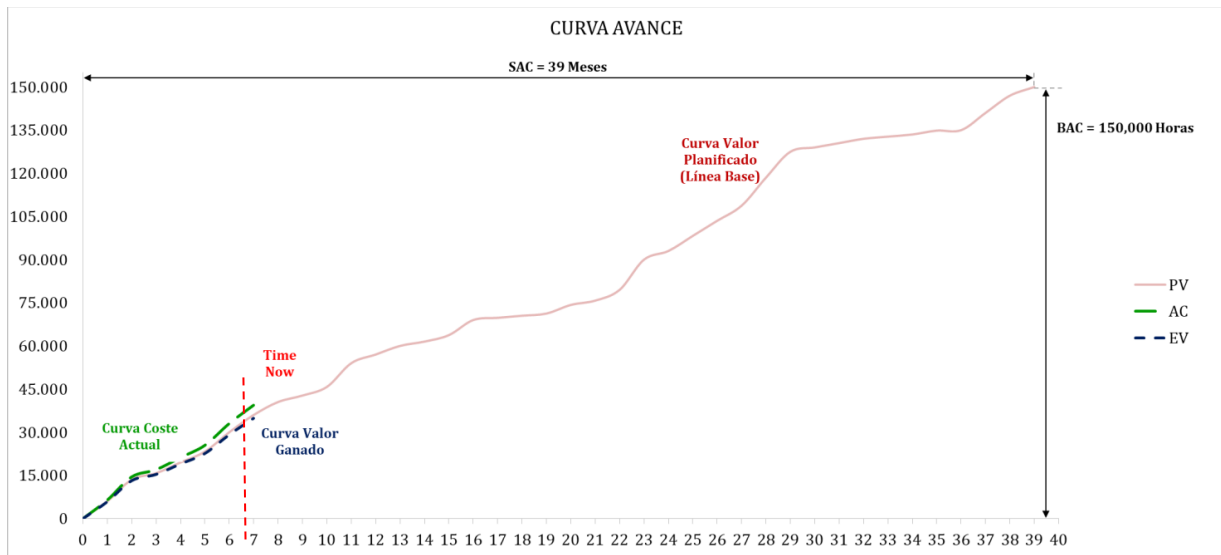
Tabla 5.10: Valores de los componentes básicos según el avance del 23,23% del EVMS.

BAC		150.000	Horas								
ANÁLISIS COSTE HORARIO	INDICADORES	Unidades	0	1	2	3	4	5	6	7	
	PV	Horas	-	6.000	13.500	15.750	19.500	23.250	30.000	36.000	
	A. PLANIFICADO	%	-	4,00%	9,00%	10,50%	13,00%	15,50%	20,00%	24,00%	
	AC	Horas	-	6.468	14.512	17.022	21.232	25.471	33.035	39.419	
	AVANCE REAL	%	-	3,92%	8,80%	10,25%	12,67%	15,09%	19,43%	23,23%	
EV	Horas	-	5.880	13.193	15.375	19.005	22.628	29.148	34.848		

Con los datos de la Tabla 5.10, se hace una representación gráfica, en la que se ve de forma visual el estado de la construcción del buque.

Nuevos desarrollos en el sistema de gestión del valor ganado aplicado al proyecto de un buque militar de superficie.

Gráfica 5.12: Curvas de Avance del 23,23% por el Método del Valor Ganado.



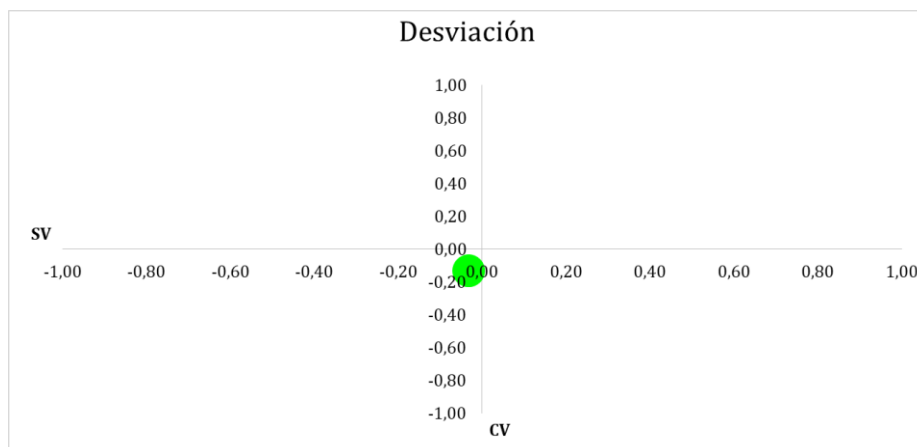
Observando la Gráfica 5.12, la curva de color verde representa el coste horario actual y como se ve, está por encima de la curva del valor planificado, mientras que la curva azul representa el valor ganado y está ligeramente por debajo de la curva del valor planificado. Esto quiere decir, que el proyecto en este mes tiene un sobre coste y un porcentaje de avance menor que el planificado.

Una vez calculado los componentes básicos, se procede a calcular las desviaciones del proyecto, véase la Tabla 5.11.

Tabla 5.11: Valores de las desviaciones en coste y en plazo del 23,23% de avance real.

INDICADORES	Unidades	0	1	2	3	4	5	6	7
SV	Horas	0	-120	-308	-375	-495	-623	-852	-1152
%SV	%	0,00	-0,02	-0,02	-0,02	-0,03	-0,03	-0,03	-0,03
CV	Horas	0	-588	-1319	-1647	-2227	-2843	-3887	-4571
%CV	%	0,00	-0,10	-0,10	-0,11	-0,12	-0,13	-0,13	-0,13

Gráfica 5.13: Desviación del plazo y coste del 23,23% de avance real.



Nuevos desarrollos en el sistema de gestión del valor ganado aplicado al proyecto de un buque militar de superficie.

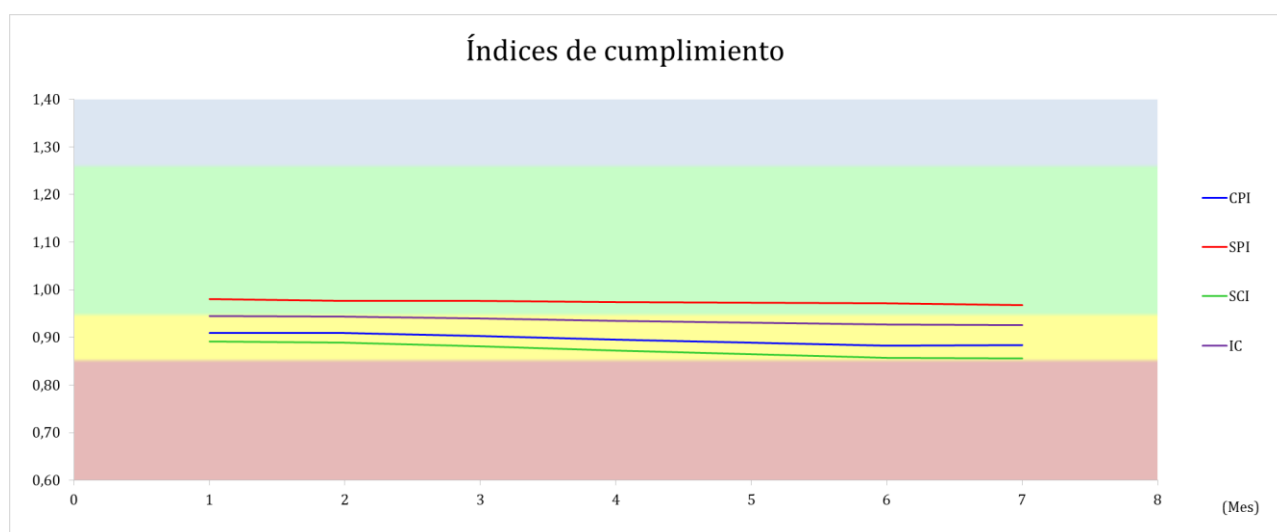
En la Gráfica 5.13, se observa que la burbuja se encuentra en el tercer cuadrante, esto quiere decir, que el coste está por encima de lo previsto y que el proyecto está atrasado. Como se puede ver, se encuentra muy cercana al centro del eje, por lo que tomando las medidas pertinentes se podrá mejorar el coste y el plazo del proyecto.

Siguiendo analizando los demás parámetros, se hallan los índices de cumplimiento (Tabla 5.12) y se hace una representación gráfica (Gráfica 5.14).

Tabla 5.12: Valores de los índices de cumplimiento del proyecto según el 23,23% de avance.

INDICADORES	Unidades	0	1	2	3	4	5	6	7
CPI	-	0,00	0,91	0,91	0,90	0,90	0,89	0,88	0,88
SPI	-	0,00	0,98	0,98	0,98	0,97	0,97	0,97	0,97
SCI	-	0,00	0,89	0,89	0,88	0,87	0,86	0,86	0,86
IC	-	0,00	0,94	0,94	0,94	0,93	0,93	0,93	0,93

Gráfica 5.14: Índices de Cumplimiento del proyecto según el 23,23% de avance.



La Gráfica 5.14, como se observa, la curva de color rojo representa el índice de cumplimiento en plazo y se encuentra en la zona verde, esto quiere decir que está dentro de los límites permitidos de variación y cumple con lo planificado. Mientras que la curva azul, que es el índice de cumplimiento en coste está en la zona amarilla, esta zona indica que no se pueden descuidar los costes, ya que si no, dicho índice entrará en la zona roja apeligrando así el presupuesto de la construcción. Los otros dos índices están compuestos por el SPI y el CPI, por lo tanto evolucionarán de la misma forma.

Nuevos desarrollos en el sistema de gestión del valor ganado aplicado al proyecto de un buque militar de superficie.

Por último, se calculan las estimaciones y variaciones a la finalización. Según se observa en la Tabla 5.13, los valores hasta el mes 6 son iguales ya que el avance del proyecto es menor del 20% y ya en el mes 7, cada estimación tiene un valor diferente. Como se puede ver, los valores varían mucho respecto a la estimación del realizado.

Tabla 5.13: Valores de las estimaciones a la finalización según el avance 23,23%.

INDICADORES	Unidades	0	1	2	3	4	5	6	7
EACr	Horas	150.000	150.588	151.319	151.647	152.227	152.843	153.887	154.571
EACi	Horas	150.000	165.000	165.000	166.065	167.580	168.848	170.001	169.673
EACp1	Horas	150.000	168.235	168.508	169.700	171.392	172.793	174.004	173.979
EACp2	Horas	150.000	168.235	168.150	174.832	172.575	173.772	172.944	173.347
EACp3	Horas	150.000	158.807	158.849	162.363	161.109	161.710	161.177	161.584
EACp4	Horas	150.000	151.153	152.522	153.124	154.173	155.258	157.018	158.079
EACr Criterio	Horas	150.000	150.588	151.319	151.647	152.227	152.843	153.887	154.571
EACi Criterio	Horas	150.000	150.588	151.319	151.647	152.227	152.843	153.887	169.673
EACp1 Criterio	Horas	150.000	150.588	151.319	151.647	152.227	152.843	153.887	173.979
EACp2 Criterio	Horas	150.000	150.588	151.319	151.647	152.227	152.843	153.887	173.347
EACp3 Criterio	Horas	150.000	150.588	151.319	151.647	152.227	152.843	153.887	161.584
EACp4 Criterio	Horas	150.000	150.588	151.319	151.647	152.227	152.843	153.887	158.079

De igual forma, se calcula la variación a la finalización.

Tabla 5.14: Valores de las variaciones a la finalización según el avance 23,23%.

INDICADORES	Unidades	0	1	2	3	4	5	6	7
VACr	Horas	0	588	1.319	1.647	2.227	2.843	3.887	4.571
VACi	Horas	0	15.000	15.000	16.065	17.580	18.848	20.001	19.673
VACp1	Horas	0	18.235	18.508	19.700	21.392	22.793	24.004	23.979
VACp2	Horas	0	18.235	18.150	24.832	22.575	23.772	22.944	23.347
VACp3	Horas	0	8.807	8.849	12.363	11.109	11.710	11.177	11.584
VACp4	Horas	0	1.153	2.522	3.124	4.173	5.258	7.018	8.079
VACr Criterio	Horas	0	588	1.319	1.647	2.227	2.843	3.887	4.571
VACi Criterio	Horas	0	588	1.319	1.647	2.227	2.843	3.887	19.673
VACp1 Criterio	Horas	0	588	1.319	1.647	2.227	2.843	3.887	36.757
VACp2 Criterio	Horas	0	588	1.319	1.647	2.227	2.843	3.887	23.347
VACp3 Criterio	Horas	0	588	1.319	1.647	2.227	2.843	3.887	11.584
VACp4 Criterio	Horas	0	588	1.319	1.647	2.227	2.843	3.887	8.079

Estos valores serán utilizados posteriormente para obtener las proyecciones del proyecto.

A continuación, se procede al cálculo del Método de la Planificación Ganada.

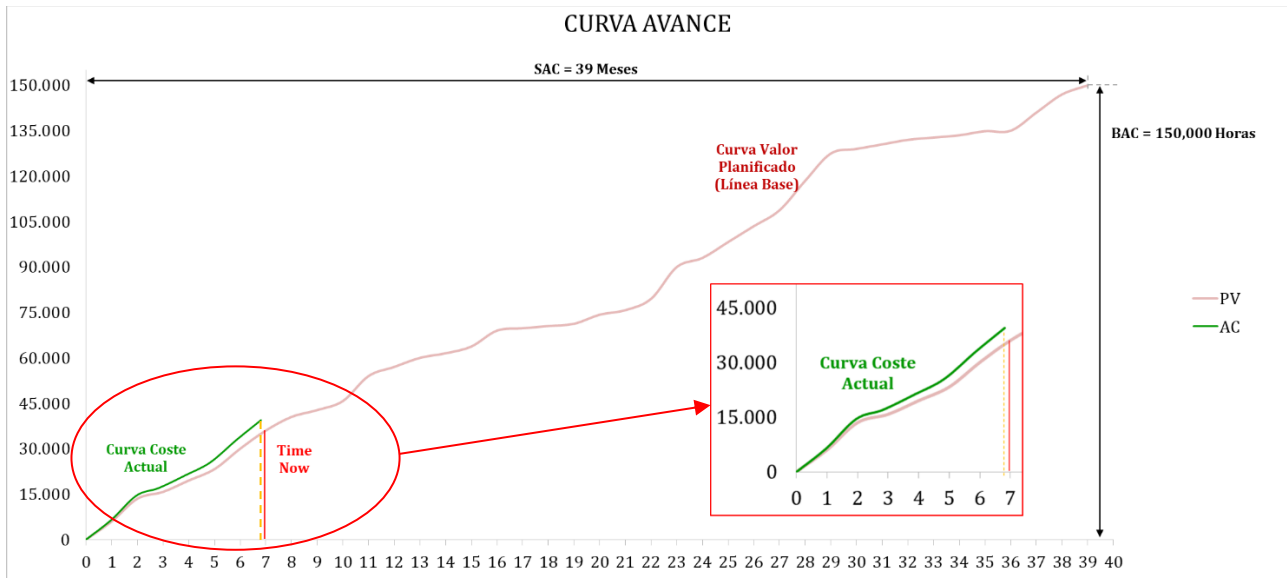
En primer lugar, se calcula el parámetro ES, que es la planificación ganada respecto al valor ganado. Dicho parámetro dará una estimación del plazo mucho más fiable y exacta que el método del valor ganado.

Nuevos desarrollos en el sistema de gestión del valor ganado aplicado al proyecto de un buque militar de superficie.

Tabla 5.15: Valores de los componentes básicos según el avance del 23,23% mediante el ES.

SAC		39 Meses								
ANÁLISIS EN PLAZO	INDICADORES	Unidades								
	AT	Mes	0	1	2	3	4	5	6	7
	ES	Mes	-	0,98	1,96	2,83	3,87	4,83	5,87	6,81

Gráfica 5.15: Curva de Avance mediante el Método de la Planificación Ganada en el 23,23% de avance real.



Como se observa en la Gráfica 5.15, para mostrar el avance del proyecto solo es necesario dos curvas, la curva del valor planificado y la curva del valor ganado, ya que con estas dos curvas, se puede visualizar el avance del proyecto, viendo que va atrasado en plazo y con un sobre coste. Por el contrario, en la Gráfica 5.12, para poder mostrar el avance del proyecto es necesario representar una tercera curva del coste actual.

Por lo que en un principio, se puede observar que el Método del Valor Ganado puede ser complementado con el Método de la Planificación Ganada.

Una vez obtenida las componentes básicas, se calculan las desviaciones del proyecto, véase la Tabla 5.16.

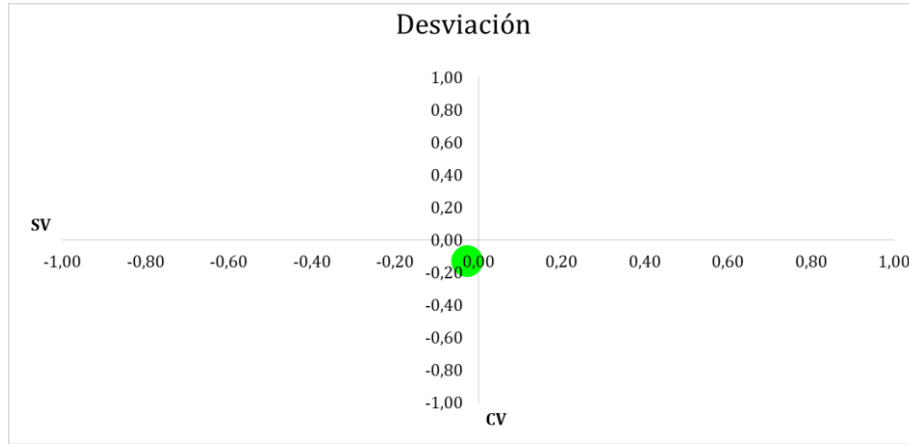
Tabla 5.16: Valores de las desviaciones en coste y plazo mediante el ES según el avance del 23,23%.

INDICADORES	Unidades	0	1	2	3	4	5	6	7
SV(t) o TV	Mes	0,00	-0,02	-0,04	-0,17	-0,13	-0,17	-0,13	-0,19
%SV(t) o %TV	%	0,00	-0,02	-0,02	-0,06	-0,03	-0,03	-0,02	-0,03

Nuevos desarrollos en el sistema de gestión del valor ganado aplicado al proyecto de un buque militar de superficie.

Viendo el resultado tanto numérico como gráfico, se puede decir que prácticamente no varía mucho del Método del Valor Ganado (Gráfica 5.16).

Gráfica 5.16: Desviación del proyecto mediante el ES según el avance del 23,23%.



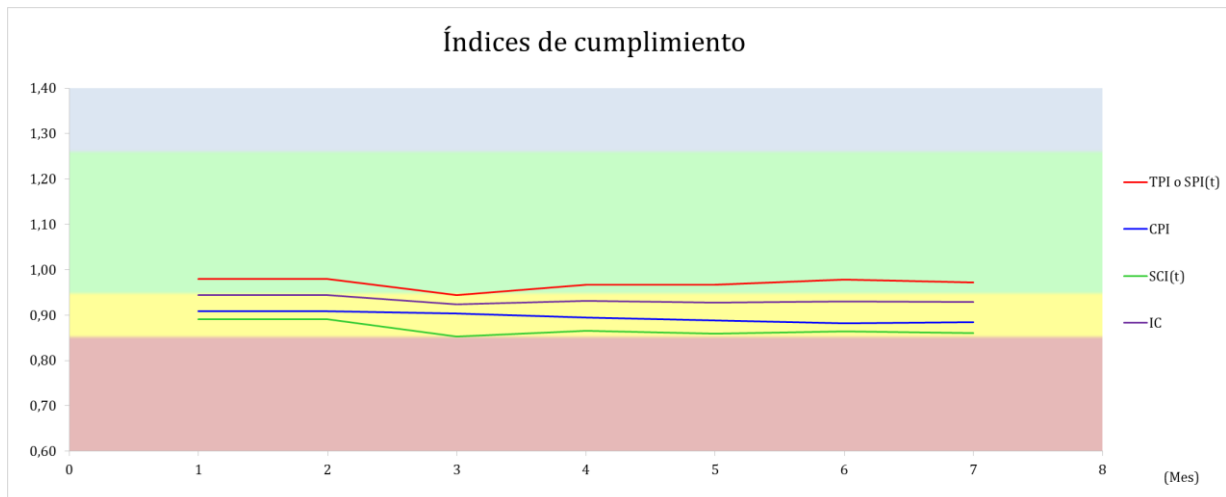
Siguiendo analizando los demás parámetros, se hallan los índices de cumplimiento (Tabla 5.17).

Tabla 5.17: Valores de los índices de cumplimiento del 23,23% de avance según el ES.

INDICADORES	Unidades	0	1	2	3	4	5	6	7
TPI o SPI(t)	-	0,00	0,98	0,98	0,94	0,97	0,97	0,98	0,97
CPI	-	0,00	0,91	0,91	0,90	0,90	0,89	0,88	0,88
SCI(t)	-	0,00	0,89	0,89	0,85	0,87	0,86	0,86	0,86
IC	-	0,00	0,94	0,94	0,92	0,93	0,93	0,93	0,93

Si se compara la Gráfica 5.17 y la Gráfica 5.14, se puede ver qué sucede lo mismo que en el caso estudio 1.

Gráfica 5.17: Índices de Cumplimiento del proyecto según el 23,23% de avance mediante el ES.



Nuevos desarrollos en el sistema de gestión del valor ganado aplicado al proyecto de un buque militar de superficie.

Por último, se calculan las estimaciones y variaciones a la finalización del plazo. Según se observa en la Tabla 5.18, los valores hasta el mes 6 son iguales ya que el avance del proyecto es menor del 20% y ya en el mes 7, cada estimación tiene un valor diferente. Como se puede ver, los valores varían mucho respecto a la estimación del realizado.

Tabla 5.18: Valores de las estimaciones a la finalización del plazo según el avance del 23,23%.

INDICADORES	Unidades	0	1	2	3	4	5	6	7
TEACr	Mes	39,00	39,02	39,04	39,17	39,13	39,17	39,13	39,19
TEACi-plazo	Mes	39,00	39,80	39,82	41,29	40,33	40,34	39,84	40,10
TEACi-horas	Mes	39,00	42,90	42,90	43,18	43,57	43,90	44,20	44,12
TEACp1	Mes	39,00	47,00	46,82	47,33	47,85	48,29	48,55	48,19
TEACp2	Mes	39,00	43,68	43,60	45,40	44,59	44,78	44,35	44,44
TEACp3	Mes	39,00	41,29	41,30	42,21	41,89	42,04	41,91	42,01
TEACp4	Mes	39,00	39,04	39,08	39,32	39,25	39,31	39,23	39,35
TEACr-i-plazo Criterio	Mes	39,00	39,02	39,04	39,17	39,13	39,17	39,84	40,10
TEACr-i-horas Criterio	Mes	39,00	39,02	39,04	39,17	39,13	39,17	44,20	44,12
TEACr-p1 Criterio	Mes	39,00	39,02	39,04	39,17	39,13	39,17	48,55	48,19
TEACr-p2 Criterio	Mes	39,00	39,02	39,04	39,17	39,13	39,17	44,35	44,44
TEACr-p3 Criterio	Mes	39,00	39,02	39,04	39,17	39,13	39,17	41,91	42,01
TEACr-p4 Criterio	Mes	39,00	39,02	39,04	39,17	39,13	39,17	39,23	39,35

De igual forma, se calcula la variación a la finalización.

Tabla 5.19: Valores de las variaciones a la finalización del plazo según el avance del 23,23%.

INDICADORES	Unidades	0	1	2	3	4	5	6	7
TVACr	Mes	0,00	0,02	0,04	0,17	0,13	0,17	0,13	0,19
TVACi-plazo	Mes	0,00	0,80	0,82	2,29	1,33	1,34	0,84	1,10
TVACi-horas	Mes	0,00	3,90	3,90	4,18	4,57	4,90	5,20	5,12
TVACp1	Mes	0,00	8,00	7,82	8,33	8,85	9,29	9,55	9,19
TVACp2	Mes	0,00	4,68	4,60	6,40	5,59	5,78	5,35	5,44
TVACp3	Mes	0,00	2,29	2,30	3,21	2,89	3,04	2,91	3,01
TVACp4	Mes	0,00	0,04	0,08	0,32	0,25	0,31	0,23	0,35
TVACr-iplazo Criterio	Mes	0,00	0,02	0,04	0,17	0,13	0,17	0,84	1,10
TVACr-ihoras Criterio	Mes	0,00	0,02	0,04	0,17	0,13	0,17	5,20	5,12
TVACr-p1 Criterio	Mes	0,00	0,02	0,04	0,17	0,13	0,17	9,55	9,19
TVACr-p2 Criterio	Mes	0,00	0,02	0,04	0,17	0,13	0,17	5,35	5,44
TVACr-p3 Criterio	Mes	0,00	0,02	0,04	0,17	0,13	0,17	2,91	3,01
TVACr-p4 Criterio	Mes	0,00	0,02	0,04	0,17	0,13	0,17	0,23	0,35

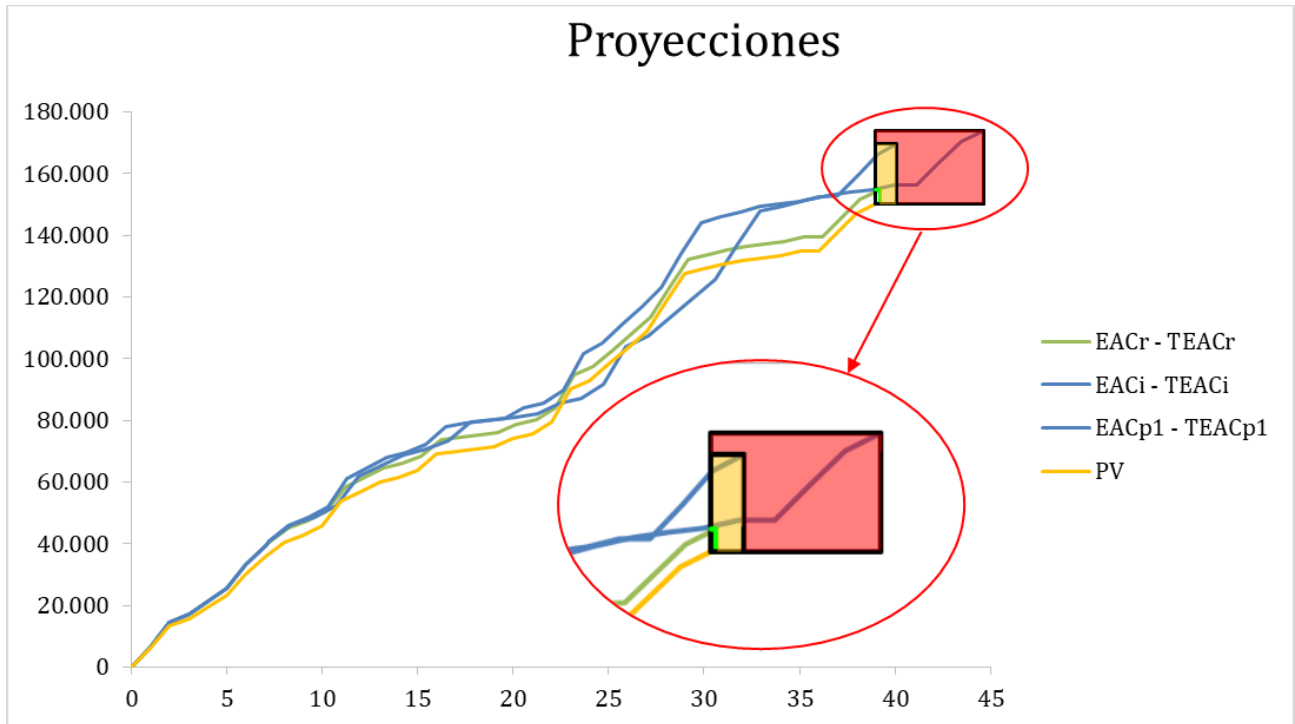
Estos valores junto con las estimaciones a la finalización del coste, se van a utilizar para obtener las proyecciones de evolución del proyecto si no se toman las medidas de corrección correctas.

Las proyecciones obtenidas forman un área, dando una visualización de los valores más optimistas, probables y pesimistas, a los que puede llegar la finalización del proyecto. Como se puede observar en las Gráficas 5.18 – Gráfica

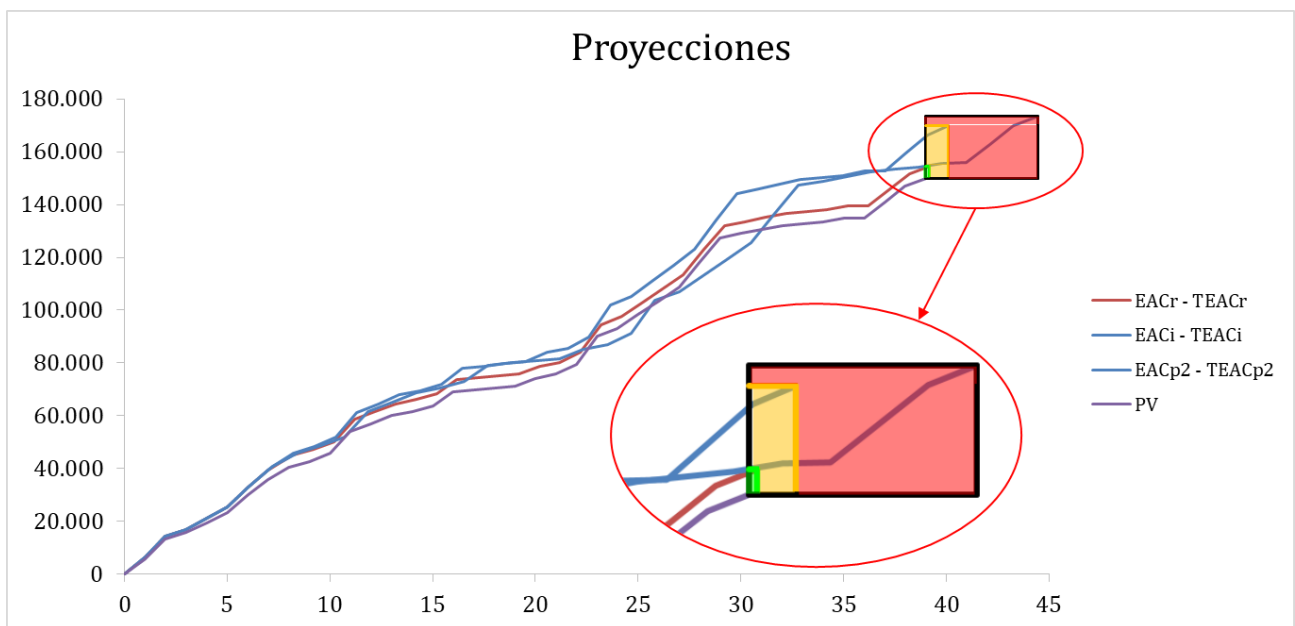
Nuevos desarrollos en el sistema de gestión del valor ganado aplicado al proyecto de un buque militar de superficie.

5.21, y como se ha comentado en el caso estudio anterior, hay que evitar la zona amarilla y roja tomando las medidas adecuadas.

Gráfica 5.18: Proyecciones del 23,23% (Ponderado 1).

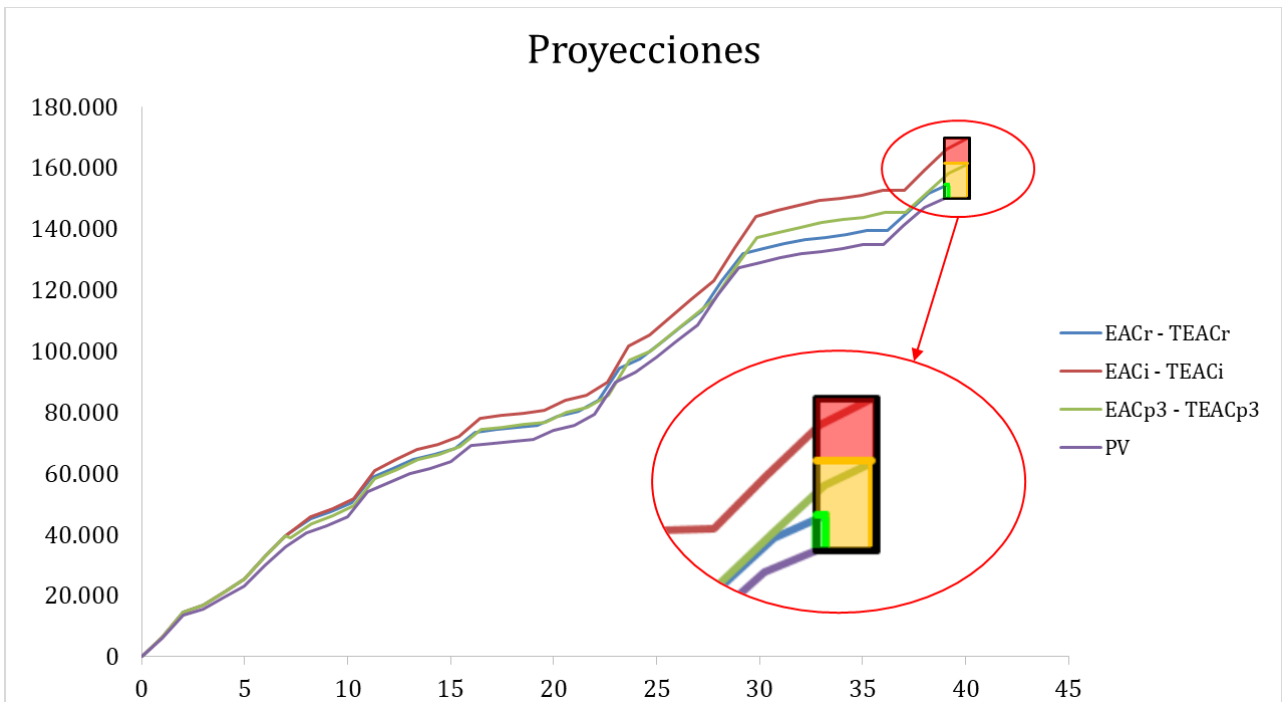


Gráfica 5.19: Proyecciones del 23,23% (Ponderado 2).

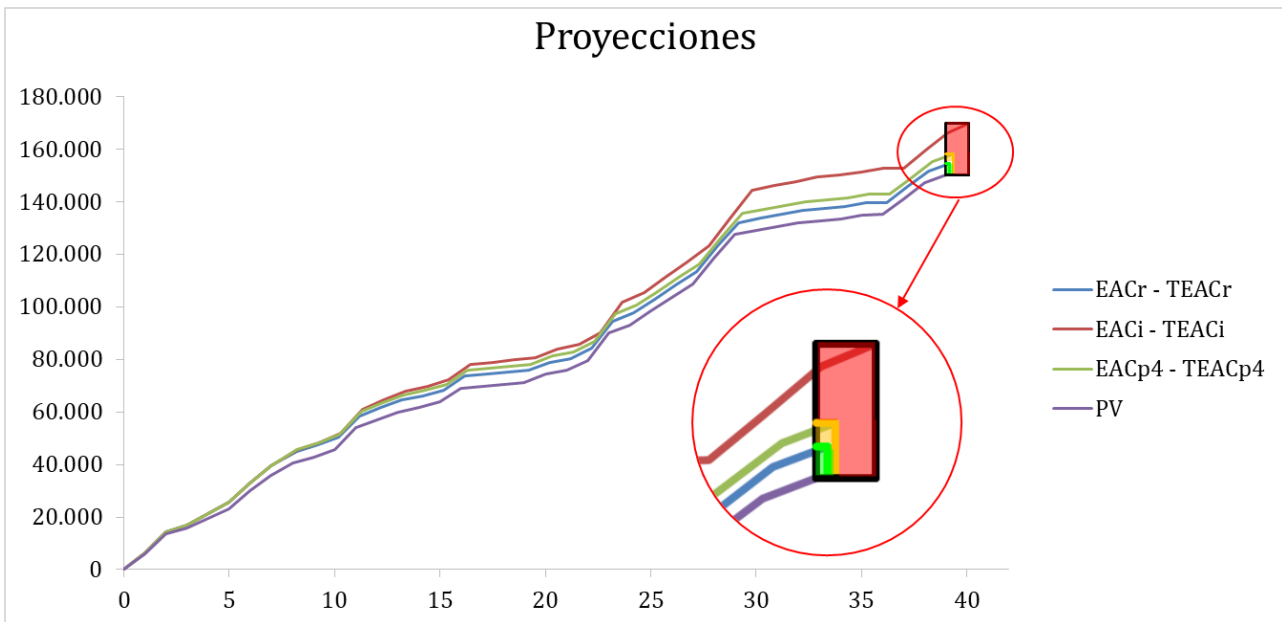


Nuevos desarrollos en el sistema de gestión del valor ganado aplicado al proyecto de un buque militar de superficie.

Gráfica 5.20: Proyecciones del 23,23% (Ponderado 3).



Gráfica 5.21: Proyecciones del 23,23% (Ponderado 4).



2.3. Caso estudio 3:

En este caso estudio, se ha dejado un periodo de tiempo de 25 meses, para ver cómo ha evolucionado el proyecto sin tomar ninguna medida una vez que los indicadores empezaban a desviarse de sus valores planificados. Como se puede observar en la Tabla 5.20, el avance real y el valor ganado en todo momento están por debajo de lo planificado, esto nos indica que el proyecto va retrasado y que tendrá un sobrecoste. Por lo que, tomando las medidas pertinentes se podría mejorar la planificación del proyecto.

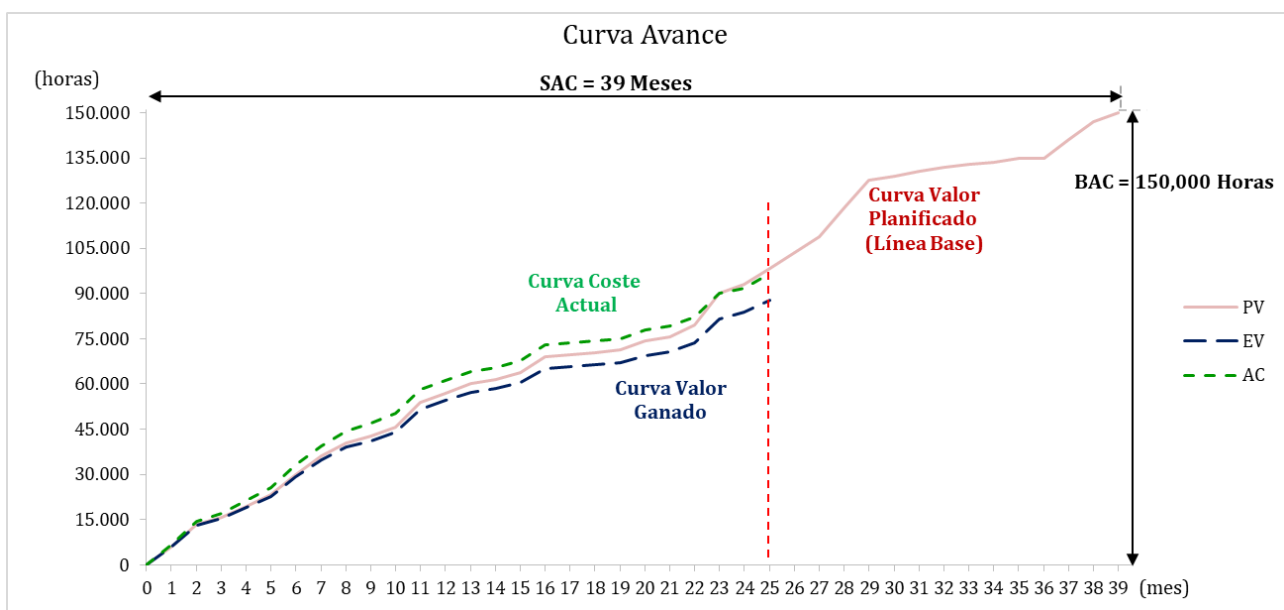
Tabla 5.20: Valores de los componentes básicos según el avance del 58,60% del EVMS.

BAC		150.000	Horas											
ANÁLISIS COSTE HORARIO	INDICADORES	Unidades	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
	PV	Horas	-	6.000	13.500	15.750	19.500	23.250	30.000	36.000	40.500	42.750	45.750	
	A. PLANIFICADO	%	-	4,00%	9,00%	10,50%	13,00%	15,50%	20,00%	24,00%	27,00%	28,50%	30,50%	
	AC	Horas	-	6.468	14.512	17.022	21.232	25.471	33.035	39.419	44.394	47.038	50.404	
	AVANCE REAL	%	-	3,92%	8,80%	10,25%	12,67%	15,09%	19,43%	23,23%	26,07%	27,48%	29,35%	
EV	Horas	0	5.880	13.193	15.375	19.005	22.628	29.148	34.848	39.101	41.216	44.021		

11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
54.000	57.000	60.000	61.500	63.750	69.000	69.750	70.500	71.250	74.250	75.750	79.500	90.000	93.000	98.250
36,00%	38,00%	40,00%	41,00%	42,50%	46,00%	46,50%	47,00%	47,50%	49,50%	50,50%	53,00%	60,00%	62,00%	65,50%
58.221	61.119	64.044	65.491	67.661	72.962	73.713	74.425	75.123	77.851	79.220	82.212	89.973	91.838	96.550
34,46%	36,30%	38,12%	39,02%	40,36%	43,43%	43,86%	44,29%	44,70%	46,33%	47,12%	49,08%	54,47%	55,98%	58,60%
51.685	54.445	57.178	58.531	60.540	65.150	65.797	66.433	67.055	69.491	70.682	73.615	81.700	83.974	87.901

Con los datos de la Tabla 5.20, se hace una representación gráfica, en la que se ve de forma visual el estado de la construcción del buque.

Gráfica 5.22: Curvas de Avance del 58,60% por el Método del Valor Ganado.



Nuevos desarrollos en el sistema de gestión del valor ganado aplicado al proyecto de un buque militar de superficie.

Observando la Gráfica 5.22, se puede concluir lo dicho anteriormente, el valor ganado está muy por debajo de lo planificado, aunque también se puede apreciar que los costes actuales son ligeramente menores, por lo que se podrá aumentar dicho valor para intentar mejorar el valor ganado, y así recuperar plazo y coste.

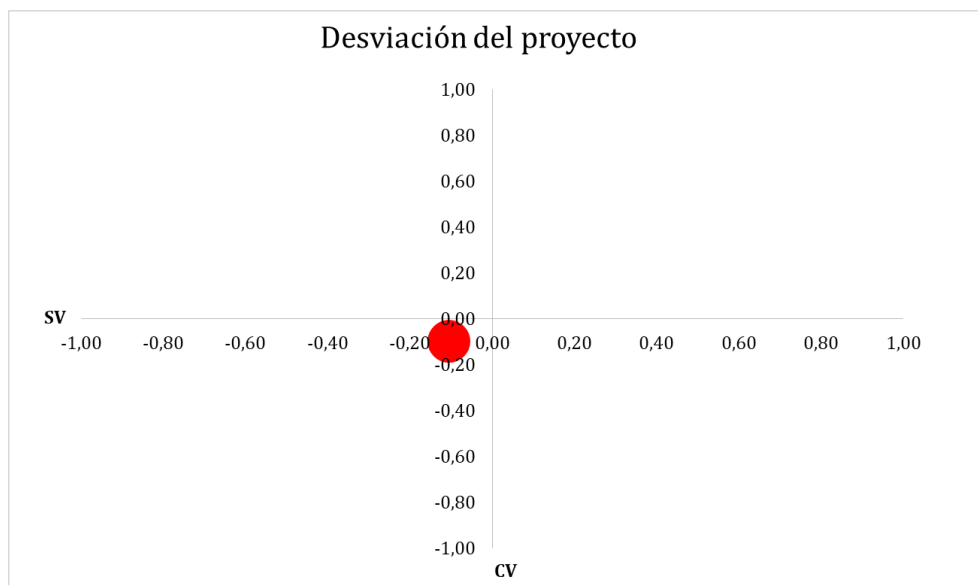
Una vez calculado los componentes básicos, se procede a calcular las desviaciones del proyecto con su correspondiente gráficas, véase la Tabla 5.21 y la Gráfica 5.23.

Tabla 5.21: Valores de las desviaciones en coste y en plazo del 58,60% de avance real.

INDICADORES	Unidades	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
SV	Horas	0	-120	-308	-375	-495	-623	-852	-1.152	-1.400	-1.535	-1.730
%SV	%	0,00	-0,02	-0,02	-0,02	-0,03	-0,03	-0,03	-0,03	-0,03	-0,04	-0,04
CV	Horas	0	-588	-1.319	-1.647	-2.227	-2.843	-3.887	-4.571	-5.293	-5.822	-6.383
%CV	%	0,00	-0,10	-0,10	-0,11	-0,12	-0,13	-0,13	-0,13	-0,14	-0,14	-0,15

11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
-2.315	-2.555	-2.822	-2.969	-3.210	-3.851	-3.953	-4.067	-4.195	-4.759	-5.068	-5.885	-8.300	-9.026	-10.349
-0,04	-0,04	-0,05	-0,05	-0,05	-0,06	-0,06	-0,06	-0,06	-0,06	-0,07	-0,07	-0,09	-0,10	-0,11
-6.536	-6.674	-6.866	-6.961	-7.121	-7.813	-7.916	-7.993	-8.067	-8.360	-8.538	-8.597	-8.273	-7.864	-8.650
-0,13	-0,12	-0,12	-0,12	-0,12	-0,12	-0,12	-0,12	-0,12	-0,12	-0,12	-0,12	-0,10	-0,09	-0,10

Gráfica 5.23: Desviación del plazo y coste del 58,60% de avance real.



En la Gráfica 5.23, se ve que la burbuja se encuentra en el tercer cuadrante, esto quiere decir, que el coste está por encima de lo previsto y que el proyecto está atrasado.

Siguiendo analizando los demás parámetros, se hallan los índices de cumplimiento (Tabla 5.22) y se hace una representación gráfica (Gráfica 5.24).

Nuevos desarrollos en el sistema de gestión del valor ganado aplicado al proyecto de un buque militar de superficie.

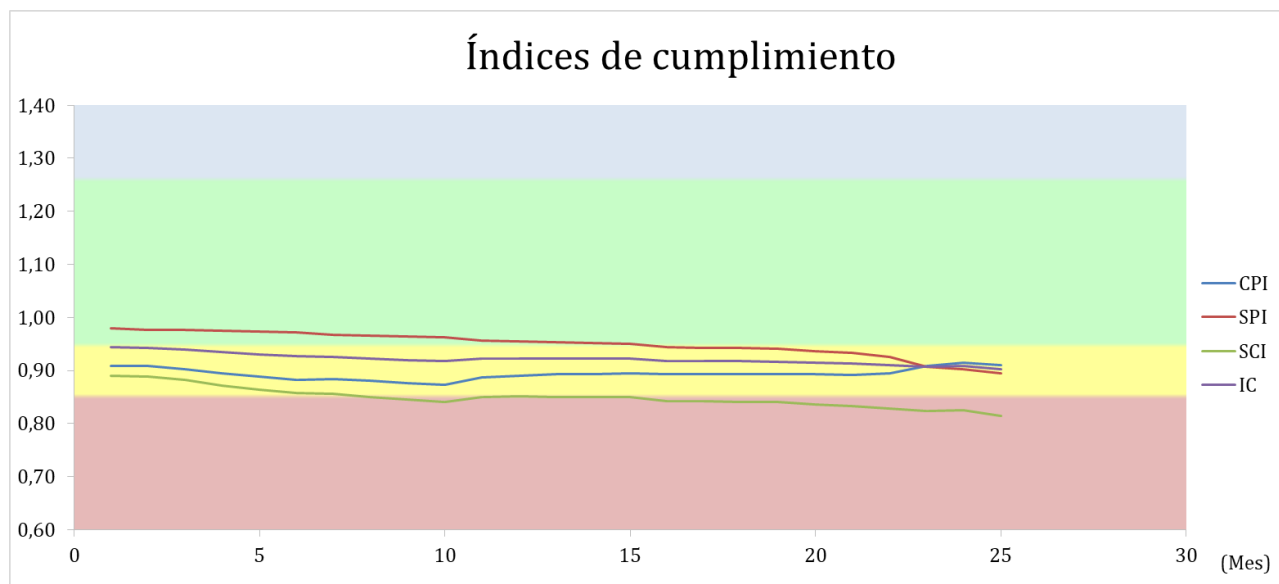
Tabla 5.22: Valores de los índices de cumplimiento del proyecto según el 58,60% de avance.

INDICADORES	Unidades	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
CPI	-	0,00	0,91	0,91	0,90	0,90	0,89	0,88	0,88	0,88	0,88	0,87
SPI	-	0,00	0,98	0,98	0,98	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97	0,96	0,96
SCI	-	0,00	0,89	0,89	0,88	0,87	0,86	0,86	0,86	0,86	0,85	0,84
IC	-	0,00	0,94	0,94	0,94	0,93	0,93	0,93	0,93	0,93	0,92	0,92

11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
0,89	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89	0,90	0,91	0,91	0,91
0,96	0,96	0,95	0,95	0,95	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,93	0,93	0,91	0,90	0,89
0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,84	0,84	0,84	0,84	0,84	0,83	0,83	0,82	0,83	0,81
0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,91	0,91	0,91	0,91	0,91	0,90

La Gráfica 5.24, como se observa, el índice de cumplimiento en plazo y en coste se encuentra en la zona amarilla, por lo que habrá que empezar a tomar medidas.

Gráfica 5.24: Índices de Cumplimiento del proyecto según el 58,60% de avance.



Por último, se calculan las estimaciones y variaciones a la finalización. Según se observa en la Tabla 5.23, los valores hasta el mes 6 son iguales ya que el avance del proyecto es menor del 20% y ya desde el mes 7 en adelante, cada estimación tiene un valor diferente. Como se puede ver, los valores varían mucho respecto a la estimación del realizado.

Nuevos desarrollos en el sistema de gestión del valor ganado aplicado al proyecto de un buque militar de superficie.

Tabla 5.23: Valores de las estimaciones a la finalización según el avance del 58,60%.

INDICADORES	Unidades	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
EACr	Horas	150.000	150.588	151.319	151.647	152.227	152.843	153.887	154.571	155.293	155.822	156.383
EACi	Horas	150.000	165.000	165.000	166.065	167.580	168.848	170.001	169.673	170.307	171.189	171.751
EACp1	Horas	150.000	168.235	168.508	169.700	171.392	172.793	174.004	173.979	174.814	175.812	176.518
EACp2	Horas	150.000	168.235	168.150	174.832	172.575	173.772	172.944	173.347	175.400	181.369	179.174
EACp3	Horas	150.000	158.807	158.849	162.363	161.109	161.710	161.177	161.584	162.876	166.625	165.225
EACp4	Horas	150.000	151.153	152.522	153.124	154.173	155.258	157.018	158.079	159.207	160.045	160.893
EACr Criterio	Horas	150.000	150.588	151.319	151.647	152.227	152.843	153.887	154.571	155.293	155.822	156.383
EACi Criterio	Horas	150.000	150.588	151.319	151.647	152.227	152.843	153.887	169.673	170.307	171.189	171.751
EACp1 Criterio	Horas	150.000	150.588	151.319	151.647	152.227	152.843	153.887	173.979	174.814	175.812	176.518
EACp2 Criterio	Horas	150.000	150.588	151.319	151.647	152.227	152.843	153.887	173.347	175.400	181.369	179.174
EACp3 Criterio	Horas	150.000	150.588	151.319	151.647	152.227	152.843	153.887	161.584	162.876	166.625	165.225
EACp4 Criterio	Horas	150.000	150.588	151.319	151.647	152.227	152.843	153.887	158.079	159.207	160.045	160.893

11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
156.536	156.674	156.866	156.961	157.121	157.813	157.916	157.993	158.067	158.360	158.538	158.597	158.273	157.864	158.650
168.970	168.389	168.012	167.838	167.644	167.988	168.047	168.047	168.046	168.045	168.120	167.517	165.190	164.048	164.760
173.931	173.423	173.144	173.030	172.946	173.604	173.715	173.778	173.859	174.221	174.493	174.337	172.832	171.809	172.791
171.870	176.584	176.122	180.026	179.918	172.553	177.917	183.070	188.085	186.159	181.555	177.052	167.867	169.115	171.342
161.098	164.852	164.796	167.850	168.028	162.418	166.862	171.005	174.905	173.876	170.364	167.141	160.113	162.268	164.617
160.821	160.926	161.114	161.205	161.368	162.232	162.360	162.445	162.528	162.846	163.053	162.975	162.041	161.326	162.230
156.536	156.674	156.866	156.961	157.121	157.813	157.916	157.993	158.067	158.360	158.538	158.597	158.273	157.864	158.650
168.970	168.389	168.012	167.838	167.644	167.988	168.047	168.047	168.046	168.045	168.120	167.517	165.190	164.048	164.760
173.931	173.423	173.144	173.030	172.946	173.604	173.715	173.778	173.859	174.221	174.493	174.337	172.832	171.809	172.791
171.870	176.584	176.122	180.026	179.918	172.553	177.917	183.070	188.085	186.159	181.555	177.052	167.867	169.115	171.342
161.098	164.852	164.796	167.850	168.028	162.418	166.862	171.005	174.905	173.876	170.364	167.141	160.113	162.268	164.617
160.821	160.926	161.114	161.205	161.368	162.232	162.360	162.445	162.528	162.846	163.053	162.975	162.041	161.326	162.230

De igual forma, se calcula la variación a la finalización, indicando la variación del coste horario que hay desde la estimación a la finalización y lo presupuestado inicialmente.

Tabla 5.24: Valores de las variaciones a la finalización según el avance del 58,60%.

INDICADORES	Unidades	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
VACr	Horas	0	588	1.319	1.647	2.227	2.843	3.887	4.571	5.293	5.822	6.383
VACi	Horas	0	15.000	15.000	16.065	17.580	18.848	20.001	19.673	20.307	21.189	21.751
VACp1	Horas	0	18.235	18.508	19.700	21.392	22.793	24.004	23.979	24.814	25.812	26.518
VACp2	Horas	0	18.235	18.150	24.832	22.575	23.772	22.944	23.347	25.400	31.369	29.174
VACp3	Horas	0	8.807	8.849	12.363	11.109	11.710	11.177	11.584	12.876	16.625	15.225
VACp4	Horas	0	1.153	2.522	3.124	4.173	5.258	7.018	8.079	9.207	10.045	10.893
VACr Criterio	Horas	0	588	1.319	1.647	2.227	2.843	3.887	4.571	5.293	5.822	6.383
VACi Criterio	Horas	0	588	1.319	1.647	2.227	2.843	3.887	19.673	20.307	21.189	21.751
VACp1 Criterio	Horas	0	588	1.319	1.647	2.227	2.843	3.887	23.979	24.814	25.812	26.518
VACp2 Criterio	Horas	0	588	1.319	1.647	2.227	2.843	3.887	23.347	25.400	31.369	29.174
VACp3 Criterio	Horas	0	588	1.319	1.647	2.227	2.843	3.887	11.584	12.876	16.625	15.225
VACp4 Criterio	Horas	0	588	1.319	1.647	2.227	2.843	3.887	8.079	9.207	10.045	10.893

11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
6.536	6.674	6.866	6.961	7.121	7.813	7.916	7.993	8.067	8.360	8.538	8.597	8.273	7.864	8.650
18.970	18.389	18.012	17.838	17.644	17.988	18.047	18.047	18.046	18.045	18.120	17.517	15.190	14.048	14.760
23.931	23.423	23.144	23.030	22.946	23.604	23.715	23.778	23.859	24.221	24.493	24.337	22.832	21.809	22.791
21.870	26.584	26.122	30.026	29.918	22.553	27.917	33.070	38.085	36.159	31.555	27.052	17.867	19.115	21.342
11.098	14.852	14.796	17.850	18.028	12.418	16.862	21.005	24.905	23.876	20.364	17.141	10.113	12.268	14.617
10.821	10.926	11.114	11.205	11.368	12.232	12.360	12.445	12.528	12.846	13.053	12.975	12.041	11.326	12.230
6.536	6.674	6.866	6.961	7.121	7.813	7.916	7.993	8.067	8.360	8.538	8.597	8.273	7.864	8.650
18.970	18.389	18.012	17.838	17.644	17.988	18.047	18.047	18.046	18.045	18.120	17.517	15.190	14.048	14.760
23.931	23.423	23.144	23.030	22.946	23.604	23.715	23.778	23.859	24.221	24.493	24.337	22.832	21.809	22.791
21.870	26.584	26.122	30.026	29.918	22.553	27.917	33.070	38.085	36.159	31.555	27.052	17.867	19.115	21.342
11.098	14.852	14.796	17.850	18.028	12.418	16.862	21.005	24.905	23.876	20.364	17.141	10.113	12.268	14.617
10.821	10.926	11.114	11.205	11.368	12.232	12.360	12.445	12.528	12.846	13.053	12.975	12.041	11.326	12.230

Estos valores serán utilizados posteriormente para obtener las proyecciones del proyecto.

Nuevos desarrollos en el sistema de gestión del valor ganado aplicado al proyecto de un buque militar de superficie.

A continuación, se procede al cálculo del Método de la Planificación Ganada.

En primer lugar, se calcula el parámetro ES, que es la planificación ganada respecto al valor ganado. Dicho parámetro dará una estimación del plazo mucho más fiable y exacta que el método del valor ganado.

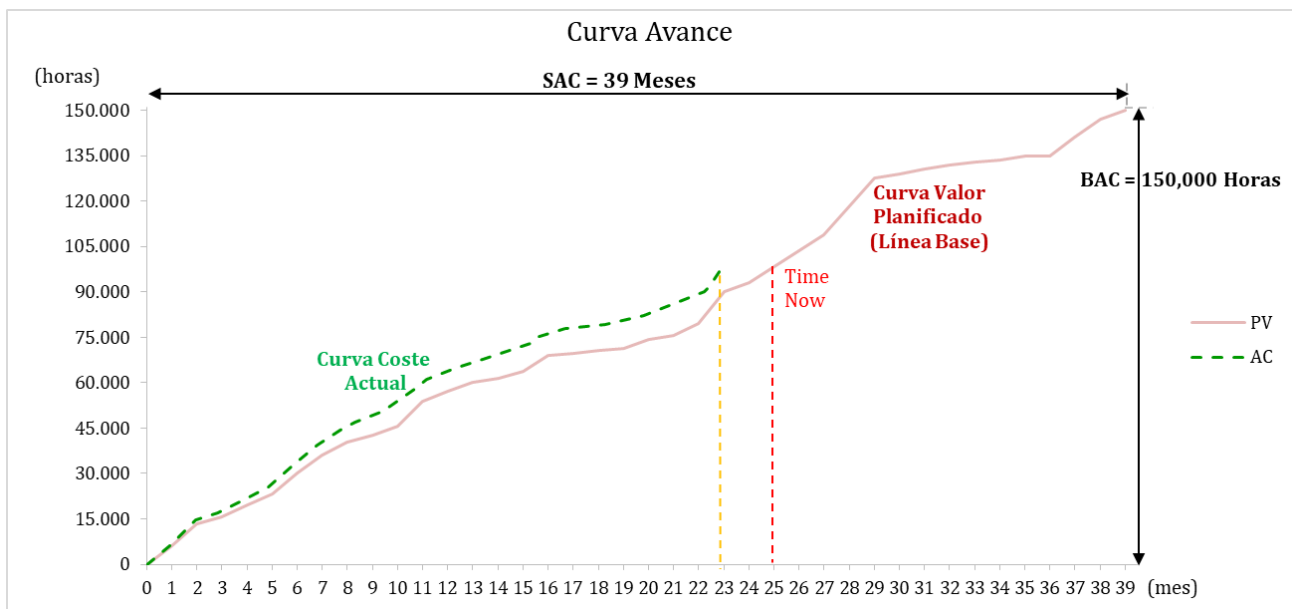
Tabla 5.25: Valores de los componentes básicos según el avance del 58,60% mediante el ES.

SAC		39 Meses												
ANÁLISIS	INDICADORES	Unidades	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
EN	AT	Mes	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
PLAZO	ES	Mes	-	0,98	1,96	2,83	3,87	4,83	5,87	6,81	7,69	8,32	9,42	

11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
10,72	11,15	12,06	12,51	13,36	15,27	15,39	15,51	15,63	16,66	18,24	19,79	22,21	22,43	22,80

En la Gráfica 5.25, se representa de una forma más visual que en la Gráfica 5.22, la evolución del proyecto, ya que una misma curva representa tanto el plazo como el coste. Viendo claramente que el proyecto está retrasado y que tiene un sobrecoste.

Gráfica 5.25: Curva de Avance mediante el Método de la Planificación Ganada en el 58,60% de avance real.



Una vez obtenida las componentes básicas, se calculan las desviaciones del proyecto, véase la Tabla 5.26.

Nuevos desarrollos en el sistema de gestión del valor ganado aplicado al proyecto de un buque militar de superficie.

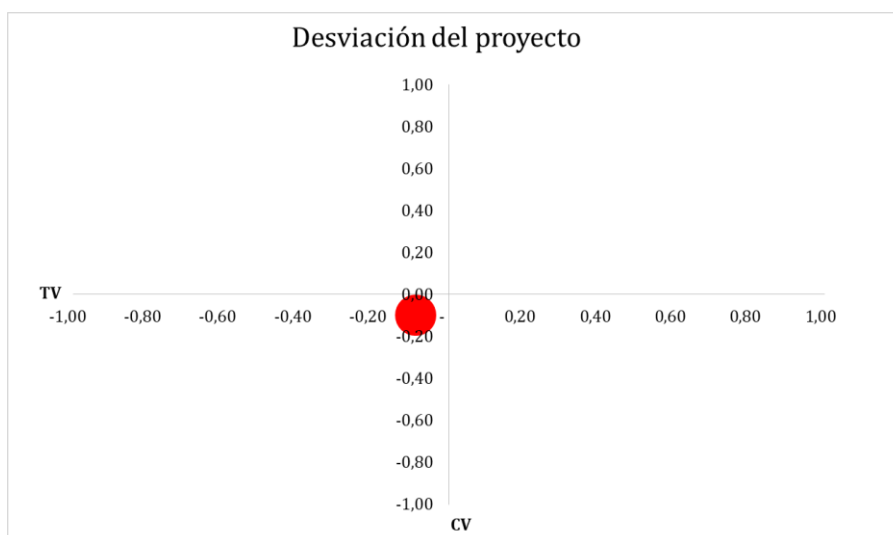
Tabla 5.26: Valores de las desviaciones en coste y plazo mediante el ES según el avance del 58,60%.

INDICADORES	Unidades	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
CV	Horas	0	-588	-1.319	-1.647	-2.227	-2.843	-3.887	-4.571	-5.293	-5.822	-6.383
%CV		0,00	-0,10	-0,10	-0,11	-0,12	-0,13	-0,13	-0,13	-0,14	-0,14	-0,15
SV(t) o TV	Mes	-	0,02	0,04	0,17	0,13	0,17	0,13	0,19	0,31	0,68	0,58
%SV(t) o %TV	%	-	0,02	0,02	0,06	0,03	0,03	0,02	0,03	0,04	0,08	0,06

11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
-6.536	-6.674	-6.866	-6.961	-7.121	-7.813	-7.916	-7.993	-8.067	-8.360	-8.538	-8.597	-8.273	-7.864	-8.650
-0,13	-0,12	-0,12	-0,12	-0,12	-0,12	-0,12	-0,12	-0,12	-0,12	-0,12	-0,12	-0,10	-0,09	-0,10
0,28	0,85	0,94	1,49	1,64	0,73	1,61	2,49	3,37	3,35	2,76	2,21	0,79	1,57	2,20
0,03	0,07	0,07	0,11	0,11	0,05	0,09	0,14	0,18	0,17	0,13	0,10	0,03	0,07	0,09

Viendo el resultado tanto numérico como gráfico, se puede decir que prácticamente no varía mucho del Método del Valor Ganado (Gráfica 5.26).

Gráfica 5.26: Desviación del proyecto mediante el ES según el avance del 58,60%.



Siguiendo analizando los demás parámetros, se hallan los índices de cumplimiento (Tabla 5.27).

Tabla 5.27: Valores de los índices de cumplimiento del 58,60% de avance según el ES.

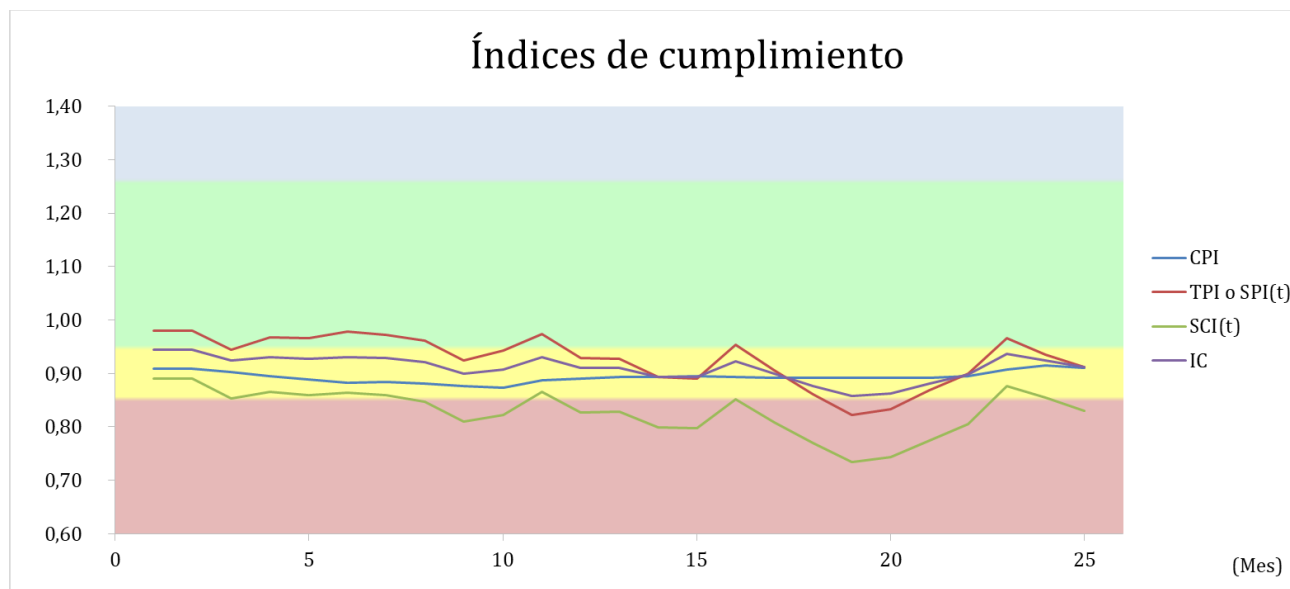
INDICADORES	Unidades	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
TPI o SPI(t)	-	-	0,98	0,98	0,94	0,97	0,97	0,98	0,97	0,96	0,92	0,94
CPI	-	-	0,91	0,91	0,90	0,90	0,89	0,88	0,88	0,88	0,88	0,87
SCI(t)	-	-	0,89	0,89	0,85	0,87	0,86	0,86	0,86	0,85	0,81	0,82
IC	-	-	0,94	0,94	0,92	0,93	0,93	0,93	0,93	0,92	0,90	0,91

11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
0,97	0,93	0,93	0,89	0,89	0,95	0,91	0,86	0,82	0,83	0,87	0,90	0,97	0,93	0,91
0,89	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89	0,90	0,91	0,91	0,91
0,87	0,83	0,83	0,80	0,80	0,85	0,81	0,77	0,73	0,74	0,78	0,81	0,88	0,85	0,83
0,93	0,91	0,91	0,89	0,89	0,92	0,90	0,88	0,86	0,86	0,88	0,90	0,94	0,92	0,91

Nuevos desarrollos en el sistema de gestión del valor ganado aplicado al proyecto de un buque militar de superficie.

Tal y como se ve en la Gráfica 5.27, el índice de cumplimiento en plazo tiene muchos altibajos.

Gráfica 5.27: Índices de Cumplimiento del proyecto según el 58,60% de avance mediante el ES.



Por último, se calculan las estimaciones y variaciones a la finalización del plazo. Según se observa en la Tabla 5.28 y Tabla 5.29.

Tabla 5.28: Valores de las estimaciones a la finalización del plazo según el avance del 58,60%.

INDICADORES	Unidades	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
TEACr	Mes	39,00	39,02	39,04	39,17	39,13	39,17	39,13	39,19	39,31	39,68	39,58
TEACi-plazo	Mes	39,00	39,80	39,82	41,29	40,33	40,34	39,84	40,10	40,58	42,20	41,39
TEACi-horas	Mes	39,00	42,90	42,90	43,18	43,57	43,90	44,20	44,12	44,28	44,51	44,66
TEACp1	Mes	39,00	45,28	45,20	45,61	45,98	46,32	46,50	46,32	46,51	47,05	46,90
TEACp2	Mes	39,00	42,07	42,10	43,75	42,86	42,97	42,50	42,74	43,29	45,08	44,20
TEACp3	Mes	39,00	41,29	41,30	42,21	41,89	42,04	41,91	42,01	42,35	43,32	42,96
TEACp4	Mes	39,00	39,04	39,08	39,32	39,25	39,31	39,23	39,35	39,56	40,22	40,01
TEACr-i-plazo Criterio	Mes	39,00	39,02	39,04	39,17	39,13	39,17	39,84	40,10	40,58	42,20	41,39
TEACr-i-horas Criterio	Mes	39,00	39,02	39,04	39,17	39,13	39,17	44,20	44,12	44,28	44,51	44,66
TEACr-p1 Criterio	Mes	39,00	39,02	39,04	39,17	39,13	39,17	46,50	46,32	46,51	47,05	46,90
TEACr-p2 Criterio	Mes	39,00	39,02	39,04	39,17	39,13	39,17	42,50	42,74	43,29	45,08	44,20
TEACr-p3 Criterio	Mes	39,00	39,02	39,04	39,17	39,13	39,17	41,91	42,01	42,35	43,32	42,96
TEACr-p4 Criterio	Mes	39,00	39,02	39,04	39,17	39,13	39,17	39,23	39,35	39,56	40,22	40,01

11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
39,28	39,85	39,94	40,49	40,64	39,73	40,61	41,49	42,37	42,35	41,76	41,21	39,79	40,57	41,20
40,02	41,98	42,04	43,64	43,79	40,87	43,08	45,26	47,41	46,83	44,89	43,36	40,39	41,74	42,76
43,93	43,78	43,68	43,64	43,59	43,68	43,69	43,69	43,69	43,69	43,71	43,55	42,95	42,65	42,84
45,54	45,88	45,70	46,12	46,07	44,94	45,81	46,68	47,56	47,38	46,49	45,56	43,37	43,95	44,72
42,46	44,48	44,47	46,13	46,22	43,08	45,41	47,71	49,99	49,35	47,18	45,45	42,15	43,52	44,68
41,89	42,86	42,85	43,64	43,69	42,23	43,38	44,46	45,48	45,21	44,29	43,46	41,63	42,19	42,80
39,48	40,46	40,59	41,50	41,72	40,18	41,58	42,99	44,39	44,26	43,22	42,30	40,13	41,24	42,11
40,02	41,98	42,04	43,64	43,79	40,87	43,08	45,26	47,41	46,83	44,89	43,36	40,39	41,74	42,76
43,93	43,78	43,68	43,64	43,59	43,68	43,69	43,69	43,69	43,69	43,71	43,55	42,95	42,65	42,84
45,54	45,88	45,70	46,12	46,07	44,94	45,81	46,68	47,56	47,38	46,49	45,56	43,37	43,95	44,72
42,46	44,48	44,47	46,13	46,22	43,08	45,41	47,71	49,99	49,35	47,18	45,45	42,15	43,52	44,68
41,89	42,86	42,85	43,64	43,69	42,23	43,38	44,46	45,48	45,21	44,29	43,46	41,63	42,19	42,80
39,48	40,46	40,59	41,50	41,72	40,18	41,58	42,99	44,39	44,26	43,22	42,30	40,13	41,24	42,11

Nuevos desarrollos en el sistema de gestión del valor ganado aplicado al proyecto de un buque militar de superficie.

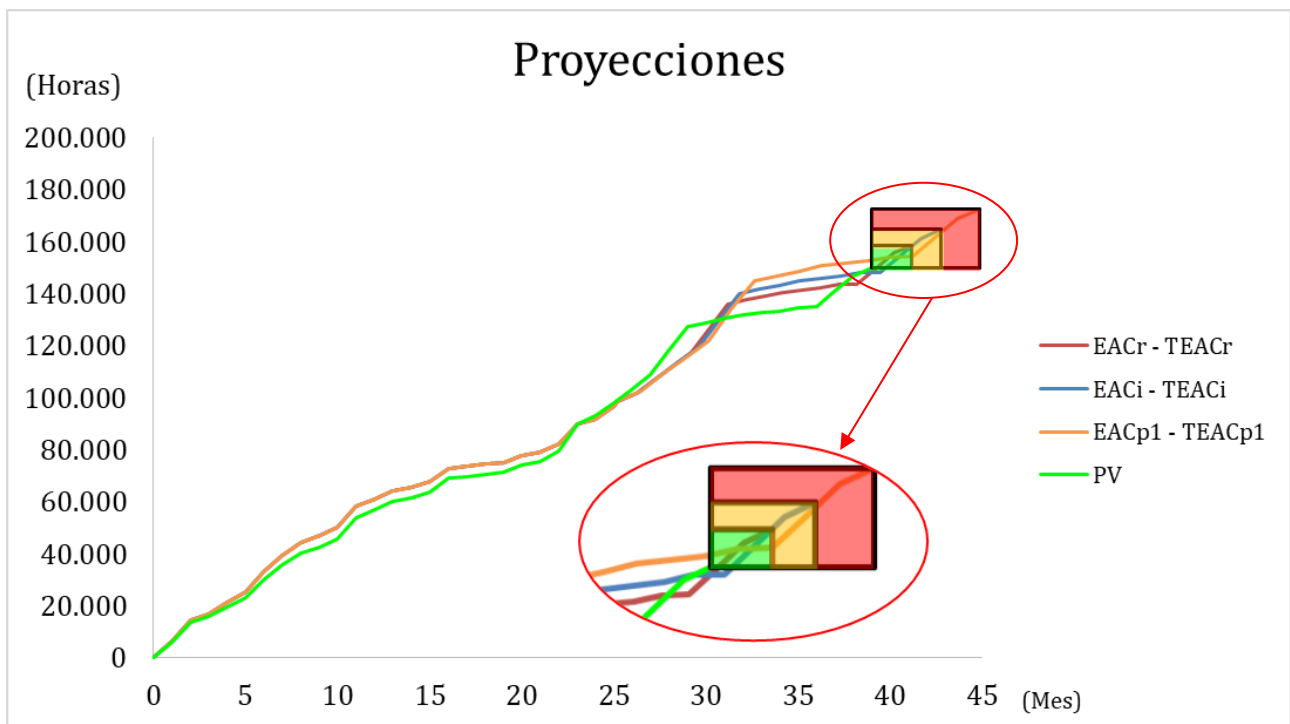
Tabla 5.29: Valores de las variaciones a la finalización del plazo según el avance del 58,60%.

INDICADORES	Unidades	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
TVACr	Mes	0,00	0,02	0,04	0,17	0,13	0,17	0,13	0,19	0,31	0,68	0,58
TVACi-plazo	Mes	0,00	0,80	0,82	2,29	1,33	1,34	0,84	1,10	1,58	3,20	2,39
TVACi-horas	Mes	0,00	3,90	3,90	4,18	4,57	4,90	5,20	5,12	5,28	5,51	5,66
TVACp1	Mes	0,00	6,28	6,20	6,61	6,98	7,32	7,50	7,32	7,51	8,05	7,90
TVACp2	Mes	0,00	3,07	3,10	4,75	3,86	3,97	3,50	3,74	4,29	6,08	5,20
TVACp3	Mes	0,00	2,29	2,30	3,21	2,89	3,04	2,91	3,01	3,35	4,32	3,96
TVACp4	Mes	0,00	0,04	0,08	0,32	0,25	0,31	0,23	0,35	0,56	1,22	1,01
TVACr-iplazo Criterio	Mes	0,00	0,02	0,04	0,17	0,13	0,17	0,84	1,10	1,58	3,20	2,39
TVACr-ihoras Criterio	Mes	0,00	0,02	0,04	0,17	0,13	0,17	5,20	5,12	5,28	5,51	5,66
TVACr-p1 Criterio	Mes	0,00	0,02	0,04	0,17	0,13	0,17	7,50	7,32	7,51	8,05	7,90
TVACr-p2 Criterio	Mes	0,00	0,02	0,04	0,17	0,13	0,17	3,50	3,74	4,29	6,08	5,20
TVACr-p3 Criterio	Mes	0,00	0,02	0,04	0,17	0,13	0,17	2,91	3,01	3,35	4,32	3,96
TVACr-p4 Criterio	Mes	0,00	0,02	0,04	0,17	0,13	0,17	0,23	0,35	0,56	1,22	1,01

11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
0,28	0,85	0,94	1,49	1,64	0,73	1,61	2,49	3,37	3,35	2,76	2,21	0,79	1,57	2,20
1,02	2,98	3,04	4,64	4,79	1,87	4,08	6,26	8,41	7,83	5,89	4,36	1,39	2,74	3,76
4,93	4,78	4,68	4,64	4,59	4,68	4,69	4,69	4,69	4,69	4,71	4,55	3,95	3,65	3,84
6,54	6,88	6,70	7,12	7,07	5,94	6,81	7,68	8,56	8,38	7,49	6,56	4,37	4,95	5,72
3,46	5,48	5,47	7,13	7,22	4,08	6,41	8,71	10,99	10,35	8,18	6,45	3,15	4,52	5,68
2,89	3,86	3,85	4,64	4,69	3,23	4,38	5,46	6,48	6,21	5,29	4,46	2,63	3,19	3,80
0,48	1,46	1,59	2,50	2,72	1,18	2,58	3,99	5,39	5,26	4,22	3,30	1,13	2,24	3,11
1,02	2,98	3,04	4,64	4,79	1,87	4,08	6,26	8,41	7,83	5,89	4,36	1,39	2,74	3,76
4,93	4,78	4,68	4,64	4,59	4,68	4,69	4,69	4,69	4,69	4,71	4,55	3,95	3,65	3,84
6,54	6,88	6,70	7,12	7,07	5,94	6,81	7,68	8,56	8,38	7,49	6,56	4,37	4,95	5,72
3,46	5,48	5,47	7,13	7,22	4,08	6,41	8,71	10,99	10,35	8,18	6,45	3,15	4,52	5,68
2,89	3,86	3,85	4,64	4,69	3,23	4,38	5,46	6,48	6,21	5,29	4,46	2,63	3,19	3,80
0,48	1,46	1,59	2,50	2,72	1,18	2,58	3,99	5,39	5,26	4,22	3,30	1,13	2,24	3,11

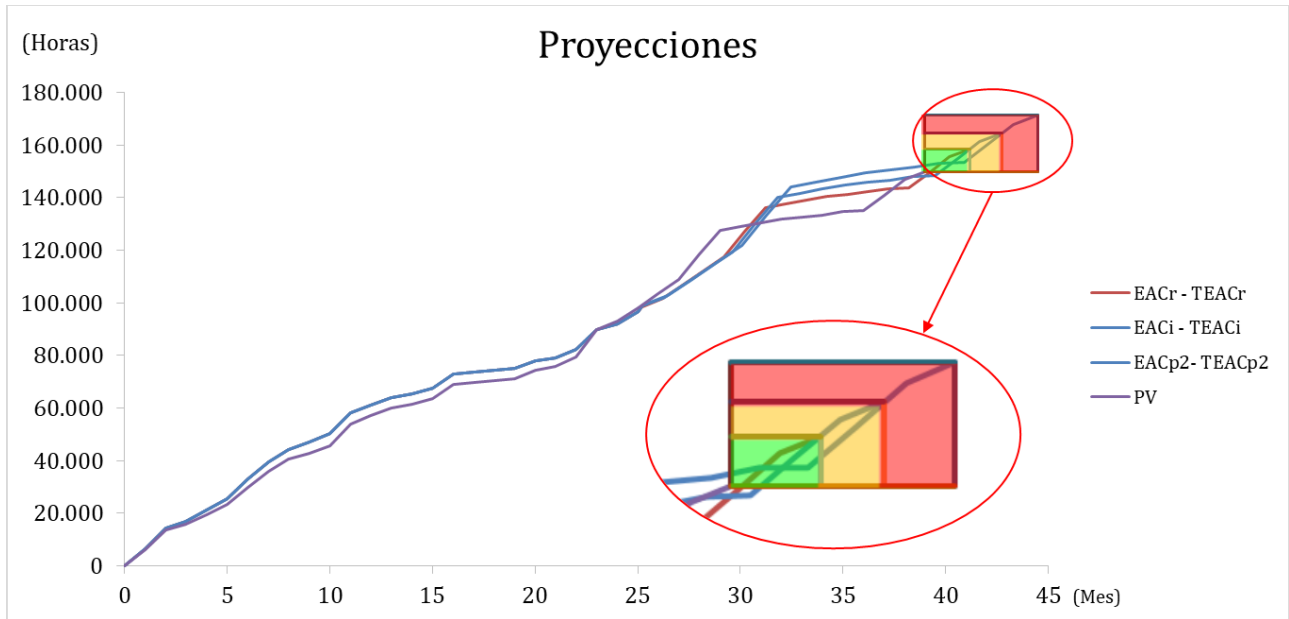
Una vez analizados todos los indicadores y estimaciones oportunas, se hace un estudio con las proyecciones pertinentes. Obteniendo las siguientes gráficas (Gráfica 5.28 – Gráfica 5.31):

Gráfica 5.28: Proyecciones del 58,60% (Ponderado 1).

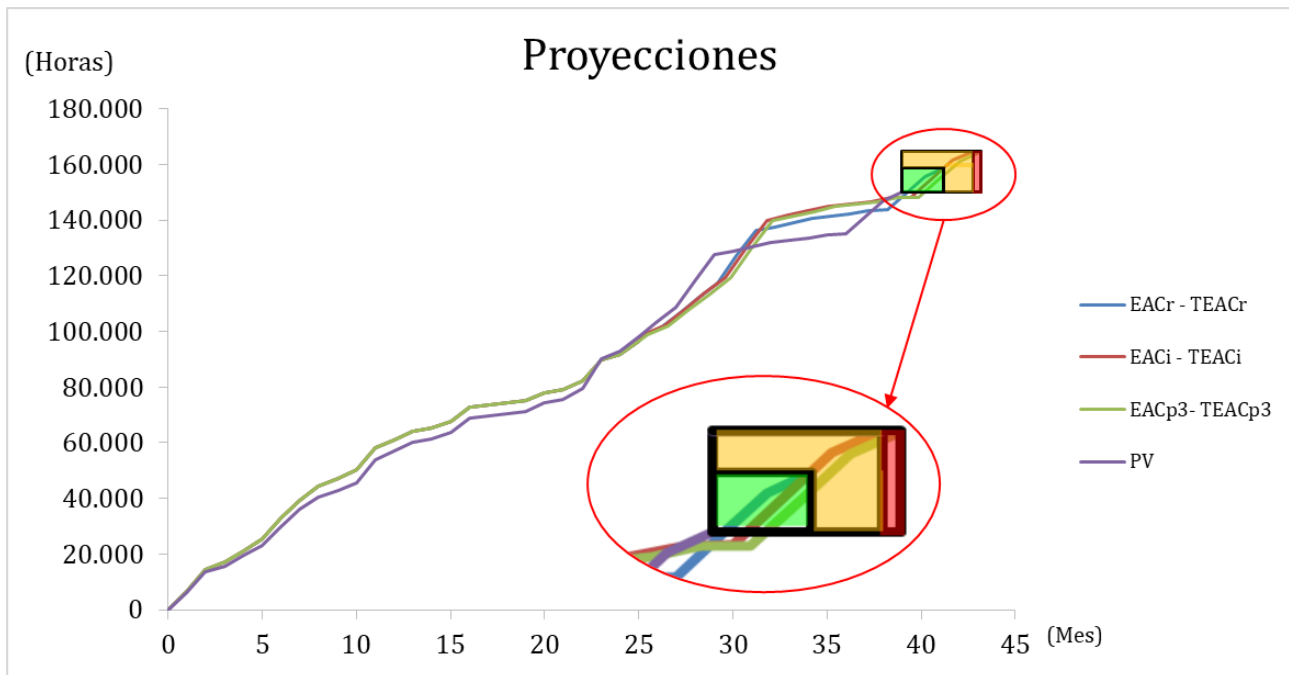


Nuevos desarrollos en el sistema de gestión del valor ganado aplicado al proyecto de un buque militar de superficie.

Gráfica 5.29: Proyecciones del 58,60% (Ponderado 2).

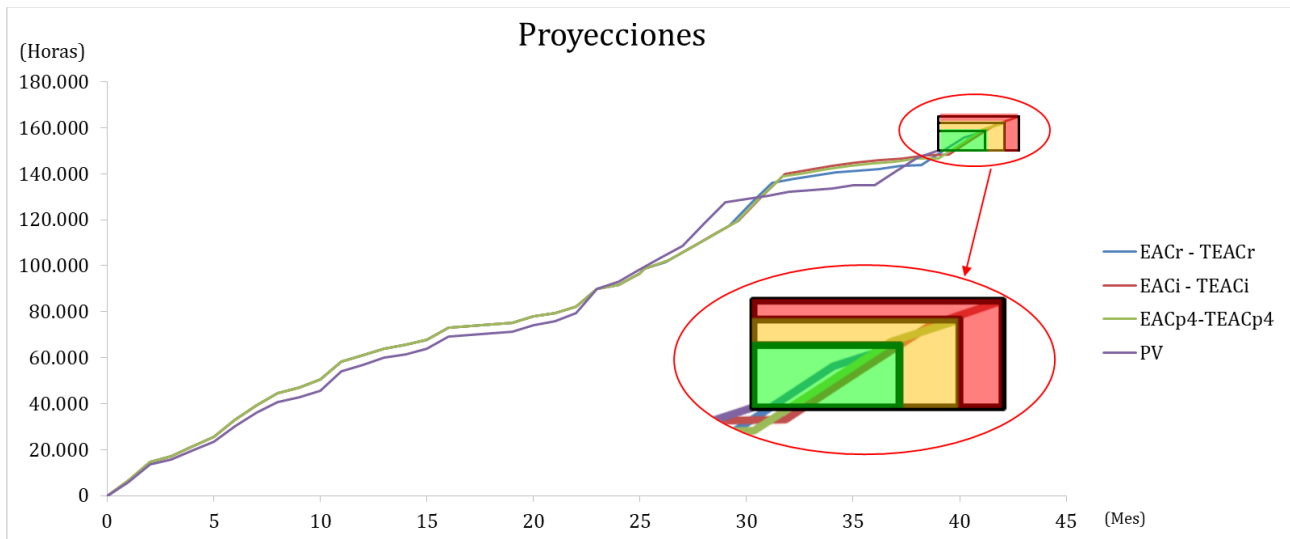


Gráfica 5.30: Proyecciones del 58,60% (Ponderado 3).



Nuevos desarrollos en el sistema de gestión del valor ganado aplicado al proyecto de un buque militar de superficie.

Gráfica 5.31: Proyecciones del 58,60% (Ponderado 4).



2.4. Caso estudio 4:

Como se puede apreciar en los tres anteriores casos prácticos, se ha hecho un seguimiento de control de un proyecto desde el 15,09% hasta el 58,60%, viendo así la evolución del proyecto. En este cuarto caso, se estudia la evolución del proyecto por encima de lo planificado tanto el coste total como el avance real, siendo los resultados los representados en la Tabla 5.30.

Tabla 5.30: Valores de los componentes básicos según el avance del 70,32% del EVMS.

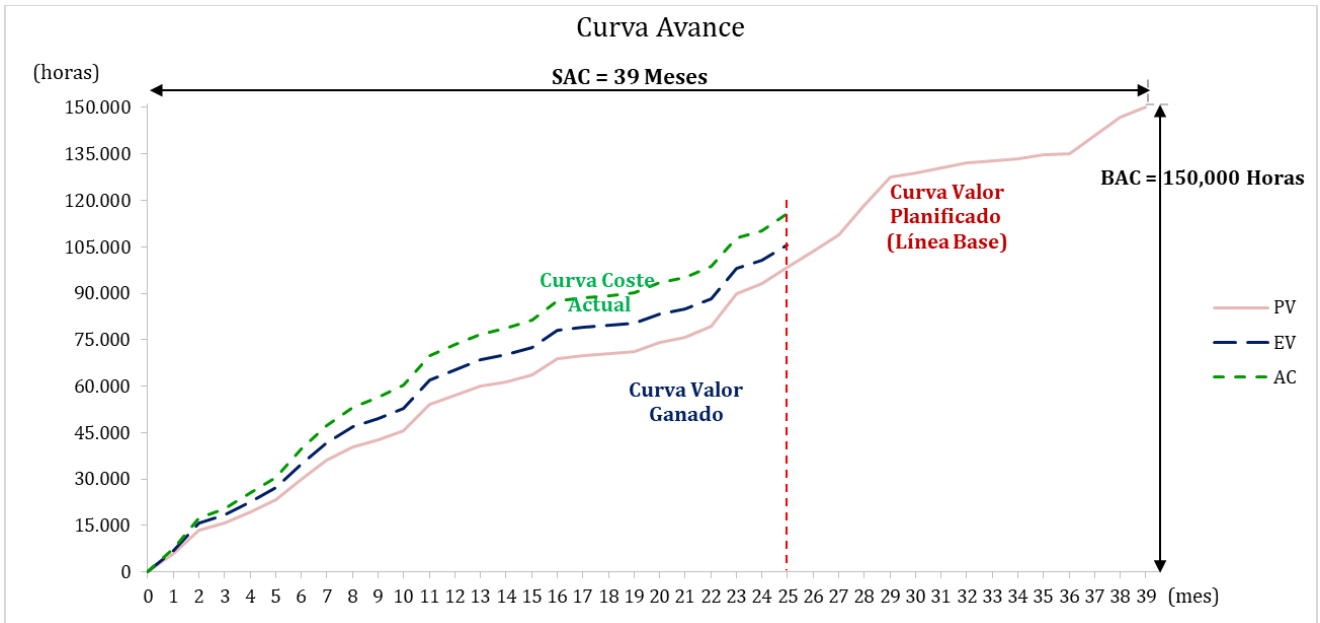
BAC		150.000 Horas											
ANÁLISIS COSTE HORARIO	INDICADORES	Unidades	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	PV	Horas	-	6.000	13.500	15.750	19.500	23.250	30.000	36.000	40.500	42.750	45.750
	A. PLANIFICADO	%	-	4,00%	9,00%	10,50%	13,00%	15,50%	20,00%	24,00%	27,00%	28,50%	30,50%
	AC	Horas	-	7.762	17.414	20.426	25.479	30.565	39.641	47.302	53.273	56.445	60.484
	AVANCE REAL	%	-	4,70%	10,55%	12,30%	15,20%	18,10%	23,32%	27,88%	31,28%	32,97%	35,22%
EV	Horas	0	7.056	15.831	18.450	22.806	27.153	34.978	41.818	46.921	49.459	52.825	

11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
54.000	57.000	60.000	61.500	63.750	69.000	69.750	70.500	71.250	74.250	75.750	79.500	90.000	93.000	98.250
36,00%	38,00%	40,00%	41,00%	42,50%	46,00%	46,50%	47,00%	47,50%	49,50%	50,50%	53,00%	60,00%	62,00%	65,50%
69.865	73.343	76.852	78.590	81.194	87.555	88.456	89.310	90.147	93.421	95.065	98.654	107.968	110.205	115.860
41,35%	43,56%	45,74%	46,82%	48,43%	52,12%	52,64%	53,15%	53,64%	55,59%	56,55%	58,89%	65,36%	67,18%	70,32%
62.022	65.334	68.613	70.237	72.648	78.179	78.956	79.719	80.466	83.390	84.819	88.338	98.040	100.769	105.481

En la Gráfica 5.32, se observa que tanto el coste actual como el valor ganado están por encima de lo planificado. Esto indica, que si se sigue con el mismo rendimiento se acabara antes el proyecto, pero con un aumento en el coste. Antes de tomar una decisión será necesario calcular los demás parámetros.

Nuevos desarrollos en el sistema de gestión del valor ganado aplicado al proyecto de un buque militar de superficie.

Gráfica 5.32: Curvas de Avance del 70,32% por el Método del Valor Ganado.



A continuación se hallaran las desviaciones del proyecto, tanto en coste como en plazo (Tabla 5.31).

Tabla 5.31: Valores de las desviaciones en coste y en plazo del 70,32% de avance real.

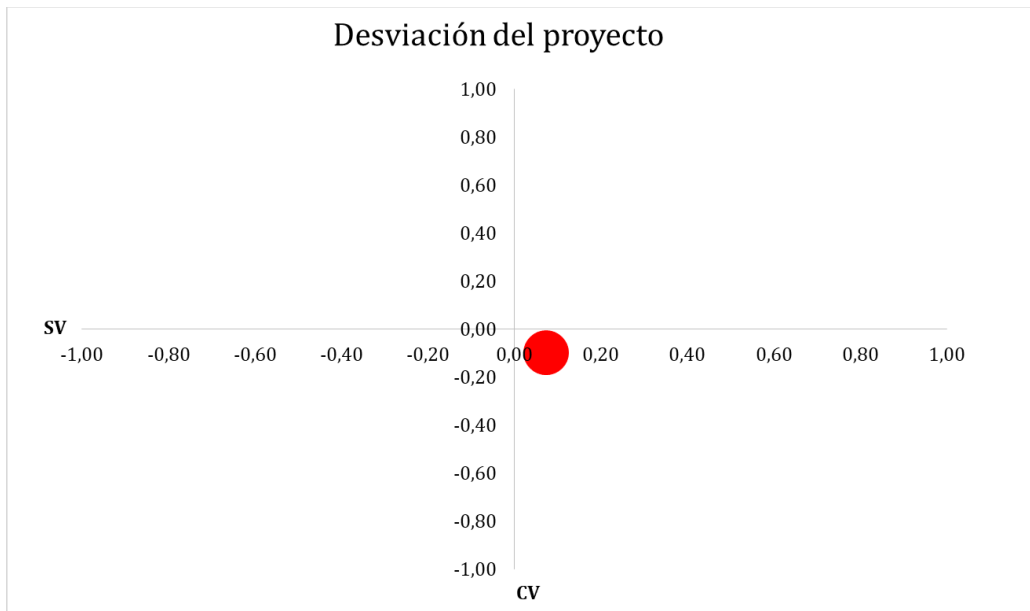
INDICADORES	Unidades	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
SV	Horas	0	1.056	2.331	2.700	3.306	3.903	4.978	5.818	6.421	6.709	7.075
%SV	%	0,00	0,18	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,16	0,16	0,16	0,15
CV	Horas	0	-706	-1.583	-1.976	-2.673	-3.412	-4.664	-5.485	-6.352	-6.987	-7.660
%CV	%	0,00	-0,10	-0,10	-0,11	-0,12	-0,13	-0,13	-0,13	-0,14	-0,14	-0,15

11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
8.022	8.334	8.613	8.737	8.898	9.179	9.206	9.219	9.216	9.139	9.069	8.838	8.040	7.769	7.231
0,15	0,15	0,14	0,14	0,14	0,13	0,13	0,13	0,13	0,12	0,12	0,11	0,09	0,08	0,07
-7.844	-8.009	-8.239	-8.353	-8.546	-9.375	-9.499	-9.591	-9.681	-10.031	-10.246	-10.316	-9.928	-9.437	-10.379
-0,13	-0,12	-0,12	-0,12	-0,12	-0,12	-0,12	-0,12	-0,12	-0,12	-0,12	-0,12	-0,10	-0,09	-0,10

A diferencia de los demás casos estudios, la desviación de dicho estudio se encuentra en el cuarto cuadrante, lo que significa que el proyecto está en plazo, pero que tiene un sobrecoste que habrá que corregir.

Nuevos desarrollos en el sistema de gestión del valor ganado aplicado al proyecto de un buque militar de superficie.

Gráfica 5.33: Desviación del plazo y coste del 70,32% de avance real.



Siguiendo analizando los demás parámetros, se hallan los índices de cumplimiento (Tabla 5.32) y se hace una representación gráfica (Gráfica 5.34).

Tabla 5.32: Valores de los índices de cumplimiento del proyecto según el 70,32% de avance.

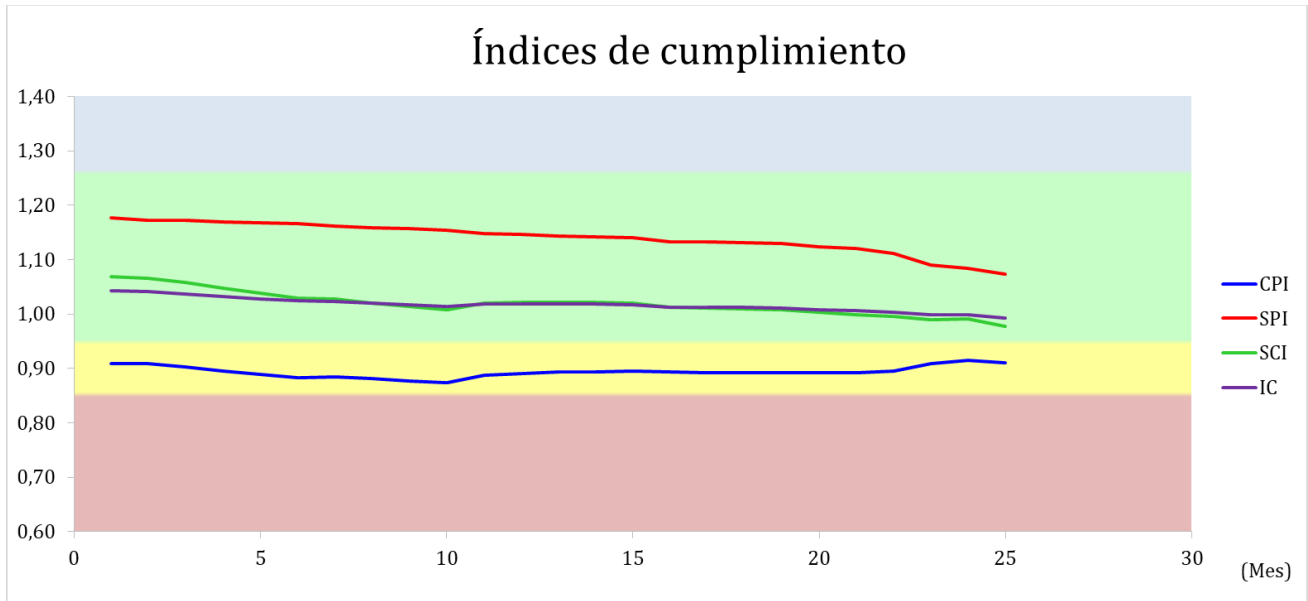
INDICADORES	Unidades	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
CPI	-	0,00	0,91	0,91	0,90	0,90	0,89	0,88	0,88	0,88	0,88	0,87
SPI	-	0,00	1,18	1,17	1,17	1,17	1,17	1,17	1,16	1,16	1,16	1,15
SCI	-	0,00	1,07	1,07	1,06	1,05	1,04	1,03	1,03	1,02	1,01	1,01
IC	-	0,00	1,04	1,04	1,04	1,03	1,03	1,02	1,02	1,02	1,02	1,01

11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
0,89	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89	0,90	0,91	0,91	0,91
1,15	1,15	1,14	1,14	1,14	1,13	1,13	1,13	1,13	1,12	1,12	1,11	1,09	1,08	1,07
1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,01	1,01	1,01	1,01	1,00	1,00	0,99	0,99	0,99	0,98
1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	1,00	1,00	1,00	0,99

Como era de esperar, el índice de cumplimiento del plazo sale representado en la zona verde, por lo que se tiene un adelanto en el plazo del proyecto, pero por el contrario, el índice de cumplimiento del coste se encuentra en la zona amarilla, que indica que hay un sobrecoste, pero con tendencia a disminuir, por lo que todavía se está a tiempo de tomar medidas.

Nuevos desarrollos en el sistema de gestión del valor ganado aplicado al proyecto de un buque militar de superficie.

Gráfica 5.34: Índices de Cumplimiento del proyecto según el 70,32% de avance.



Por último, se calculan las estimaciones y variaciones a la finalización. Según se observa en la Tabla 5.33 y Tabla 5.34.

Tabla 5.33: Valores de las estimaciones a la finalización según el avance del 70,32%.

INDICADORES	Unidades	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
EACr	Horas	150.000	150.706	151.583	151.976	152.673	153.412	154.664	155.485	156.352	156.987	157.660
EACi	Horas	150.000	165.000	165.000	166.065	167.580	168.848	170.001	169.673	170.307	171.189	171.751
EACp1	Horas	150.000	141.468	143.269	144.752	146.981	148.971	151.449	152.649	154.292	155.625	156.849
EACp2	Horas	150.000	145.593	115.101	137.877	141.917	154.514	154.166	147.074	145.590	155.272	162.963
EACp3	Horas	150.000	146.349	123.973	139.974	141.811	149.699	148.470	142.142	139.632	147.255	153.131
EACp4	Horas	150.000	151.378	152.999	153.709	154.939	156.206	158.240	159.440	160.717	161.670	162.622
EACr Criterio	Horas	150.000	150.706	151.583	151.976	152.673	153.412	154.664	155.485	156.352	156.987	157.660
EACi Criterio	Horas	150.000	150.706	151.583	151.976	152.673	153.412	170.001	169.673	170.307	171.189	171.751
EACp1 Criterio	Horas	150.000	150.706	151.583	151.976	152.673	153.412	151.449	152.649	154.292	155.625	156.849
EACp2 Criterio	Horas	150.000	150.706	151.583	151.976	152.673	153.412	154.166	147.074	145.590	155.272	162.963
EACp3 Criterio	Horas	150.000	150.706	151.583	151.976	152.673	153.412	148.470	142.142	139.632	147.255	153.131
EACp4 Criterio	Horas	150.000	150.706	151.583	151.976	152.673	153.412	158.240	159.440	160.717	161.670	162.622

11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
157.844	158.009	158.239	158.353	158.546	159.375	159.499	159.591	159.681	160.031	160.246	160.316	159.928	159.437	160.379
168.970	168.389	168.012	167.838	167.644	167.988	168.047	168.047	168.046	168.045	168.120	167.517	165.190	164.048	164.760
156.152	156.265	156.568	156.736	157.056	158.544	158.767	158.941	159.124	159.866	160.309	160.628	160.498	159.897	161.408
146.465	147.881	151.262	149.385	147.810	147.003	150.366	153.670	157.143	160.137	163.229	164.980	160.697	160.921	162.207
137.518	138.508	141.650	139.251	136.831	133.576	137.729	141.777	145.961	149.169	152.752	155.144	150.507	151.820	152.632
162.444	162.530	162.709	162.794	162.952	163.864	163.999	164.085	164.168	164.486	164.698	164.557	163.367	162.534	163.460
157.844	158.009	158.239	158.353	158.546	159.375	159.499	159.591	159.681	160.031	160.246	160.316	159.928	159.437	160.379
168.970	168.389	168.012	167.838	167.644	167.988	168.047	168.047	168.046	168.045	168.120	167.517	165.190	164.048	164.760
156.152	156.265	156.568	156.736	157.056	158.544	158.767	158.941	159.124	159.866	160.309	160.628	160.498	159.897	161.408
146.465	147.881	151.262	149.385	147.810	147.003	150.366	153.670	157.143	160.137	163.229	164.980	160.697	160.921	162.207
137.518	138.508	141.650	139.251	136.831	133.576	137.729	141.777	145.961	149.169	152.752	155.144	150.507	151.820	152.632
162.444	162.530	162.709	162.794	162.952	163.864	163.999	164.085	164.168	164.486	164.698	164.557	163.367	162.534	163.460

Nuevos desarrollos en el sistema de gestión del valor ganado aplicado al proyecto de un buque militar de superficie.

Tabla 5.34: Valores de las variaciones a la finalización según el avance del 70,32%.

INDICADORES	Unidades	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
VACr	Horas	0	706	1.583	1.976	2.673	3.412	4.664	5.485	6.352	6.987	7.660
VACi	Horas	0	15.000	15.000	16.065	17.580	18.848	20.001	19.673	20.307	21.189	21.751
VACp1	Horas	0	-8.532	-6.731	-5.248	-3.019	-1.029	1.449	2.649	4.292	5.625	6.849
VACp2	Horas	0	-4.407	-34.899	-12.123	-8.083	4.514	4.166	-2.926	-4.410	5.272	12.963
VACp3	Horas	0	-3.651	-26.027	-10.026	-8.189	-301	-1.530	-7.858	-10.368	-2.745	3.131
VACp4	Horas	0	1.378	2.999	3.709	4.939	6.206	8.240	9.440	10.717	11.670	12.622
VACr Criterio	Horas	0	706	1.583	1.976	2.673	3.412	4.664	5.485	6.352	6.987	7.660
VACi Criterio	Horas	0	706	1.583	1.976	2.673	3.412	20.001	19.673	20.307	21.189	21.751
VACp1 Criterio	Horas	0	706	1.583	1.976	2.673	3.412	1.449	2.649	4.292	5.625	6.849
VACp2 Criterio	Horas	0	706	1.583	1.976	2.673	3.412	4.166	-2.926	-4.410	5.272	12.963
VACp3 Criterio	Horas	0	706	1.583	1.976	2.673	3.412	-1.530	-7.858	-10.368	-2.745	3.131
VACp4 Criterio	Horas	0	706	1.583	1.976	2.673	3.412	8.240	9.440	10.717	11.670	12.622

11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
7.844	8.009	8.239	8.353	8.546	9.375	9.499	9.591	9.681	10.031	10.246	10.316	9.928	9.437	10.379
18.970	18.389	18.012	17.838	17.644	17.988	18.047	18.047	18.046	18.045	18.120	17.517	15.190	14.048	14.760
6.152	6.265	6.568	6.736	7.056	8.544	8.767	8.941	9.124	9.866	10.309	10.628	10.498	9.897	11.408
-3.535	-2.119	1.262	-615	-2.190	-2.997	366	3.670	7.143	10.137	13.229	14.980	10.697	10.921	12.207
-12.482	-11.492	-8.350	-10.749	-13.169	-16.424	-12.271	-8.223	-4.039	-831	2.752	5.144	507	1.820	2.632
12.444	12.530	12.709	12.794	12.952	13.864	13.999	14.085	14.168	14.486	14.698	14.557	13.367	12.534	13.460
7.844	8.009	8.239	8.353	8.546	9.375	9.499	9.591	9.681	10.031	10.246	10.316	9.928	9.437	10.379
18.970	18.389	18.012	17.838	17.644	17.988	18.047	18.047	18.046	18.045	18.120	17.517	15.190	14.048	14.760
6.152	6.265	6.568	6.736	7.056	8.544	8.767	8.941	9.124	9.866	10.309	10.628	10.498	9.897	11.408
-3.535	-2.119	1.262	-615	-2.190	-2.997	366	3.670	7.143	10.137	13.229	14.980	10.697	10.921	12.207
-12.482	-11.492	-8.350	-10.749	-13.169	-16.424	-12.271	-8.223	-4.039	-831	2.752	5.144	507	1.820	2.632
12.444	12.530	12.709	12.794	12.952	13.864	13.999	14.085	14.168	14.486	14.698	14.557	13.367	12.534	13.460

Estos valores serán utilizados posteriormente para obtener las proyecciones del proyecto.

A continuación, se procede al cálculo del Método de la Planificación Ganada.

En primer lugar, se calcula el parámetro ES, que es la planificación ganada respecto al valor ganado. Dicho parámetro dará una estimación del plazo mucho más fiable y exacta que el método del valor ganado.

Tabla 5.35: Valores de los componentes básicos según el avance del 70,32% mediante el ES.

SAC		39 Meses											
ANÁLISIS EN PLAZO	INDICADORES	Unidades	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	AT	Mes	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	ES	Mes	-	1,14	3,02	3,72	4,88	5,58	6,83	8,59	10,14	10,45	10,86

11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
14,23	15,30	15,93	17,65	19,47	21,65	21,85	22,02	22,09	22,37	22,51	22,84	24,96	25,48	26,38

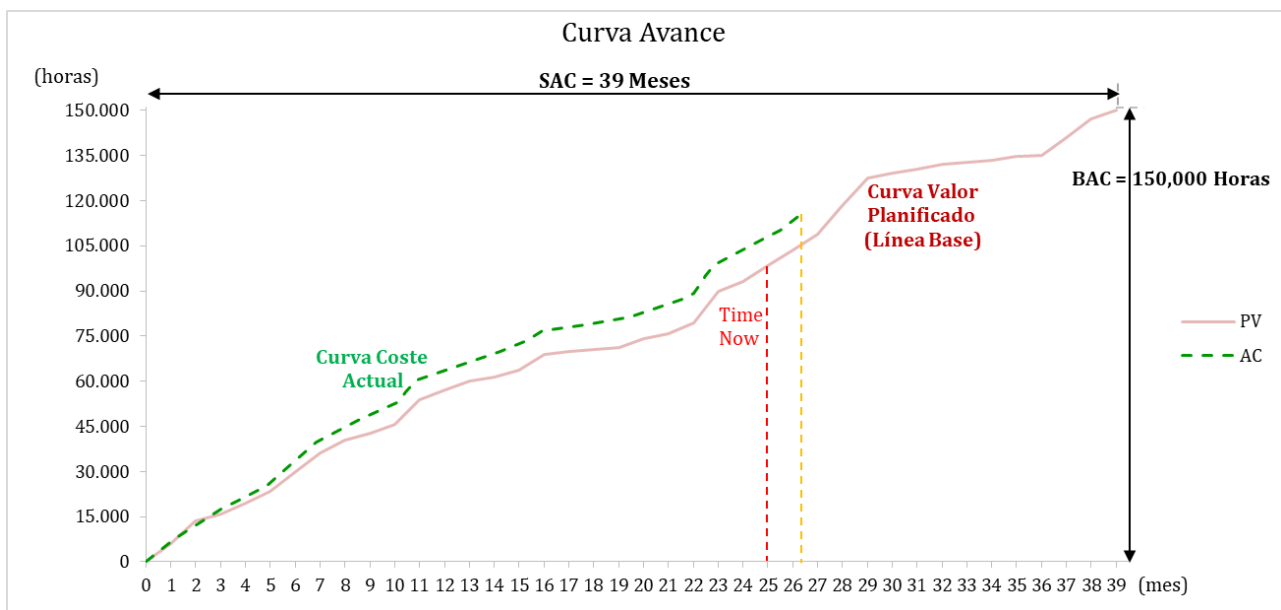
Como se observa en la Gráfica 5.35, para mostrar el avance del proyecto solo es necesario dos curvas, la curva del valor planificado y la curva del valor ganado, ya que con estas dos curvas, se puede visualizar el avance del proyecto, viendo que la construcción va adelantada y tiene un sobre coste. Por el contrario en la Gráfica

Nuevos desarrollos en el sistema de gestión del valor ganado aplicado al proyecto de un buque militar de superficie.

5.32, para poder mostrar el avance del proyecto es necesario representar una tercera curva del coste actual.

Por lo que en un principio, se puede observar que el Método del Valor Ganado puede ser complementado con el Método de la Planificación Ganada.

Gráfica 5.35: Curva de Avance mediante el Método de la Planificación Ganada en el 70,32% de avance real.



Una vez obtenida las componentes básicas, se calculan las desviaciones del proyecto, véase la Tabla 5.36.

Tabla 5.36: Valores de las desviaciones en coste y plazo mediante el ES según el avance del 70,32%.

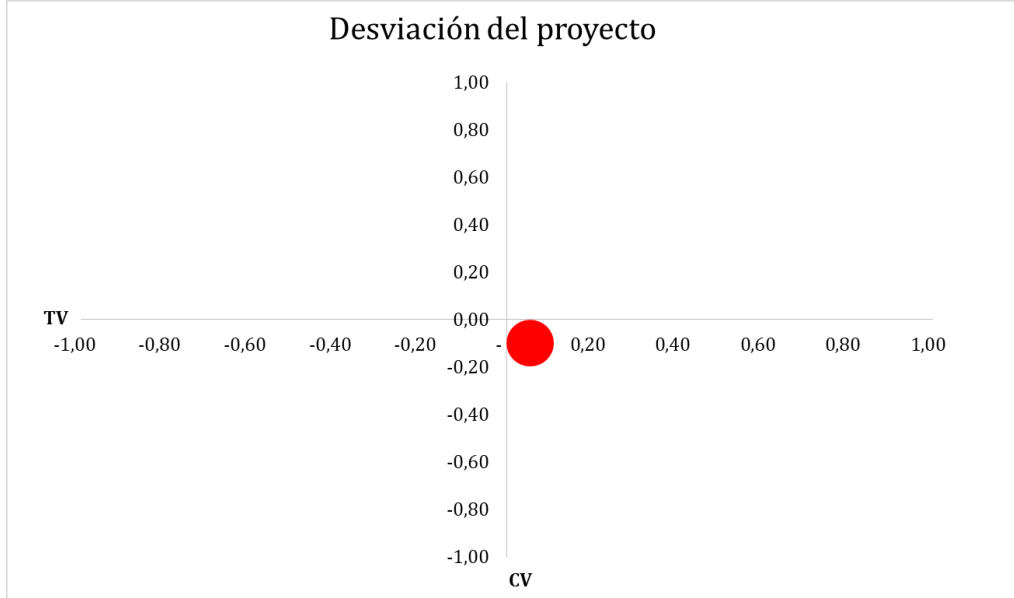
INDICADORES	Unidades	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
CV	Horas	0	-706	-1.583	-1.976	-2.673	-3.412	-4.664	-5.485	-6.352	-6.987	-7.660
%CV	%	0,00	-0,10	-0,10	-0,11	-0,12	-0,13	-0,13	-0,13	-0,14	-0,14	-0,15
SV(t) o TV	Mes	-	0,14	1,02	0,72	0,88	0,58	0,83	1,59	2,14	1,45	0,86
%SV(t) o %TV	%	-	0,14	0,51	0,24	0,22	0,12	0,14	0,23	0,27	0,16	0,09

11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
-7.844	-8.009	-8.239	-8.353	-8.546	-9.375	-9.499	-9.591	-9.681	-10.031	-10.246	-10.316	-9.928	-9.437	-10.379
-0,13	-0,12	-0,12	-0,12	-0,12	-0,12	-0,12	-0,12	-0,12	-0,12	-0,12	-0,12	-0,10	-0,09	-0,10
3,23	3,30	2,93	3,65	4,47	5,65	4,85	4,02	3,09	2,37	1,51	0,84	1,96	1,48	1,38
0,29	0,28	0,23	0,26	0,30	0,35	0,29	0,22	0,16	0,12	0,07	0,04	0,09	0,06	0,06

Nuevos desarrollos en el sistema de gestión del valor ganado aplicado al proyecto de un buque militar de superficie.

Viendo el resultado tanto numérico como gráfico, se puede decir que prácticamente no varía mucho del Método del Valor Ganado (Gráfica 5.36).

Gráfica 5.36: Desviación del proyecto mediante el ES según el avance del 70,32%.



Siguiendo analizando los demás parámetros, se hallan los índices de cumplimiento (Tabla 5.37).

Tabla 5.37: Valores de los índices de cumplimiento del 70,32% de avance según el ES.

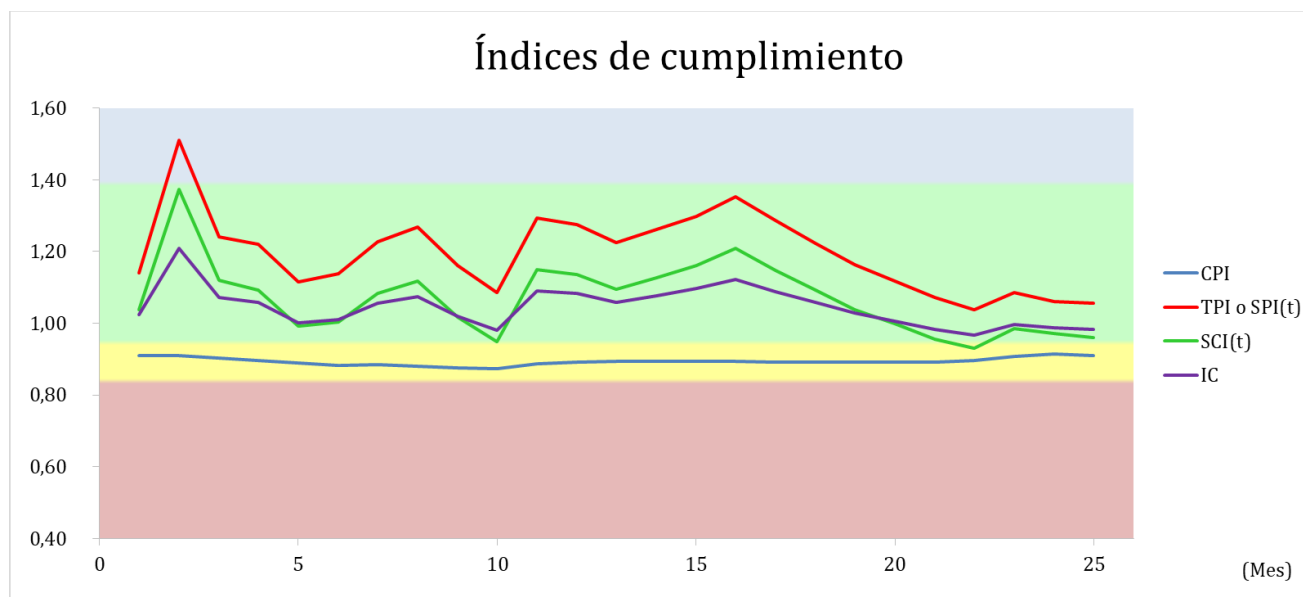
INDICADORES	Unidades	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
TPI o SPI(t)	-	-	1,14	1,51	1,24	1,22	1,12	1,14	1,23	1,27	1,16	1,09
CPI	-	-	0,91	0,91	0,90	0,90	0,89	0,88	0,88	0,88	0,88	0,87
SCI(t)	-	-	1,04	1,37	1,12	1,09	0,99	1,00	1,08	1,12	1,02	0,95
IC	-	-	1,02	1,21	1,07	1,06	1,00	1,01	1,06	1,07	1,02	0,98

11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
1,29	1,28	1,23	1,26	1,30	1,35	1,29	1,22	1,16	1,12	1,07	1,04	1,09	1,06	1,06
0,89	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89	0,90	0,91	0,91	0,91
1,15	1,14	1,09	1,13	1,16	1,21	1,15	1,09	1,04	1,00	0,96	0,93	0,99	0,97	0,96
1,09	1,08	1,06	1,08	1,10	1,12	1,09	1,06	1,03	1,01	0,98	0,97	1,00	0,99	0,98

La Gráfica 5.37, al igual que la Gráfica 5.34, indica que el cumplimiento del plazo es mayor que 1, por lo que hay un adelanto, pero sin embargo, el cumplimiento del coste está por debajo de 1 indicando que hay un sobrecoste.

Nuevos desarrollos en el sistema de gestión del valor ganado aplicado al proyecto de un buque militar de superficie.

Gráfica 5.37: Índices de Cumplimiento del proyecto según el 70,32% de avance mediante el ES.



Por último, se calculan las estimaciones y variaciones a la finalización del plazo, para poder así realizar las proyecciones necesarias (Tabla 5.38 y Tabla 5.39).

Tabla 5.38: Valores de las estimaciones a la finalización del plazo según el avance del 70,32%.

INDICADORES	Unidades	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
TEACr	Mes	39,00	38,86	37,98	38,28	38,12	38,42	38,17	37,41	36,86	37,55	38,14
TEACi-plazo	Mes	39,00	34,19	25,81	31,45	31,96	34,96	34,26	31,80	30,76	33,59	35,92
TEACi-horas	Mes	39,00	42,90	42,90	43,18	43,57	43,90	44,20	44,12	44,28	44,51	44,66
TEACp1	Mes	39,00	40,95	40,02	40,65	40,92	41,59	41,60	40,64	40,13	41,05	41,78
TEACp2	Mes	39,00	32,83	24,88	30,43	31,08	34,14	33,60	31,24	30,32	33,19	35,56
TEACp3	Mes	39,00	38,05	32,23	36,39	36,87	38,92	38,60	36,96	36,30	38,29	39,81
TEACp4	Mes	39,00	38,72	37,04	37,63	37,35	37,93	37,49	36,18	35,27	36,49	37,52
TEACr-i-plazo Criterio	Mes	39,00	38,86	37,98	38,28	38,12	38,42	34,26	31,80	30,76	33,59	35,92
TEACr-i-horas Criterio	Mes	39,00	38,86	37,98	38,28	38,12	38,42	44,20	44,12	44,28	44,51	44,66
TEACr-p1 Criterio	Mes	39,00	38,86	37,98	38,28	38,12	38,42	41,60	40,64	40,13	41,05	41,78
TEACr-p2 Criterio	Mes	39,00	38,86	37,98	38,28	38,12	38,42	33,60	31,24	30,32	33,19	35,56
TEACr-p3 Criterio	Mes	39,00	38,86	37,98	38,28	38,12	38,42	38,60	36,96	36,30	38,29	39,81
TEACr-p4 Criterio	Mes	39,00	38,86	37,98	38,28	38,12	38,42	37,49	36,18	35,27	36,49	37,52

11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
35,77	35,70	36,07	35,35	34,53	33,35	34,15	34,98	35,91	36,63	37,49	38,16	37,04	37,52	37,62
30,14	30,58	31,83	30,94	30,05	28,83	30,34	31,88	33,54	34,87	36,39	37,56	35,94	36,74	36,96
43,93	43,78	43,68	43,64	43,59	43,68	43,69	43,69	43,69	43,71	43,55	42,95	42,65	42,84	42,84
38,40	38,12	38,38	37,47	36,46	35,18	35,97	36,80	37,74	38,48	39,38	39,99	38,48	38,80	38,98
29,80	30,25	31,50	30,64	29,80	28,66	30,17	31,72	33,38	34,75	36,30	37,51	35,95	36,75	37,06
35,75	36,01	36,83	36,21	35,58	34,73	35,81	36,86	37,95	38,78	39,72	40,34	39,13	39,47	39,68
33,72	33,69	34,34	33,35	32,30	30,84	32,01	33,23	34,57	35,62	36,86	37,81	36,33	37,01	37,18
30,14	30,58	31,83	30,94	30,05	28,83	30,34	31,88	33,54	34,87	36,39	37,56	35,94	36,74	36,96
43,93	43,78	43,68	43,64	43,59	43,68	43,69	43,69	43,69	43,71	43,55	42,95	42,65	42,84	42,84
38,40	38,12	38,38	37,47	36,46	35,18	35,97	36,80	37,74	38,48	39,38	39,99	38,48	38,80	38,98
29,80	30,25	31,50	30,64	29,80	28,66	30,17	31,72	33,38	34,75	36,30	37,51	35,95	36,75	37,06
35,75	36,01	36,83	36,21	35,58	34,73	35,81	36,86	37,95	38,78	39,72	40,34	39,13	39,47	39,68
33,72	33,69	34,34	33,35	32,30	30,84	32,01	33,23	34,57	35,62	36,86	37,81	36,33	37,01	37,18

Nuevos desarrollos en el sistema de gestión del valor ganado aplicado al proyecto de un buque militar de superficie.

Tabla 5.39: Valores de las variaciones a la finalización del plazo según el avance del 70,32%.

INDICADORES	Unidades	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
TVACr	Mes	0,00	- 0,14	- 1,02	- 0,72	- 0,88	- 0,58	- 0,83	- 1,59	- 2,14	- 1,45	- 0,86
TVACi-plazo	Mes	0,00	- 4,81	- 13,19	- 7,55	- 7,04	- 4,04	- 4,74	- 7,20	- 8,24	- 5,41	- 3,08
TVACi-horas	Mes	0,00	3,90	3,90	4,18	4,57	4,90	5,20	5,12	5,28	5,51	5,66
TVACp1	Mes	0,00	1,95	1,02	1,65	1,92	2,59	2,60	1,64	1,13	2,05	2,78
TVACp2	Mes	0,00	- 6,17	- 14,12	- 8,57	- 7,92	- 4,86	- 5,40	- 7,76	- 8,68	- 5,81	- 3,44
TVACp3	Mes	0,00	- 0,95	- 6,77	- 2,61	- 2,13	- 0,08	- 0,40	- 2,04	- 2,70	- 0,71	0,81
TVACp4	Mes	0,00	- 0,28	- 1,96	- 1,37	- 1,65	- 1,07	- 1,51	- 2,82	- 3,73	- 2,51	- 1,48
TVACr-iplazo Criterio	Mes	0,00	- 0,14	- 1,02	- 0,72	- 0,88	- 0,58	- 4,74	- 7,20	- 8,24	- 5,41	- 3,08
TVACr-ihoras Criterio	Mes	0,00	- 0,14	- 1,02	- 0,72	- 0,88	- 0,58	5,20	5,12	5,28	5,51	5,66
TVACr-p1 Criterio	Mes	0,00	- 0,14	- 1,02	- 0,72	- 0,88	- 0,58	2,60	1,64	1,13	2,05	2,78
TVACr-p2 Criterio	Mes	0,00	- 0,14	- 1,02	- 0,72	- 0,88	- 0,58	- 5,40	- 7,76	- 8,68	- 5,81	- 3,44
TVACr-p3 Criterio	Mes	0,00	- 0,14	- 1,02	- 0,72	- 0,88	- 0,58	- 0,40	- 2,04	- 2,70	- 0,71	0,81
TVACr-p4 Criterio	Mes	0,00	- 0,14	- 1,02	- 0,72	- 0,88	- 0,58	- 1,51	- 2,82	- 3,73	- 2,51	- 1,48

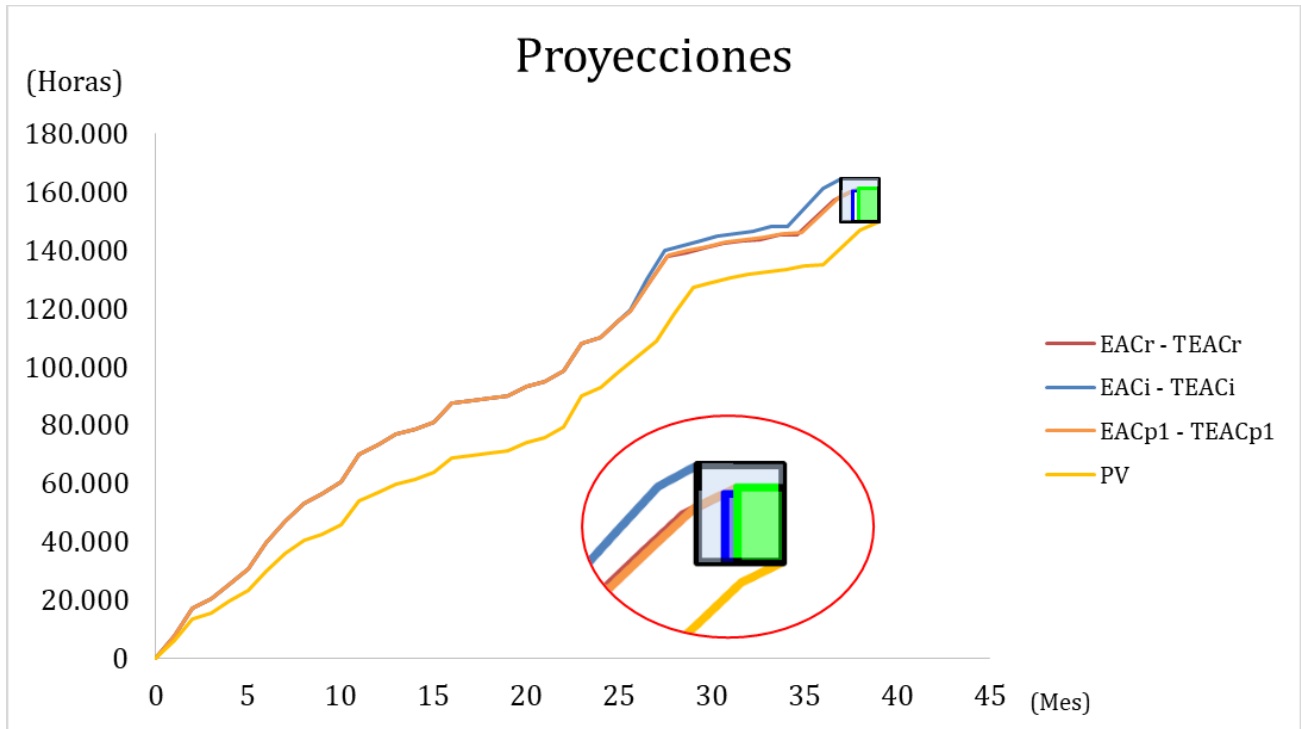
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
- 3,23	- 3,30	- 2,93	- 3,65	- 4,47	- 5,65	- 4,85	- 4,02	- 3,09	- 2,37	- 1,51	- 0,84	- 1,96	- 1,48	- 1,38
- 8,86	- 8,42	- 7,17	- 8,06	- 8,95	- 10,17	- 8,66	- 7,12	- 5,46	- 4,13	- 2,61	- 1,44	- 3,06	- 2,26	- 2,04
4,93	4,78	4,68	4,64	4,59	4,68	4,69	4,69	4,69	4,69	4,71	4,55	3,95	3,65	3,84
- 0,60	- 0,88	- 0,62	- 1,53	- 2,54	- 3,82	- 3,03	- 2,20	- 1,26	- 0,52	0,38	0,99	- 0,52	- 0,20	- 0,02
- 9,20	- 8,75	- 7,50	- 8,36	- 9,20	- 10,34	- 8,83	- 7,28	- 5,62	- 4,25	- 2,70	- 1,49	- 3,05	- 2,25	- 1,94
- 3,25	- 2,99	- 2,17	- 2,79	- 3,42	- 4,27	- 3,19	- 2,14	- 1,05	- 0,22	0,72	1,34	0,13	0,47	0,68
- 5,28	- 5,31	- 4,66	- 5,65	- 6,70	- 8,16	- 6,99	- 5,77	- 4,43	- 3,38	- 2,14	- 1,19	- 2,67	- 1,99	- 1,82
- 8,86	- 8,42	- 7,17	- 8,06	- 8,95	- 10,17	- 8,66	- 7,12	- 5,46	- 4,13	- 2,61	- 1,44	- 3,06	- 2,26	- 2,04
4,93	4,78	4,68	4,64	4,59	4,68	4,69	4,69	4,69	4,69	4,71	4,55	3,95	3,65	3,84
- 0,60	- 0,88	- 0,62	- 1,53	- 2,54	- 3,82	- 3,03	- 2,20	- 1,26	- 0,52	0,38	0,99	- 0,52	- 0,20	- 0,02
- 9,20	- 8,75	- 7,50	- 8,36	- 9,20	- 10,34	- 8,83	- 7,28	- 5,62	- 4,25	- 2,70	- 1,49	- 3,05	- 2,25	- 1,94
- 3,25	- 2,99	- 2,17	- 2,79	- 3,42	- 4,27	- 3,19	- 2,14	- 1,05	- 0,22	0,72	1,34	0,13	0,47	0,68
- 5,28	- 5,31	- 4,66	- 5,65	- 6,70	- 8,16	- 6,99	- 5,77	- 4,43	- 3,38	- 2,14	- 1,19	- 2,67	- 1,99	- 1,82

Estos valores junto con las estimaciones a la finalización del coste, se van a utilizar para obtener las proyecciones de evolución del proyecto si no se toman las medidas de corrección correctas.

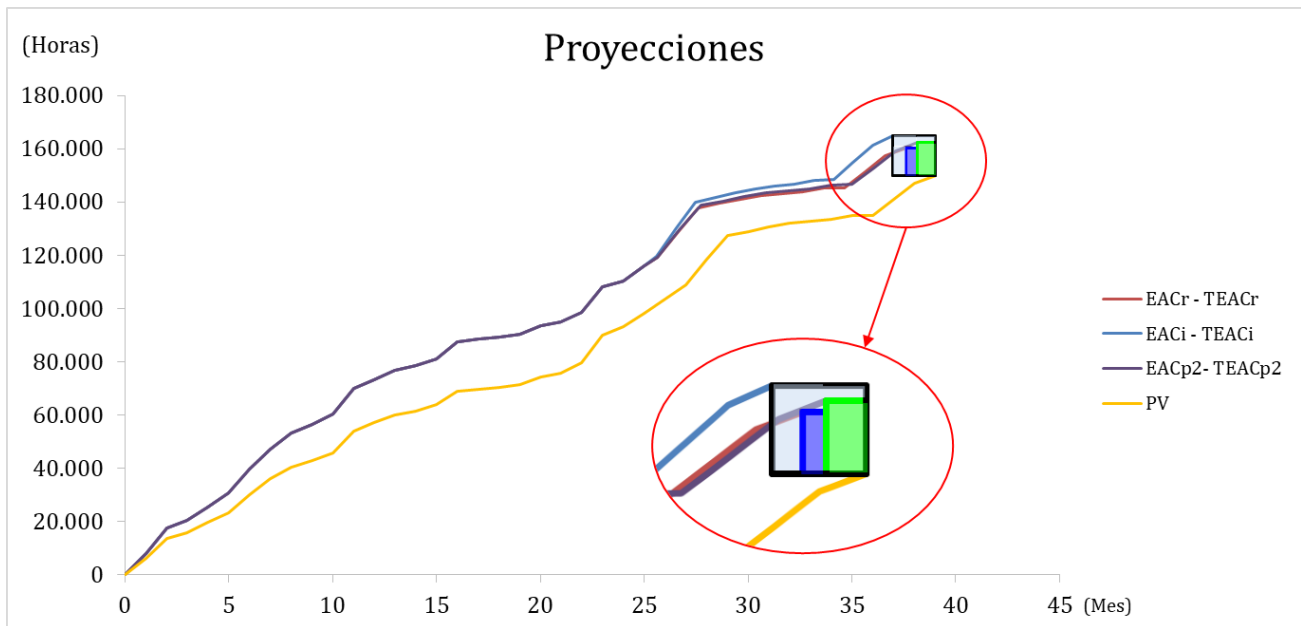
Las proyecciones obtenidas forman un área, dando una visualización de los valores más optimistas, probables y pesimistas, a los que puede llegar la finalización del proyecto. A diferencia de los demás casos, el área formada está dentro del plazo, aumentando así los costes del proyecto. Por lo que estas proyecciones (Gráficas 5.38 – Gráfica 5.41) indican que hay que tomar medidas, ya que el adelanto que hay en plazo se puede usar para disminuir los costes o corregir las desviaciones en coste.

Nuevos desarrollos en el sistema de gestión del valor ganado aplicado al proyecto de un buque militar de superficie.

Gráfica 5.38: Proyecciones del 70,32% (Ponderado 1).

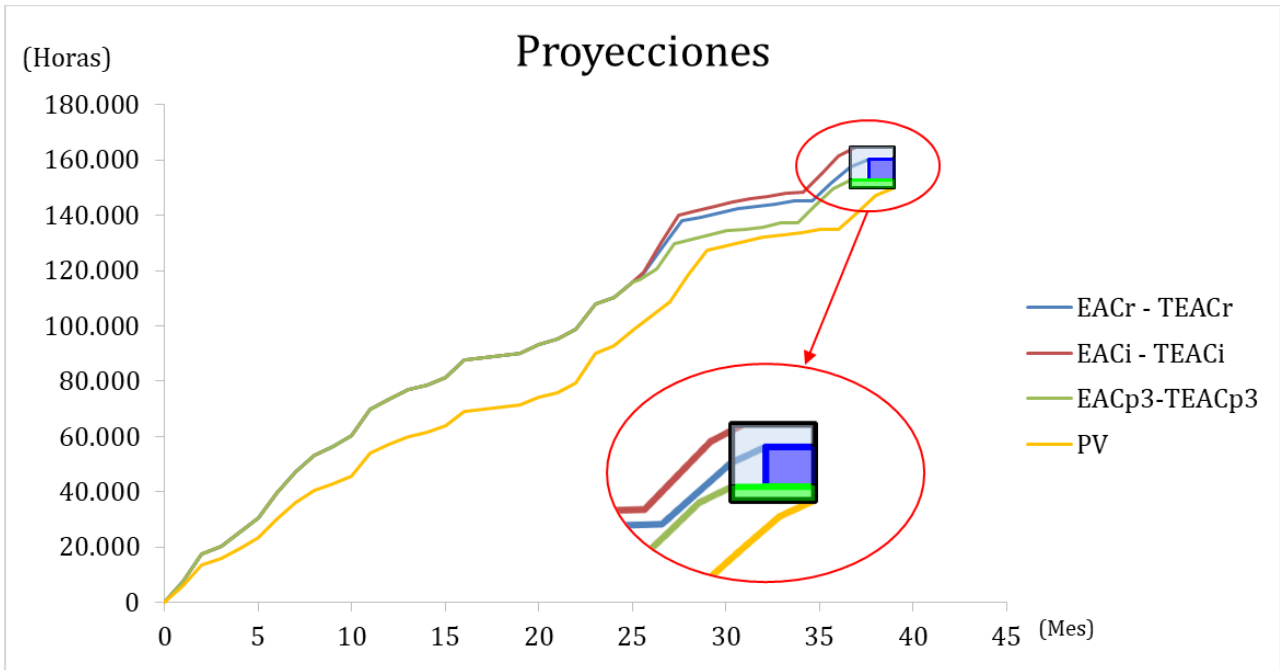


Gráfica 5.39: Proyecciones del 70,32% (Ponderado 2).

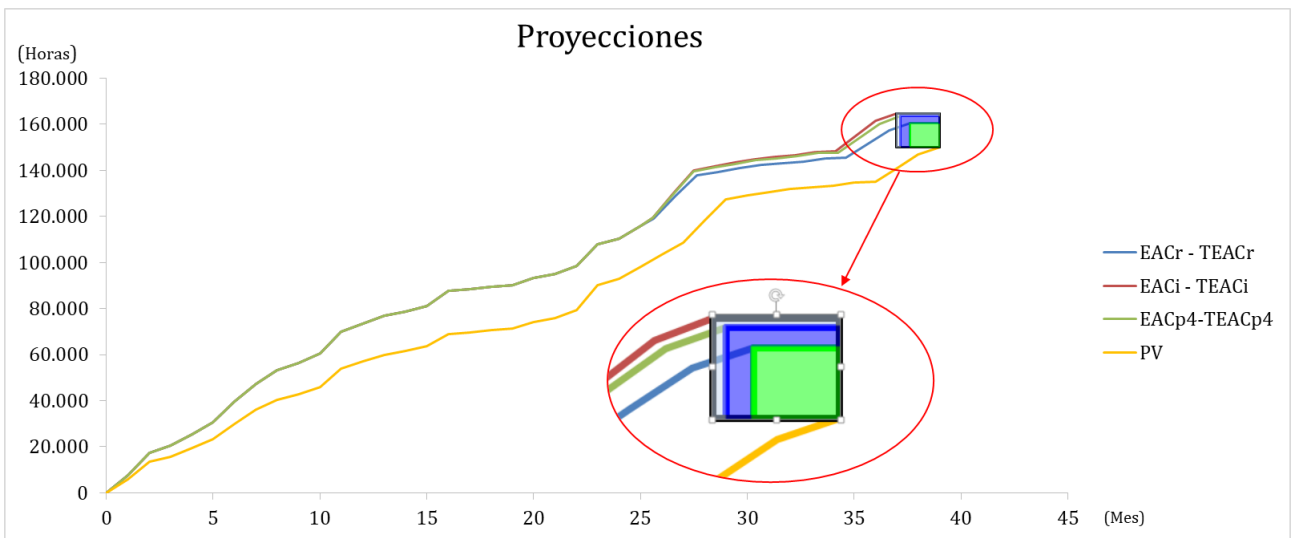


Nuevos desarrollos en el sistema de gestión del valor ganado aplicado al proyecto de un buque militar de superficie.

Gráfica 5.40: Proyecciones del 70,32% (Ponderado 3).



Gráfica 5.41: Proyecciones del 70,32% (Ponderado 4).



Nuevos desarrollos en el sistema de gestión del valor ganado aplicado al proyecto de un buque militar de superficie.

2.5. Caso estudio 5:

En este caso estudio al contrario que en los otros cuatro primeros, el coste actual como el avance del proyecto van a ir por debajo de lo planificado, obteniendo los siguientes datos, véase la Tabla 5.40.

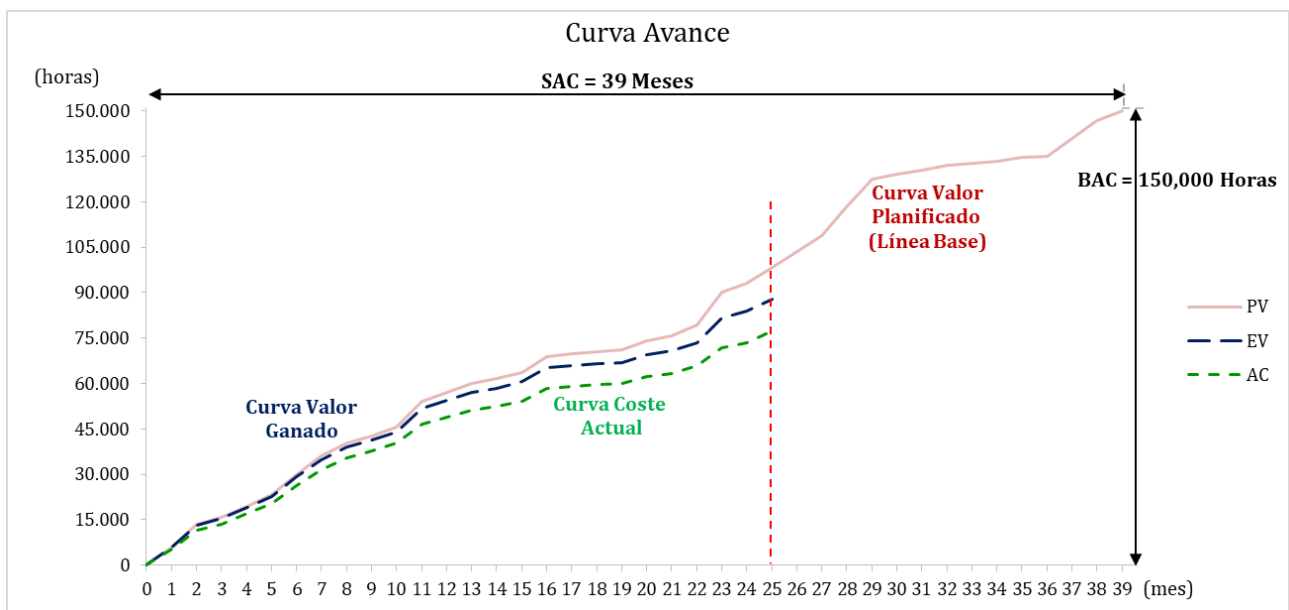
Tabla 5.40: Valores de los componentes básicos según el avance del 58,60% del EVMS.

BAC 150.000 Horas			0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ANÁLISIS COSTE HORARIO	INDICADORES	Unidades											
	PV	Horas	0	6.000	13.500	15.750	19.500	23.250	30.000	36.000	40.500	42.750	45.750
	A. PLANIFICADO	%	0,00%	4,00%	9,00%	10,50%	13,00%	15,50%	20,00%	24,00%	27,00%	28,50%	30,50%
	AC	Horas	0	5.174	11.609	13.617	16.986	20.377	26.428	31.535	35.515	37.630	40.323
	AVANCE REAL	%	0,00%	3,92%	8,80%	10,25%	12,67%	15,09%	19,43%	23,23%	26,07%	27,48%	29,35%
EV	Horas	0	5.880	13.193	15.375	19.005	22.628	29.148	34.848	39.101	41.216	44.021	

11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
54.000	57.000	60.000	61.500	63.750	69.000	69.750	70.500	71.250	74.250	75.750	79.500	90.000	93.000	98.250
36,00%	38,00%	40,00%	41,00%	42,50%	46,00%	46,50%	47,00%	47,50%	49,50%	50,50%	53,00%	60,00%	62,00%	65,50%
46.577	48.895	51.235	52.393	54.129	58.370	58.970	59.540	60.098	62.281	63.376	65.769	71.979	73.470	77.240
34,46%	36,30%	38,12%	39,02%	40,36%	43,43%	43,86%	44,29%	44,70%	46,33%	47,12%	49,08%	54,47%	55,98%	58,60%
51.685	54.445	57.178	58.531	60.540	65.150	65.797	66.433	67.055	69.491	70.682	73.615	81.700	83.974	87.901

Con los datos obtenidos en la tabla anterior, se hace una representación gráfica, en la que se ve de forma visual el estado de la construcción del buque. Interpretando dicha gráfica, se observa que tanto el valor ganado como el coste actual se encuentran por debajo de lo planificado, entendiéndose así, que el proyecto está retrasado, pero sin sobrecostes. Para poder tomar las decisiones pertinentes, se deberán de calcular los demás parámetros que completan el método.

Gráfica 5.42: Curvas de Avance del 58,60% por el Método del Valor Ganado.



Nuevos desarrollos en el sistema de gestión del valor ganado aplicado al proyecto de un buque militar de superficie.

Por lo que se procederá a calcular las desviaciones del proyecto, véase la Tabla 5.41.

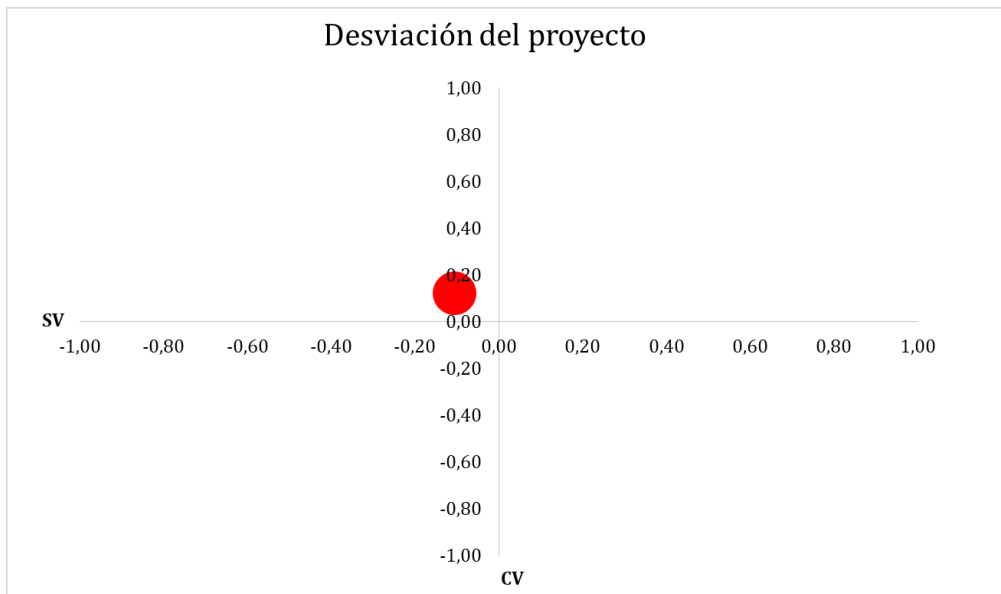
Tabla 5.41: Valores de las desviaciones en coste y en plazo del 58,60% de avance real.

INDICADORES	Unidades	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
SV	Horas	0	-120	-308	-375	-495	-623	-852	-1.152	-1.400	-1.535	-1.730
%SV	%	0,00	-0,02	-0,02	-0,02	-0,03	-0,03	-0,03	-0,03	-0,03	-0,04	-0,04
CV	Horas	0	706	1.583	1.758	2.019	2.251	2.720	3.313	3.585	3.585	3.698
%CV	%	0,00	0,12	0,12	0,11	0,11	0,10	0,09	0,10	0,09	0,09	0,08

11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
-2.315	-2.555	-2.822	-2.969	-3.210	-3.851	-3.953	-4.067	-4.195	-4.759	-5.068	-5.885	-8.300	-9.026	-10.349
-0,04	-0,04	-0,05	-0,05	-0,05	-0,06	-0,06	-0,06	-0,06	-0,06	-0,07	-0,07	-0,09	-0,10	-0,11
5.108	5.549	5.943	6.138	6.411	6.780	6.826	6.893	6.957	7.211	7.306	7.845	9.721	10.503	10.661
0,10	0,10	0,10	0,10	0,11	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,11	0,12	0,13	0,12

En este caso estudio, la desviación en coste y en plazo, se observa en el segundo cuadrante, lo cual representa un retraso en la construcción pero un cumplimiento en coste, véase la gráfica 5.43.

Gráfica 5.43: Desviación del plazo y coste del 58,60% de avance real.



Siguiendo analizando los demás parámetros, se hallan los índices de cumplimiento (Tabla 5.42).

Nuevos desarrollos en el sistema de gestión del valor ganado aplicado al proyecto de un buque militar de superficie.

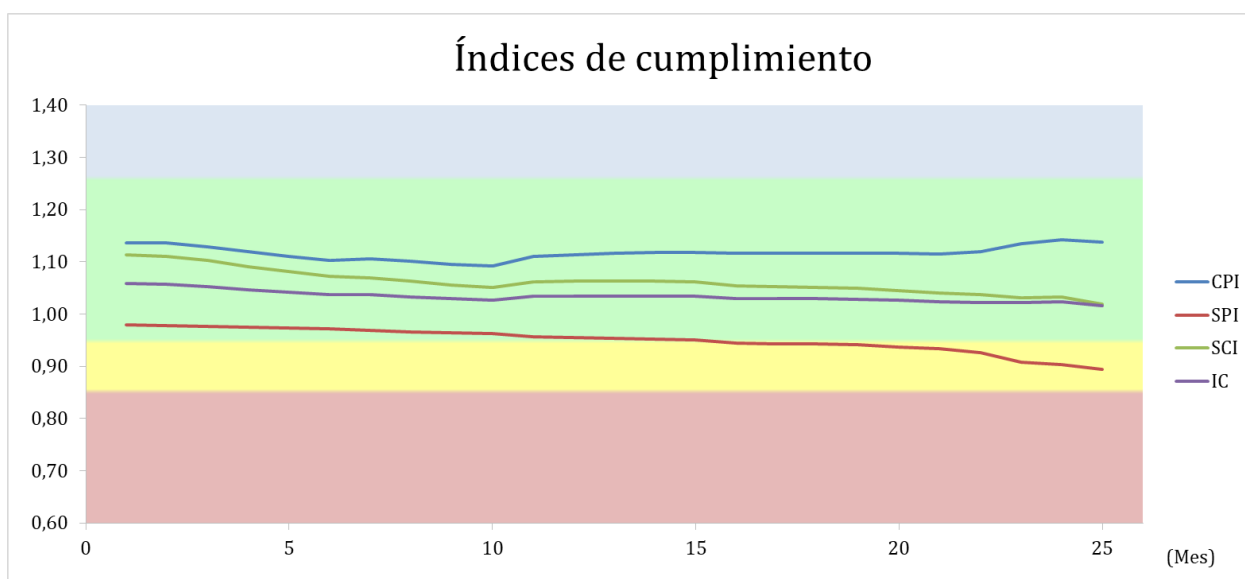
Tabla 5.42: Valores de los índices de cumplimiento del proyecto según el 58,60% de avance.

INDICADORES	Unidades	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
CPI	-	0,00	1,14	1,14	1,13	1,12	1,11	1,10	1,11	1,10	1,10	1,09
SPI	-	0,00	0,98	0,98	0,98	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97	0,96	0,96
SCI	-	0,00	1,11	1,11	1,10	1,09	1,08	1,07	1,07	1,06	1,06	1,05
IC	-	0,00	1,06	1,06	1,05	1,05	1,04	1,04	1,04	1,03	1,03	1,03

11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
1,11	1,11	1,12	1,12	1,12	1,12	1,12	1,12	1,12	1,12	1,12	1,12	1,14	1,14	1,14
0,96	0,96	0,95	0,95	0,95	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,93	0,93	0,91	0,90	0,89
1,06	1,06	1,06	1,06	1,06	1,05	1,05	1,05	1,05	1,04	1,04	1,04	1,03	1,03	1,02
1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02

Al contrario que en el caso estudio anterior, en la Gráfica 5.44, el índice de cumplimiento del plazo sale representado en la zona amarilla, por lo que se puede decir que el proyecto está retrasado, pero por el contrario, el índice de cumplimiento del coste se encuentra en la zona verde, que indica que hay un ahorro en coste, por lo que todavía se está a tiempo de tomar medidas para recuperar lo planificado inicialmente.

Gráfica 5.44: Índices de Cumplimiento del proyecto según el 58,60% de avance.



Por último, se calculan las estimaciones y variaciones a la finalización. Según se observa en la Tabla 5.43 y Tabla 5.44.

Nuevos desarrollos en el sistema de gestión del valor ganado aplicado al proyecto de un buque militar de superficie.

Tabla 5.43: Valores de las estimaciones a la finalización según el avance del 58,60%.

INDICADORES	Unidades	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
EACr	Horas	150.000	149.294	148.417	148.242	147.981	147.749	147.280	146.687	146.415	146.415	146.302
EACi	Horas	150.000	132.000	132.000	132.852	134.064	135.079	136.001	135.739	136.246	136.952	137.401
EACp1	Horas	150.000	134.588	134.806	135.760	137.114	138.234	139.203	139.183	139.851	140.649	141.215
EACp2	Horas	150.000	134.588	134.520	139.865	138.060	139.017	138.355	138.678	140.320	145.095	143.340
EACp3	Horas	150.000	141.753	141.786	144.681	143.825	144.421	144.099	144.395	145.484	148.552	147.489
EACp4	Horas	150.000	148.616	146.973	146.665	146.218	145.838	145.088	144.143	143.764	143.814	143.690
EACr Criterio	Horas	150.000	149.294	148.417	148.242	147.981	147.749	147.280	146.687	146.415	146.415	146.302
EACi Criterio	Horas	150.000	149.294	148.417	148.242	147.981	147.749	147.280	135.739	136.246	136.952	137.401
EACp1 Criterio	Horas	150.000	149.294	148.417	148.242	147.981	147.749	147.280	139.183	139.851	140.649	141.215
EACp2 Criterio	Horas	150.000	149.294	148.417	148.242	147.981	147.749	147.280	138.678	140.320	145.095	143.340
EACp3 Criterio	Horas	150.000	149.294	148.417	148.242	147.981	147.749	147.280	144.395	145.484	148.552	147.489
EACp4 Criterio	Horas	150.000	149.294	148.417	148.242	147.981	147.749	147.280	144.143	143.764	143.814	143.690

11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
144.892	144.451	144.057	143.862	143.589	143.220	143.174	143.107	143.043	142.789	142.694	142.155	140.279	139.497	139.339
135.176	134.711	134.409	134.270	134.115	134.390	134.438	134.437	134.437	134.436	134.496	134.014	132.152	131.238	131.808
139.145	138.739	138.515	138.424	138.357	138.883	138.972	139.023	139.087	139.377	139.595	139.470	138.265	137.447	138.233
137.496	141.268	140.898	144.021	143.934	138.042	142.333	146.456	150.468	148.927	145.244	141.642	134.294	135.292	137.073
143.944	146.878	146.798	149.199	149.320	144.906	148.438	151.708	154.769	153.963	151.210	148.607	142.810	144.413	146.340
141.544	140.916	140.380	140.119	139.765	139.385	139.342	139.268	139.196	138.919	138.831	138.159	135.852	134.873	134.926
144.892	144.451	144.057	143.862	143.589	143.220	143.174	143.107	143.043	142.789	142.694	142.155	140.279	139.497	139.339
135.176	134.711	134.409	134.270	134.115	134.390	134.438	134.437	134.437	134.436	134.496	134.014	132.152	131.238	131.808
139.145	138.739	138.515	138.424	138.357	138.883	138.972	139.023	139.087	139.377	139.595	139.470	138.265	137.447	138.233
137.496	141.268	140.898	144.021	143.934	138.042	142.333	146.456	150.468	148.927	145.244	141.642	134.294	135.292	137.073
143.944	146.878	146.798	149.199	149.320	144.906	148.438	151.708	154.769	153.963	151.210	148.607	142.810	144.413	146.340
141.544	140.916	140.380	140.119	139.765	139.385	139.342	139.268	139.196	138.919	138.831	138.159	135.852	134.873	134.926

Tabla 5.44: Valores de las variaciones a la finalización según el avance del 58,60%.

INDICADORES	Unidades	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
VACr	Horas	0	-706	-1.583	-1.758	-2.019	-2.251	-2.720	-3.313	-3.585	-3.585	-3.698
VACi	Horas	0	-18.000	-18.000	-17.148	-15.936	-14.921	-13.999	-14.261	-13.754	-13.048	-12.599
VACp1	Horas	0	-15.412	-15.194	-14.240	-12.886	-11.766	-10.797	-10.817	-10.149	-9.351	-8.785
VACp2	Horas	0	-15.412	-15.480	-10.135	-11.940	-10.983	-11.645	-11.322	-9.680	-4.905	-6.660
VACp3	Horas	0	-8.247	-8.214	-5.319	-6.175	-5.579	-5.901	-5.605	-4.516	-1.448	-2.511
VACp4	Horas	0	-1.384	-3.027	-3.335	-3.782	-4.162	-4.912	-5.857	-6.236	-6.186	-6.310
VACr Criterio	Horas	0	-706	-1.583	-1.758	-2.019	-2.251	-2.720	-3.313	-3.585	-3.585	-3.698
VACi Criterio	Horas	0	-706	-1.583	-1.758	-2.019	-2.251	-2.720	-14.261	-13.754	-13.048	-12.599
VACp1 Criterio	Horas	0	-706	-1.583	-1.758	-2.019	-2.251	-2.720	-10.817	-10.149	-9.351	-8.785
VACp2 Criterio	Horas	0	-706	-1.583	-1.758	-2.019	-2.251	-2.720	-11.322	-9.680	-4.905	-6.660
VACp3 Criterio	Horas	0	-706	-1.583	-1.758	-2.019	-2.251	-2.720	-5.605	-4.516	-1.448	-2.511
VACp4 Criterio	Horas	0	-706	-1.583	-1.758	-2.019	-2.251	-2.720	-5.857	-6.236	-6.186	-6.310

11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
-5.108	-5.549	-5.943	-6.138	-6.411	-6.780	-6.826	-6.893	-6.957	-7.211	-7.306	-7.845	-9.721	-10.503	-10.661
-14.824	-15.289	-15.591	-15.730	-15.885	-15.610	-15.562	-15.563	-15.563	-15.564	-15.504	-15.986	-17.848	-18.762	-18.192
-10.855	-11.261	-11.485	-11.576	-11.643	-11.117	-11.028	-10.977	-10.913	-10.623	-10.405	-10.530	-11.735	-12.553	-11.767
-12.504	-8.732	-9.102	-5.979	-6.066	-11.958	-7.667	-3.544	468	-1.073	-4.756	-8.358	-15.706	-14.708	-12.927
-6.056	-3.122	-3.202	-801	-680	-5.094	-1.562	1.708	4.769	3.963	1.210	-1.393	-7.190	-5.587	-3.660
-8.456	-9.084	-9.620	-9.881	-10.235	-10.615	-10.658	-10.732	-10.804	-11.081	-11.169	-11.841	-14.148	-15.127	-15.074
-5.108	-5.549	-5.943	-6.138	-6.411	-6.780	-6.826	-6.893	-6.957	-7.211	-7.306	-7.845	-9.721	-10.503	-10.661
-14.824	-15.289	-15.591	-15.730	-15.885	-15.610	-15.562	-15.563	-15.563	-15.564	-15.504	-15.986	-17.848	-18.762	-18.192
-10.855	-11.261	-11.485	-11.576	-11.643	-11.117	-11.028	-10.977	-10.913	-10.623	-10.405	-10.530	-11.735	-12.553	-11.767
-12.504	-8.732	-9.102	-5.979	-6.066	-11.958	-7.667	-3.544	468	-1.073	-4.756	-8.358	-15.706	-14.708	-12.927
-6.056	-3.122	-3.202	-801	-680	-5.094	-1.562	1.708	4.769	3.963	1.210	-1.393	-7.190	-5.587	-3.660
-8.456	-9.084	-9.620	-9.881	-10.235	-10.615	-10.658	-10.732	-10.804	-11.081	-11.169	-11.841	-14.148	-15.127	-15.074

Estos valores serán utilizados posteriormente para obtener las proyecciones del proyecto.

A continuación, se procede al cálculo del Método de la Planificación Ganada.

Nuevos desarrollos en el sistema de gestión del valor ganado aplicado al proyecto de un buque militar de superficie.

En primer lugar, se calcula el parámetro ES, que es la planificación ganada respecto al valor ganado. Dicho parámetro dará una estimación del plazo mucho más fiable y exacta que el método del valor ganado.

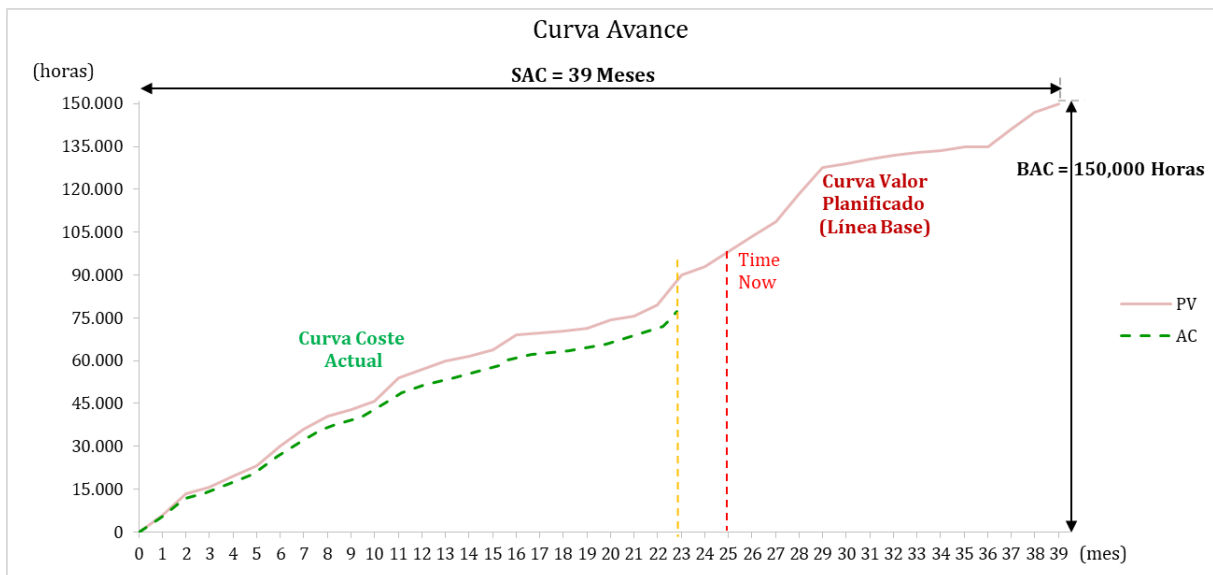
Tabla 5.45: Valores de los componentes básicos según el avance 58,60% mediante el ES.

SAC		Meses											
ANÁLISIS EN PLAZO	INDICADORES	Unidades	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	AT	Mes	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	ES	Mes	-	0,98	1,96	2,83	3,87	4,83	5,87	6,81	7,69	8,32	9,42

11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
10,72	11,15	12,06	12,51	13,36	15,27	15,39	15,51	15,63	16,66	18,24	19,79	22,21	22,43	22,80

Como se observa en la Gráfica 5.45, para mostrar el avance del proyecto solo son necesarias dos curvas, la curva del valor planificado y la curva del valor ganado, ya que con estas dos curvas, se puede visualizar el avance del proyecto, viendo que la construcción va retrasada y tiene un ahorro en coste. Por el contrario, en la Gráfica 5.42 para poder mostrar el avance del proyecto es necesario representar una tercera curva del coste actual.

Gráfica 5.45: Curva de Avance mediante el Método de la Planificación Ganada en el 58,60% de avance real.



Una vez obtenida las componentes básicas, se calculan las desviaciones del proyecto, véase la Tabla 5.46.

Nuevos desarrollos en el sistema de gestión del valor ganado aplicado al proyecto de un buque militar de superficie.

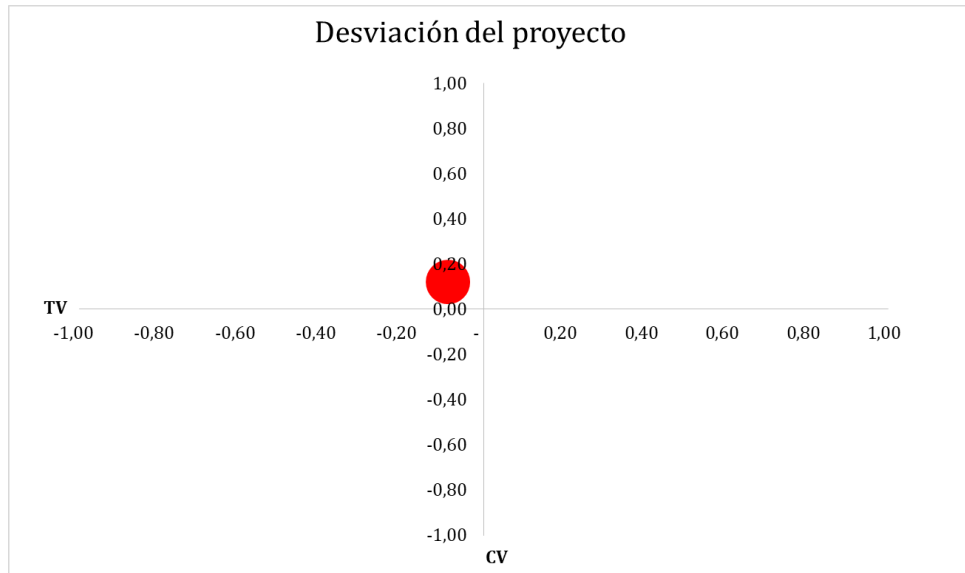
Tabla 5.46: Valores de las desviaciones en coste y plazo mediante el ES según el avance del 58,60%.

INDICADORES	Unidades	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
CV	Horas	0	706	1.583	1.758	2.019	2.251	2.720	3.313	3.585	3.585	3.698
%CV	%	0,00	0,12	0,12	0,11	0,11	0,10	0,09	0,10	0,09	0,09	0,08
SV(t) o TV	Mes	-	- 0,02	- 0,04	- 0,17	- 0,13	- 0,17	- 0,13	- 0,19	- 0,31	- 0,68	- 0,58
%SV(t) o %TV	%	-	- 0,02	- 0,02	- 0,06	- 0,03	- 0,03	- 0,02	- 0,03	- 0,04	- 0,08	- 0,06

11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
5.108	5.549	5.943	6.138	6.411	6.780	6.826	6.893	6.957	7.211	7.306	7.845	9.721	10.503	10.661
0,10	0,10	0,10	0,10	0,11	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,11	0,12	0,13	0,12
- 0,28	- 0,85	- 0,94	- 1,49	- 1,64	- 0,73	- 1,61	- 2,49	- 3,37	- 3,35	- 2,76	- 2,21	- 0,79	- 1,57	- 2,20
- 0,03	- 0,07	- 0,07	- 0,11	- 0,11	- 0,05	- 0,09	- 0,14	- 0,18	- 0,17	- 0,13	- 0,10	- 0,03	- 0,07	- 0,09

Viendo el resultado tanto numérico como gráfico, se puede decir que prácticamente no varía mucho del Método del Valor Ganado (Gráfica 5.46).

Gráfica 5.46: Desviación del proyecto mediante el ES según el avance del 58,60%.



Siguiendo analizando los demás parámetros, se hallan los índices de cumplimiento (Tabla 5.47).

Tabla 5.47: Valores de los índices de cumplimiento del 58,60% de avance según el ES.

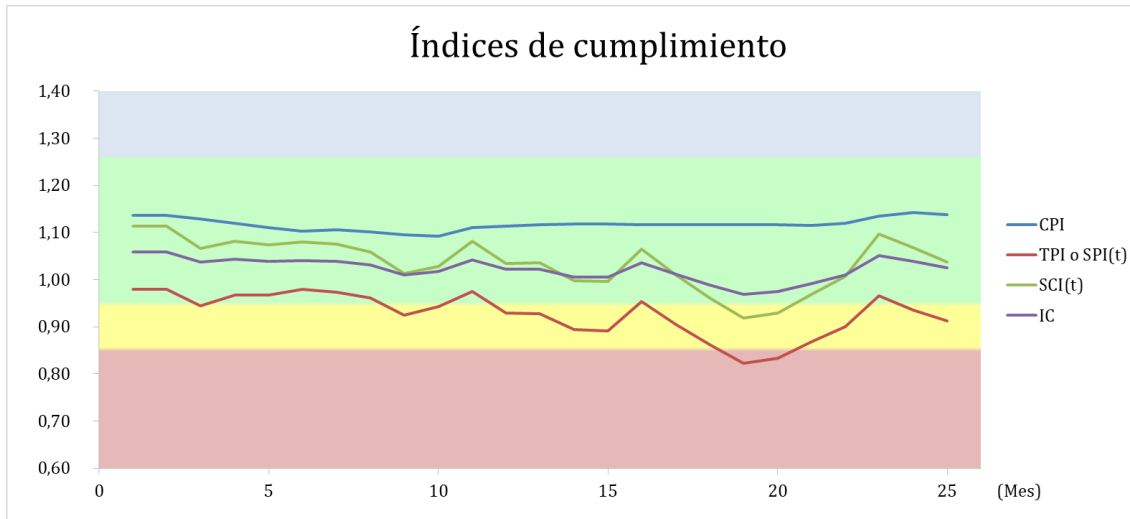
INDICADORES	Unidades	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
TPI o SPI(t)	-	-	0,98	0,98	0,94	0,97	0,97	0,98	0,97	0,96	0,92	0,94
CPI	-	-	1,14	1,14	1,13	1,12	1,11	1,10	1,11	1,10	1,10	1,09
SCI(t)	-	-	1,11	1,11	1,07	1,08	1,07	1,08	1,07	1,06	1,01	1,03
IC	-	-	1,06	1,06	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,03	1,01	1,02

11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
0,97	0,93	0,93	0,89	0,89	0,95	0,91	0,86	0,82	0,83	0,87	0,90	0,97	0,93	0,91
1,11	1,11	1,12	1,12	1,12	1,12	1,12	1,12	1,12	1,12	1,12	1,12	1,14	1,14	1,14
1,08	1,03	1,04	1,00	1,00	1,06	1,01	0,96	0,92	0,93	0,97	1,01	1,10	1,07	1,04
1,04	1,02	1,02	1,01	1,00	1,04	1,01	0,99	0,97	0,97	0,99	1,01	1,05	1,04	1,03

Nuevos desarrollos en el sistema de gestión del valor ganado aplicado al proyecto de un buque militar de superficie.

La Gráfica 5.47, al igual que la Gráfica 5.44, indica que el cumplimiento del plazo es menor que 1, por lo que hay un atraso en plazo, pero sin embargo, el cumplimiento del coste está por encima de 1 indicando que hay un ahorro.

Gráfica 5.47: Índices de Cumplimiento del proyecto según el 58,60% de avance mediante el ES.



Por último, se calculan las estimaciones y variaciones a la finalización del plazo, para poder así realizar las proyecciones necesarias (Tabla 5.48 y Tabla 5.49).

Tabla 5.48: Valores de las estimaciones a la finalización del plazo según el avance del 58,60%.

INDICADORES	Unidades	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
TEACr	Mes	39,00	39,02	39,04	39,17	39,13	39,17	39,13	39,19	39,31	39,68	39,58
TEACi-plazo	Mes	39,00	39,80	39,82	41,29	40,33	40,34	39,84	40,10	40,58	42,20	41,39
TEACi-horas	Mes	39,00	34,32	34,32	34,54	34,86	35,12	35,36	35,29	35,42	35,61	35,72
TEACp1	Mes	39,00	32,62	32,84	33,43	34,00	34,53	34,96	35,10	35,53	36,21	36,38
TEACp2	Mes	39,00	37,66	37,78	39,38	38,71	38,92	38,62	38,93	39,53	41,24	40,56
TEACp3	Mes	39,00	36,86	36,86	37,62	37,39	37,55	37,47	37,54	37,83	38,62	38,35
TEACp4	Mes	39,00	39,04	39,08	39,32	39,25	39,31	39,23	39,35	39,56	40,22	40,01
TEACr-i-plazo Criterio	Mes	39,00	39,02	39,04	39,17	39,13	39,17	39,84	40,10	40,58	42,20	41,39
TEACr-i-horas Criterio	Mes	39,00	39,02	39,04	39,17	39,13	39,17	35,36	35,29	35,42	35,61	35,72
TEACr-p1 Criterio	Mes	39,00	39,02	39,04	39,17	39,13	39,17	34,96	35,10	35,53	36,21	36,38
TEACr-p2 Criterio	Mes	39,00	39,02	39,04	39,17	39,13	39,17	38,62	38,93	39,53	41,24	40,56
TEACr-p3 Criterio	Mes	39,00	39,02	39,04	39,17	39,13	39,17	37,47	37,54	37,83	38,62	38,35
TEACr-p4 Criterio	Mes	39,00	39,02	39,04	39,17	39,13	39,17	39,23	39,35	39,56	40,22	40,01

11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
39,28	39,85	39,94	40,49	40,64	39,73	40,61	41,49	42,37	42,35	41,76	41,21	39,79	40,57	41,20
40,02	41,98	42,04	43,64	43,79	40,87	43,08	45,26	47,41	46,83	44,89	43,36	40,39	41,74	42,76
35,15	35,02	34,95	34,91	34,87	34,94	34,95	34,95	34,95	34,95	34,97	34,84	34,36	34,12	34,27
35,66	36,18	36,34	36,92	37,17	36,64	37,55	38,46	39,37	39,52	39,17	38,78	37,48	38,18	39,01
39,08	40,98	41,07	42,66	42,84	40,15	42,33	44,49	46,62	46,16	44,33	42,89	40,02	41,34	42,48
37,43	38,19	38,17	38,79	38,82	37,68	38,59	39,44	40,24	40,03	39,31	38,64	37,13	37,55	38,05
39,48	40,46	40,59	41,50	41,72	40,18	41,58	42,99	44,39	44,26	43,22	42,30	40,13	41,24	42,11
40,02	41,98	42,04	43,64	43,79	40,87	43,08	45,26	47,41	46,83	44,89	43,36	40,39	41,74	42,76
35,15	35,02	34,95	34,91	34,87	34,94	34,95	34,95	34,95	34,95	34,97	34,84	34,36	34,12	34,27
35,66	36,18	36,34	36,92	37,17	36,64	37,55	38,46	39,37	39,52	39,17	38,78	37,48	38,18	39,01
39,08	40,98	41,07	42,66	42,84	40,15	42,33	44,49	46,62	46,16	44,33	42,89	40,02	41,34	42,48
37,43	38,19	38,17	38,79	38,82	37,68	38,59	39,44	40,24	40,03	39,31	38,64	37,13	37,55	38,05
39,48	40,46	40,59	41,50	41,72	40,18	41,58	42,99	44,39	44,26	43,22	42,30	40,13	41,24	42,11

Nuevos desarrollos en el sistema de gestión del valor ganado aplicado al proyecto de un buque militar de superficie.

Tabla 5.49: Valores de las variaciones a la finalización del plazo según el avance del 58,60%.

INDICADORES	Unidades	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
TVACr	Mes	0,00	0,02	0,04	0,17	0,13	0,17	0,13	0,19	0,31	0,68	0,58
TVACi-plazo	Mes	0,00	0,80	0,82	2,29	1,33	1,34	0,84	1,10	1,58	3,20	2,39
TVACi-horas	Mes	0,00	- 4,68	- 4,68	- 4,46	- 4,14	- 3,88	- 3,64	- 3,71	- 3,58	- 3,39	- 3,28
TVACp1	Mes	0,00	- 6,38	- 6,16	- 5,57	- 5,00	- 4,47	- 4,04	- 3,90	- 3,47	- 2,79	- 2,62
TVACp2	Mes	0,00	- 1,34	- 1,22	0,38	- 0,29	- 0,08	- 0,38	- 0,07	0,53	2,24	1,56
TVACp3	Mes	0,00	- 2,14	- 2,14	- 1,38	- 1,61	- 1,45	- 1,53	- 1,46	- 1,17	- 0,38	- 0,65
TVACp4	Mes	0,00	0,04	0,08	0,32	0,25	0,31	0,23	0,35	0,56	1,22	1,01
TVACr-iplazo Criterio	Mes	0,00	0,02	0,04	0,17	0,13	0,17	0,84	1,10	1,58	3,20	2,39
TVACr-ihoras Criterio	Mes	0,00	0,02	0,04	0,17	0,13	0,17	- 3,64	- 3,71	- 3,58	- 3,39	- 3,28
TVACr-p1 Criterio	Mes	0,00	0,02	0,04	0,17	0,13	0,17	- 4,04	- 3,90	- 3,47	- 2,79	- 2,62
TVACr-p2 Criterio	Mes	0,00	0,02	0,04	0,17	0,13	0,17	- 0,38	- 0,07	0,53	2,24	1,56
TVACr-p3 Criterio	Mes	0,00	0,02	0,04	0,17	0,13	0,17	- 1,53	- 1,46	- 1,17	- 0,38	- 0,65
TVACr-p4 Criterio	Mes	0,00	0,02	0,04	0,17	0,13	0,17	0,23	0,35	0,56	1,22	1,01

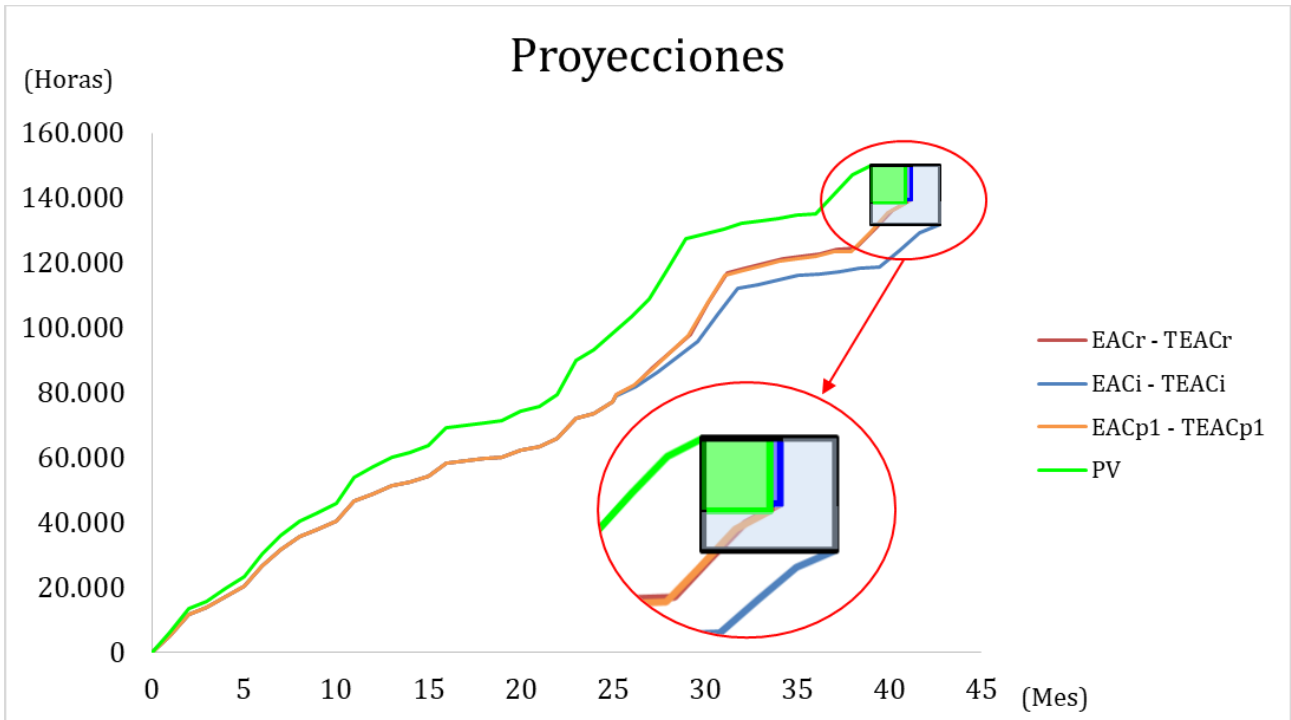
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
0,28	0,85	0,94	1,49	1,64	0,73	1,61	2,49	3,37	3,35	2,76	2,21	0,79	1,57	2,20
1,02	2,98	3,04	4,64	4,79	1,87	4,08	6,26	8,41	7,83	5,89	4,36	1,39	2,74	3,76
- 3,85	- 3,98	- 4,05	- 4,09	- 4,13	- 4,06	- 4,05	- 4,05	- 4,05	- 4,05	- 4,03	- 4,16	- 4,64	- 4,88	- 4,73
- 3,34	- 2,82	- 2,66	- 2,08	- 1,83	- 2,36	- 1,45	- 0,54	0,37	0,52	0,17	- 0,22	- 1,52	- 0,82	0,01
0,08	1,98	2,07	3,66	3,84	1,15	3,33	5,49	7,62	7,16	5,33	3,89	1,02	2,34	3,48
- 1,57	- 0,81	- 0,83	- 0,21	- 0,18	- 1,32	- 0,41	0,44	1,24	1,03	0,31	- 0,36	- 1,87	- 1,45	- 0,95
0,48	1,46	1,59	2,50	2,72	1,18	2,58	3,99	5,39	5,26	4,22	3,30	1,13	2,24	3,11
1,02	2,98	3,04	4,64	4,79	1,87	4,08	6,26	8,41	7,83	5,89	4,36	1,39	2,74	3,76
- 3,85	- 3,98	- 4,05	- 4,09	- 4,13	- 4,06	- 4,05	- 4,05	- 4,05	- 4,05	- 4,03	- 4,16	- 4,64	- 4,88	- 4,73
- 3,34	- 2,82	- 2,66	- 2,08	- 1,83	- 2,36	- 1,45	- 0,54	0,37	0,52	0,17	- 0,22	- 1,52	- 0,82	0,01
0,08	1,98	2,07	3,66	3,84	1,15	3,33	5,49	7,62	7,16	5,33	3,89	1,02	2,34	3,48
- 1,57	- 0,81	- 0,83	- 0,21	- 0,18	- 1,32	- 0,41	0,44	1,24	1,03	0,31	- 0,36	- 1,87	- 1,45	- 0,95
0,48	1,46	1,59	2,50	2,72	1,18	2,58	3,99	5,39	5,26	4,22	3,30	1,13	2,24	3,11

Estos valores junto con las estimaciones a la finalización del coste, se van a utilizar para obtener las proyecciones de evolución del proyecto si no se toman las medidas de corrección correctas.

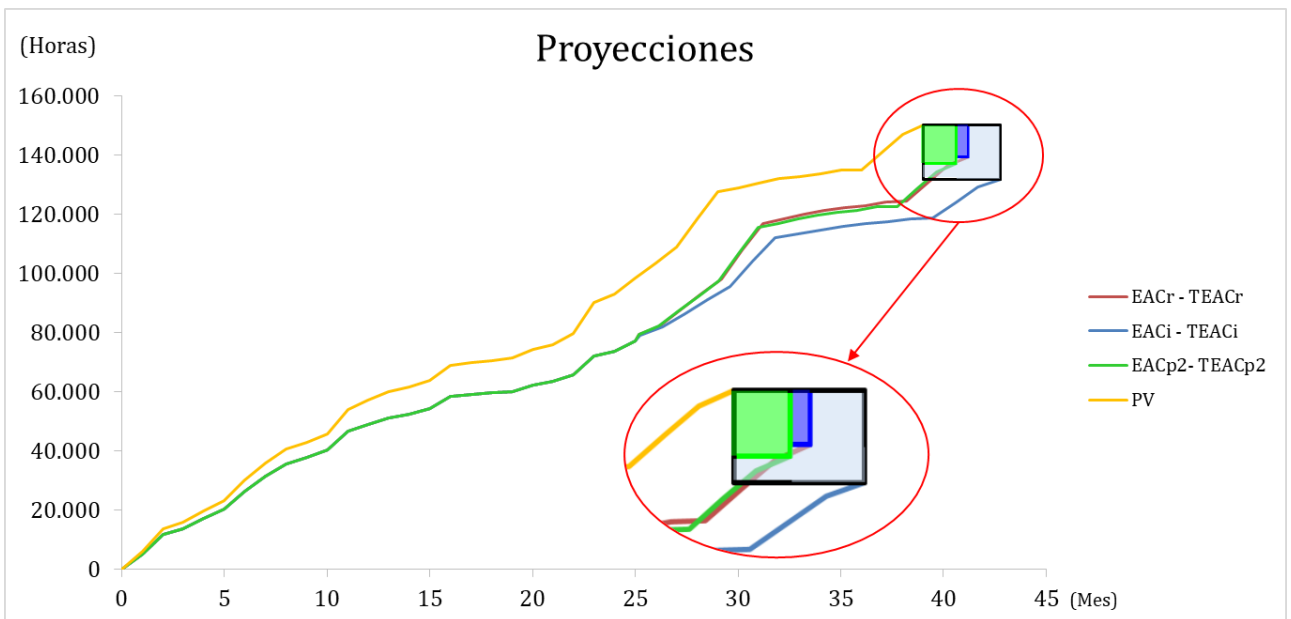
Las proyecciones obtenidas forman un área, dando una visualización de los valores más optimistas, probables y pesimistas, a los que puede llegar la finalización del proyecto. A diferencia de los demás casos, el área formada está dentro del coste, aumentando así los plazos del proyecto. Por lo que estas proyecciones (Gráficas 5.48 – Gráfica 5.51) indican que hay que tomar medidas, ya que el ahorro que lleva el proyecto se puede gastar para reducir el plazo o corregir las desviaciones en plazo.

Nuevos desarrollos en el sistema de gestión del valor ganado aplicado al proyecto de un buque militar de superficie.

Gráfica 5.48: Proyecciones del 58,60% (Ponderado 1).

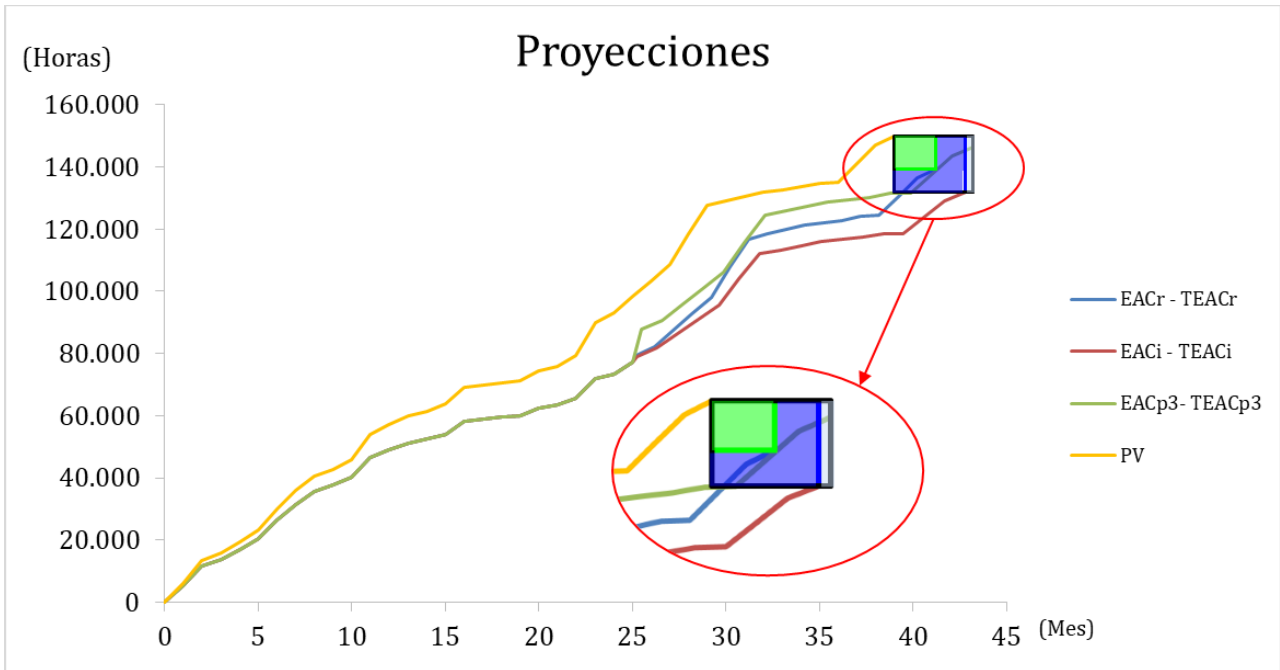


Gráfica 5.49: Proyecciones del 58,60% (Ponderado 2).

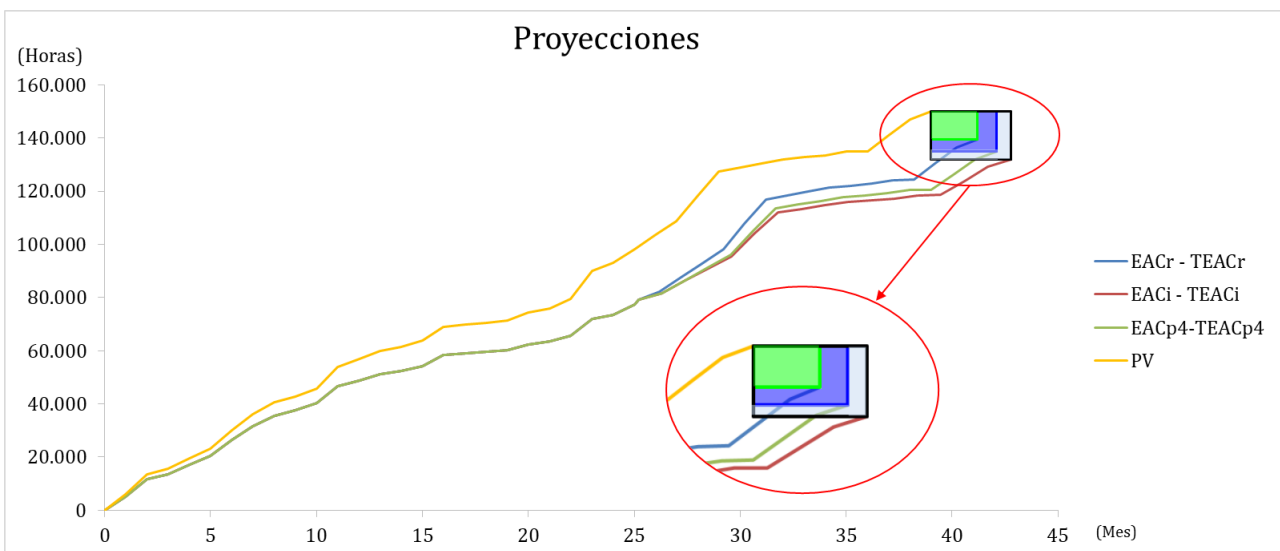


Nuevos desarrollos en el sistema de gestión del valor ganado aplicado al proyecto de un buque militar de superficie.

Gráfica 5.50: Proyecciones del 58,60% (Ponderado 3).



Gráfica 5.51: Proyecciones del 58,60% (Ponderado 4).



Nuevos desarrollos en el sistema de gestión del valor ganado aplicado al proyecto de un buque militar de superficie.

2.6. Caso estudio 6:

En el último caso estudio, se estudia el comportamiento del método cuando el coste actual está ligeramente por debajo, pero el avance real es mayor que el planificado. Obteniendo los siguientes valores (Tabla 5.50).

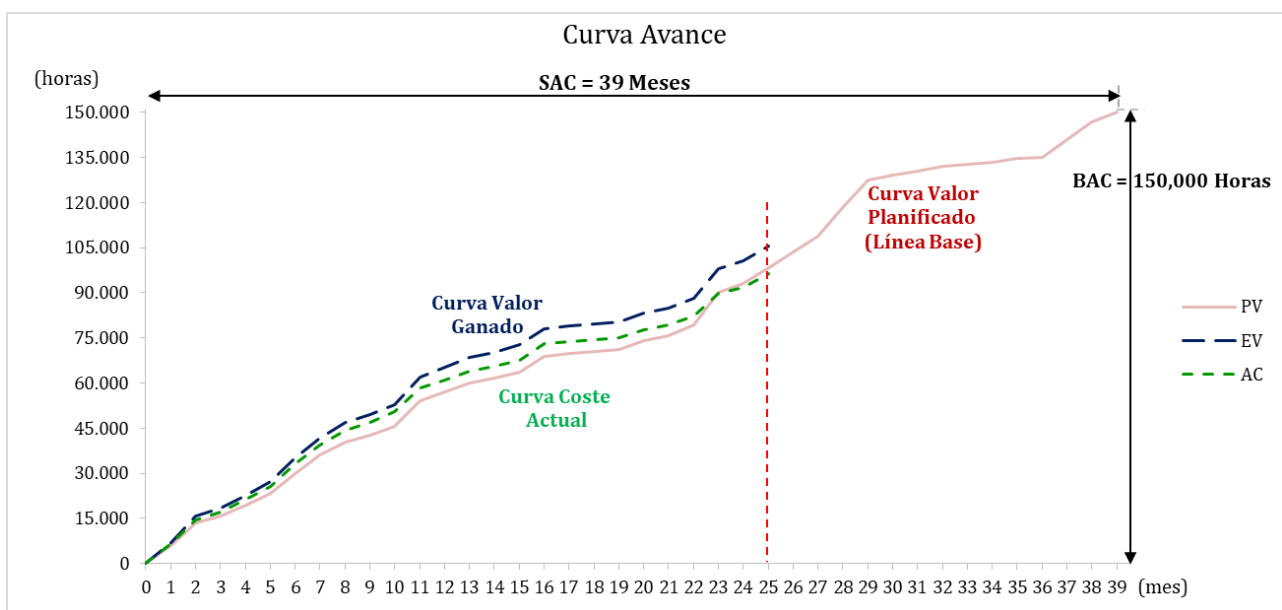
Tabla 5.50: Valores de los componentes básicos según el avance del 70,32% del EVMS.

BAC 150.000 Horas			0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ANÁLISIS COSTE HORARIO	PV	Horas	0	6.000	13.500	15.750	19.500	23.250	30.000	36.000	40.500	42.750	45.750
	A. PLANIFICADO	%	0,00%	4,00%	9,00%	10,50%	13,00%	15,50%	20,00%	24,00%	27,00%	28,50%	30,50%
	AC	Horas	0	6.468	14.512	17.022	21.232	25.471	33.035	39.419	44.394	47.038	50.404
	AVANCE REAL	%	0,00%	4,70%	10,55%	12,30%	15,20%	18,10%	23,32%	27,88%	31,28%	32,97%	35,22%
	EV	Horas	0	7.056	15.831	18.450	22.806	27.153	34.978	41.818	46.921	49.459	52.825

11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
54.000	57.000	60.000	61.500	63.750	69.000	69.750	70.500	71.250	74.250	75.750	79.500	90.000	93.000	98.250
36,00%	38,00%	40,00%	41,00%	42,50%	46,00%	46,50%	47,00%	47,50%	49,50%	50,50%	53,00%	60,00%	62,00%	65,50%
58.221	61.119	64.044	65.491	67.661	72.962	73.713	74.425	75.123	77.851	79.220	82.212	89.973	91.838	96.550
41,35%	43,56%	45,74%	46,82%	48,43%	52,12%	52,64%	53,15%	53,64%	55,59%	56,55%	58,89%	65,36%	67,18%	70,32%
62.022	65.334	68.613	70.237	72.648	78.179	78.956	79.719	80.466	83.390	84.819	88.338	98.040	100.769	105.481

En la Grafica 5.52, se observa que el valor ganado está por encima de lo planificado, mientras que el coste actual está ligeramente por debajo. Esto indica, que si se sigue con el mismo rendimiento se acabara antes el proyecto y con un ahorro en el coste. Antes de tomar una decisión será necesario calcular los demás parámetros.

Gráfica 5.52: Curvas de Avance del 70,32% por el Método del Valor Ganado.



Nuevos desarrollos en el sistema de gestión del valor ganado aplicado al proyecto de un buque militar de superficie.

A continuación se hallaran las desviaciones del proyecto, tanto en coste como en plazo (Tabla 5.51).

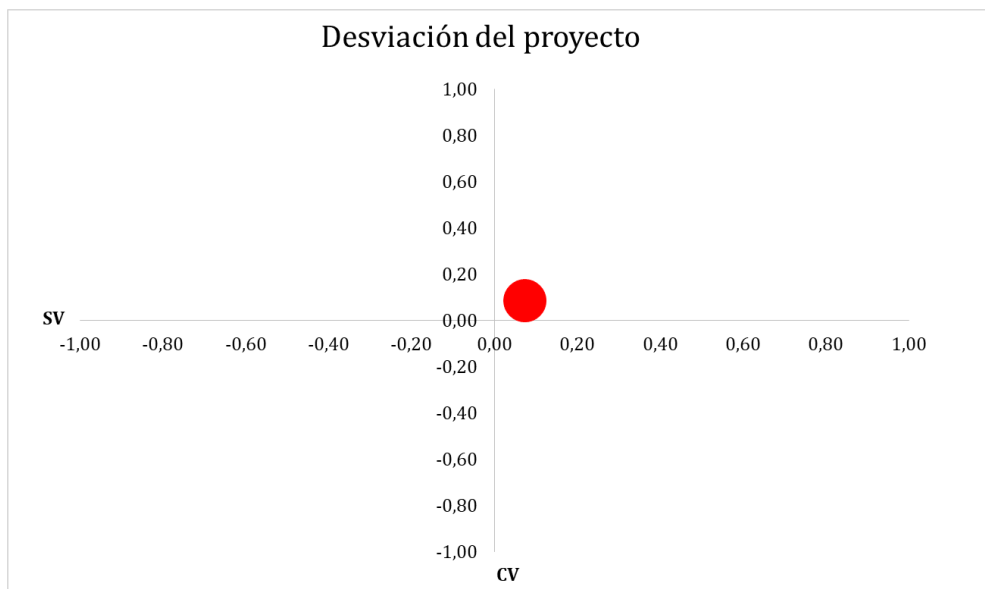
Tabla 5.51: Valores de las desviaciones en coste y en plazo del 70,32% de avance real.

INDICADORES	Unidades	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
SV	Horas	0	1.056	2.331	2.700	3.306	3.903	4.978	5.818	6.421	6.709	7.075
%SV	%	0,00	0,18	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,16	0,16	0,16	0,15
CV	Horas	0	588	1.319	1.428	1.574	1.682	1.943	2.399	2.527	2.421	2.421
%CV	%	0,00	0,08	0,08	0,08	0,07	0,06	0,06	0,06	0,05	0,05	0,05

11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
8.022	8.334	8.613	8.737	8.898	9.179	9.206	9.219	9.216	9.139	9.069	8.838	8.040	7.769	7.231
0,15	0,15	0,14	0,14	0,14	0,13	0,13	0,13	0,13	0,12	0,12	0,11	0,09	0,08	0,07
3.800	4.214	4.570	4.746	4.987	5.217	5.243	5.294	5.344	5.539	5.598	6.126	8.066	8.931	8.931
0,06	0,06	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,08	0,09	0,08

A diferencia de los demás casos estudios, la desviación de dicho estudio se encuentra en el primer cuadrante, lo que significa que el proyecto está en plazo y en coste, pudiendo llegar a un ahorro en el coste y un adelanto en el plazo.

Gráfica 5.53: Desviación del plazo y coste del 70,32% de avance real.



Siguiendo analizando los demás parámetros, se hallan los índices de cumplimiento (Tabla 5.52) y se hace una representación gráfica (Gráfica 5.54).

Nuevos desarrollos en el sistema de gestión del valor ganado aplicado al proyecto de un buque militar de superficie.

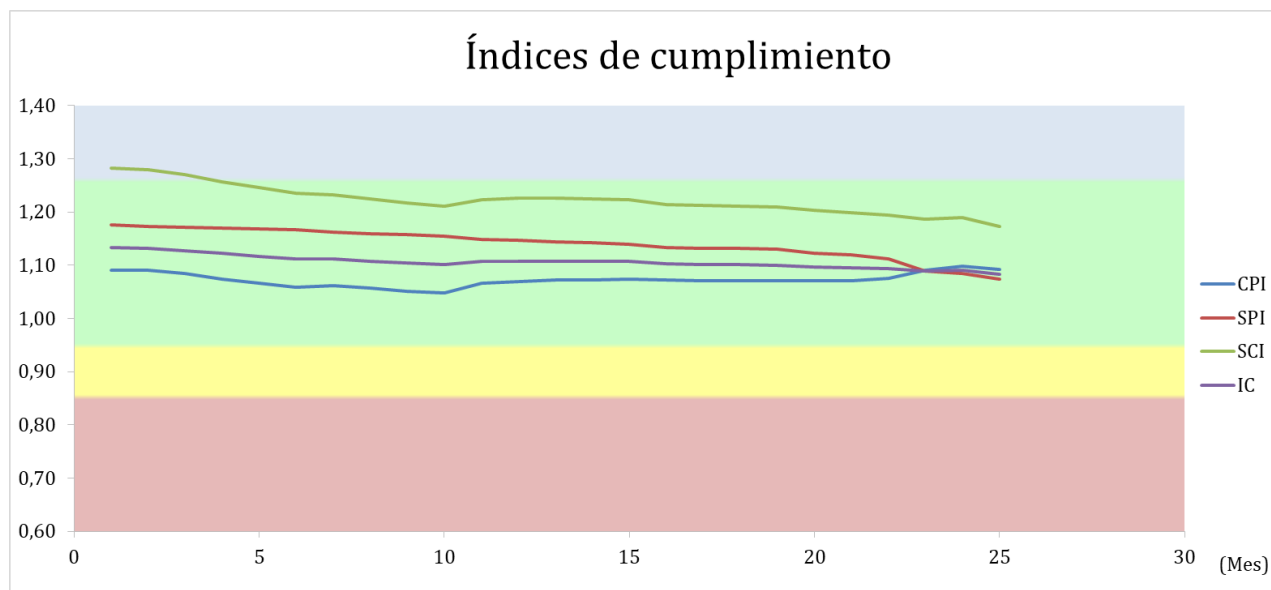
Tabla 5.52: Valores de los índices de cumplimiento del proyecto según el 70,32% de avance.

INDICADORES	Unidades	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
CPI	-	0,00	1,09	1,09	1,08	1,07	1,07	1,06	1,06	1,06	1,05	1,05
SPI	-	0,00	1,18	1,17	1,17	1,17	1,17	1,17	1,16	1,16	1,16	1,15
SCI	-	0,00	1,28	1,28	1,27	1,26	1,25	1,23	1,23	1,22	1,22	1,21
IC	-	0,00	1,13	1,13	1,13	1,12	1,12	1,11	1,11	1,11	1,10	1,10

11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
1,07	1,07	1,07	1,07	1,07	1,07	1,07	1,07	1,07	1,07	1,07	1,07	1,09	1,10	1,09
1,15	1,15	1,14	1,14	1,14	1,13	1,13	1,13	1,13	1,12	1,12	1,11	1,09	1,08	1,07
1,22	1,23	1,23	1,22	1,22	1,21	1,21	1,21	1,21	1,20	1,20	1,19	1,19	1,19	1,17
1,11	1,11	1,11	1,11	1,11	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10	1,09	1,09	1,09	1,08

Viendo que la desviación de coste y plazo está en el primer cuadrante, es de esperar que los índices de cumplimiento tanto de plazo como de coste estén en la zona verde, como muestra la Gráfica 5.54, y se ha de seguir con el estudio con el fin de que se mantengan en esta zona.

Gráfica 5.54: Índices de Cumplimiento del proyecto según el 70,32% de avance.



Por último, se calculan las estimaciones y variaciones a la finalización. Según se observa en la Tabla 5.53 y Tabla 5.54.

Nuevos desarrollos en el sistema de gestión del valor ganado aplicado al proyecto de un buque militar de superficie.

Tabla 5.53: Valores de las estimaciones a la finalización según el avance del 70,32%.

INDICADORES	Unidades	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
EACr	Horas	150.000	149.412	148.681	148.572	148.426	148.318	148.057	147.601	147.473	147.579	147.579
EACi	Horas	150.000	137.500	137.500	138.387	139.650	140.707	141.667	141.395	141.923	142.658	143.126
EACp1	Horas	150.000	117.890	119.391	120.626	122.484	124.143	126.208	127.208	128.577	129.688	130.708
EACp2	Horas	150.000	121.328	95.918	114.897	118.264	128.762	128.471	122.561	121.325	129.394	135.802
EACp3	Horas	150.000	134.426	115.309	129.092	130.747	137.508	136.544	131.155	129.052	135.592	140.595
EACp4	Horas	150.000	148.852	147.501	147.319	147.092	146.940	146.567	145.871	145.737	145.956	146.011
EACr Criterio	Horas	150.000	149.412	148.681	148.572	148.426	148.318	148.057	147.601	147.473	147.579	147.579
EACi Criterio	Horas	150.000	149.412	148.681	148.572	148.426	148.318	141.667	141.395	141.923	142.658	143.126
EACp1 Criterio	Horas	150.000	149.412	148.681	148.572	148.426	148.318	126.208	127.208	128.577	129.688	130.708
EACp2 Criterio	Horas	150.000	149.412	148.681	148.572	148.426	148.318	128.471	122.561	121.325	129.394	135.802
EACp3 Criterio	Horas	150.000	149.412	148.681	148.572	148.426	148.318	136.544	131.155	129.052	135.592	140.595
EACp4 Criterio	Horas	150.000	149.412	148.681	148.572	148.426	148.318	146.567	145.871	145.737	145.956	146.011

11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
146.200	145.786	145.430	145.254	145.013	144.783	144.757	144.706	144.656	144.461	144.402	143.874	141.934	141.069	141.069
140.809	140.324	140.010	139.865	139.704	139.990	140.039	140.039	140.038	140.037	140.100	139.598	137.658	136.706	137.300
130.127	130.221	130.473	130.614	130.880	132.120	132.306	132.451	132.603	133.221	133.591	133.857	133.748	133.247	134.507
122.054	123.234	126.052	124.487	123.175	122.503	125.305	128.058	130.953	133.448	136.025	137.483	133.914	134.101	135.172
127.168	127.981	130.636	128.583	126.506	123.737	127.296	130.747	134.296	137.007	140.029	141.993	137.939	138.960	139.692
143.970	143.407	142.951	142.731	142.442	142.285	142.274	142.226	142.179	142.002	141.969	141.356	139.139	138.138	138.419
146.200	145.786	145.430	145.254	145.013	144.783	144.757	144.706	144.656	144.461	144.402	143.874	141.934	141.069	141.069
140.809	140.324	140.010	139.865	139.704	139.990	140.039	140.039	140.038	140.037	140.100	139.598	137.658	136.706	137.300
130.127	130.221	130.473	130.614	130.880	132.120	132.306	132.451	132.603	133.221	133.591	133.857	133.748	133.247	134.507
122.054	123.234	126.052	124.487	123.175	122.503	125.305	128.058	130.953	133.448	136.025	137.483	133.914	134.101	135.172
127.168	127.981	130.636	128.583	126.506	123.737	127.296	130.747	134.296	137.007	140.029	141.993	137.939	138.960	139.692
143.970	143.407	142.951	142.731	142.442	142.285	142.274	142.226	142.179	142.002	141.969	141.356	139.139	138.138	138.419

Tabla 5.54: Valores de las variaciones a la finalización según el avance del 70,32%.

INDICADORES	Unidades	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
VACr	Horas	0	-588	-1.319	-1.428	-1.574	-1.682	-1.943	-2.399	-2.527	-2.421	-2.421
VACi	Horas	0	-12.500	-12.500	-11.613	-10.350	-9.293	-8.333	-8.605	-8.077	-7.342	-6.874
VACp1	Horas	0	-32.110	-30.609	-29.374	-27.516	-25.857	-23.792	-22.792	-21.423	-20.312	-19.292
VACp2	Horas	0	-28.672	-54.082	-35.103	-31.736	-21.238	-21.529	-27.439	-28.675	-20.606	-14.198
VACp3	Horas	0	-15.574	-34.691	-20.908	-19.253	-12.492	-13.456	-18.845	-20.948	-14.408	-9.405
VACp4	Horas	0	-1.148	-2.499	-2.681	-2.908	-3.060	-3.433	-4.129	-4.263	-4.044	-3.989
VACr Criterio	Horas	0	-588	-1.319	-1.428	-1.574	-1.682	-1.943	-2.399	-2.527	-2.421	-2.421
VACi Criterio	Horas	0	-588	-1.319	-1.428	-1.574	-1.682	-8.333	-8.605	-8.077	-7.342	-6.874
VACp1 Criterio	Horas	0	-588	-1.319	-1.428	-1.574	-1.682	-23.792	-22.792	-21.423	-20.312	-19.292
VACp2 Criterio	Horas	0	-588	-1.319	-1.428	-1.574	-1.682	-21.529	-27.439	-28.675	-20.606	-14.198
VACp3 Criterio	Horas	0	-588	-1.319	-1.428	-1.574	-1.682	-13.456	-18.845	-20.948	-14.408	-9.405
VACp4 Criterio	Horas	0	-588	-1.319	-1.428	-1.574	-1.682	-3.433	-4.129	-4.263	-4.044	-3.989

11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
-3.800	-4.214	-4.570	-4.746	-4.987	-5.217	-5.243	-5.294	-5.344	-5.539	-5.598	-6.126	-8.066	-8.931	-8.931
-9.191	-9.676	-9.990	-10.135	-10.296	-10.010	-9.961	-9.961	-9.962	-9.963	-9.900	-10.402	-12.342	-13.294	-12.700
-19.873	-19.779	-19.527	-19.386	-19.120	-17.880	-17.694	-17.549	-17.397	-16.779	-16.409	-16.143	-16.252	-16.753	-15.493
-27.946	-26.766	-23.948	-25.513	-26.825	-27.497	-24.695	-21.942	-19.047	-16.552	-13.975	-12.517	-16.086	-15.899	-14.828
-22.832	-22.019	-19.364	-21.417	-23.494	-26.263	-22.704	-19.253	-15.704	-12.993	-9.971	-8.007	-12.061	-11.040	-10.308
-6.030	-6.593	-7.049	-7.269	-7.558	-7.715	-7.726	-7.774	-7.821	-7.998	-8.031	-8.644	-10.861	-11.862	-11.581
-3.800	-4.214	-4.570	-4.746	-4.987	-5.217	-5.243	-5.294	-5.344	-5.539	-5.598	-6.126	-8.066	-8.931	-8.931
-9.191	-9.676	-9.990	-10.135	-10.296	-10.010	-9.961	-9.961	-9.962	-9.963	-9.900	-10.402	-12.342	-13.294	-12.700
-19.873	-19.779	-19.527	-19.386	-19.120	-17.880	-17.694	-17.549	-17.397	-16.779	-16.409	-16.143	-16.252	-16.753	-15.493
-27.946	-26.766	-23.948	-25.513	-26.825	-27.497	-24.695	-21.942	-19.047	-16.552	-13.975	-12.517	-16.086	-15.899	-14.828
-22.832	-22.019	-19.364	-21.417	-23.494	-26.263	-22.704	-19.253	-15.704	-12.993	-9.971	-8.007	-12.061	-11.040	-10.308
-6.030	-6.593	-7.049	-7.269	-7.558	-7.715	-7.726	-7.774	-7.821	-7.998	-8.031	-8.644	-10.861	-11.862	-11.581

Estos valores serán utilizados posteriormente para obtener las proyecciones del proyecto.

A continuación, se procede al cálculo del Método de la Planificación Ganada.

Nuevos desarrollos en el sistema de gestión del valor ganado aplicado al proyecto de un buque militar de superficie.

En primer lugar, se calcula el parámetro ES, que es la planificación ganada respecto al valor ganado. Dicho parámetro dará una estimación del plazo mucho más fiable y exacta que el método del valor ganado.

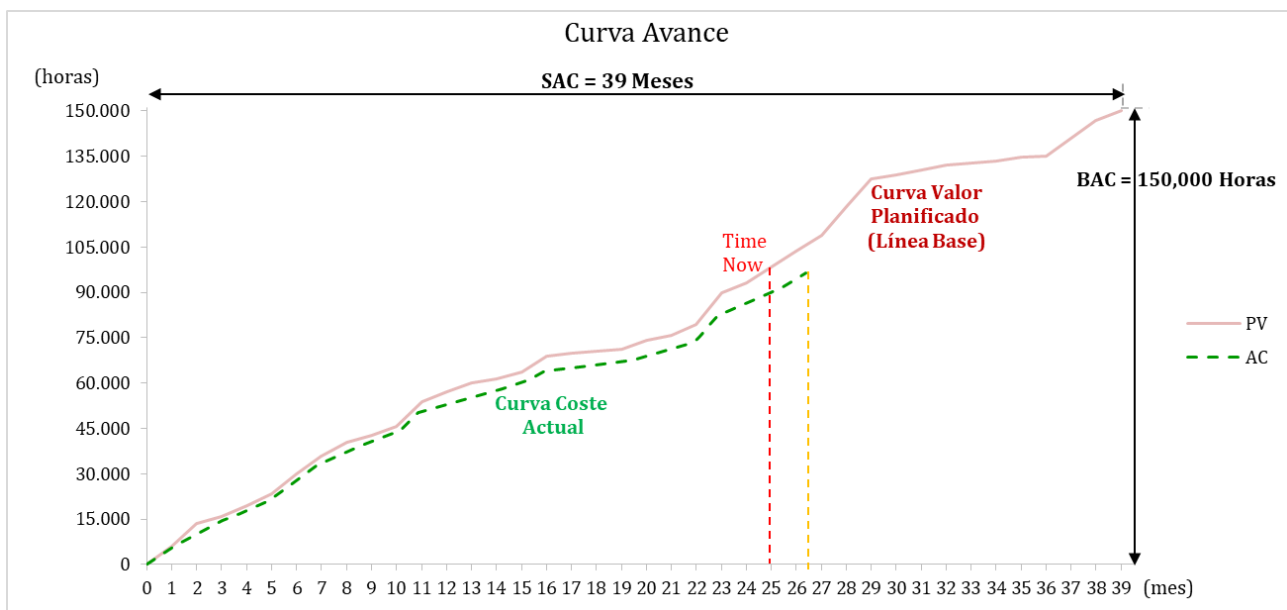
Tabla 5.55: Valores de los componentes básicos según el avance del 70,32% mediante el ES.

SAC		Meses												
ANÁLISIS EN PLAZO	INDICADORES	Unidades	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
	AT	Mes	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
	ES	Mes	0,00	1,14	3,02	3,72	4,88	5,58	6,83	8,59	10,14	10,45	10,86	
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
14,23	15,30	15,93	17,65	19,47	21,65	21,85	22,02	22,09	22,37	22,51	22,84	24,96	25,48	26,38

Como se observa en la Gráfica 5.55, para mostrar el avance del proyecto solo son necesarias dos curvas, la curva del valor planificado y la curva del valor ganado, ya que con estas dos curvas, se puede visualizar el avance del proyecto, viendo que la construcción va adelantada y tiene un ahorro en el coste. Por el contrario en la Gráfica 5.52, para poder mostrar el avance del proyecto es necesario representar una tercera curva del coste actual.

Por lo que en un principio, se puede observar que el Método del Valor Ganado puede ser complementado con el Método de la Planificación Ganada.

Gráfica 5.55: Curva de Avance mediante el Método de la Planificación Ganada en el 70,32% de avance real.



Nuevos desarrollos en el sistema de gestión del valor ganado aplicado al proyecto de un buque militar de superficie.

Una vez obtenida las componentes básicas, se calculan las desviaciones del proyecto, véase la Tabla 5.56.

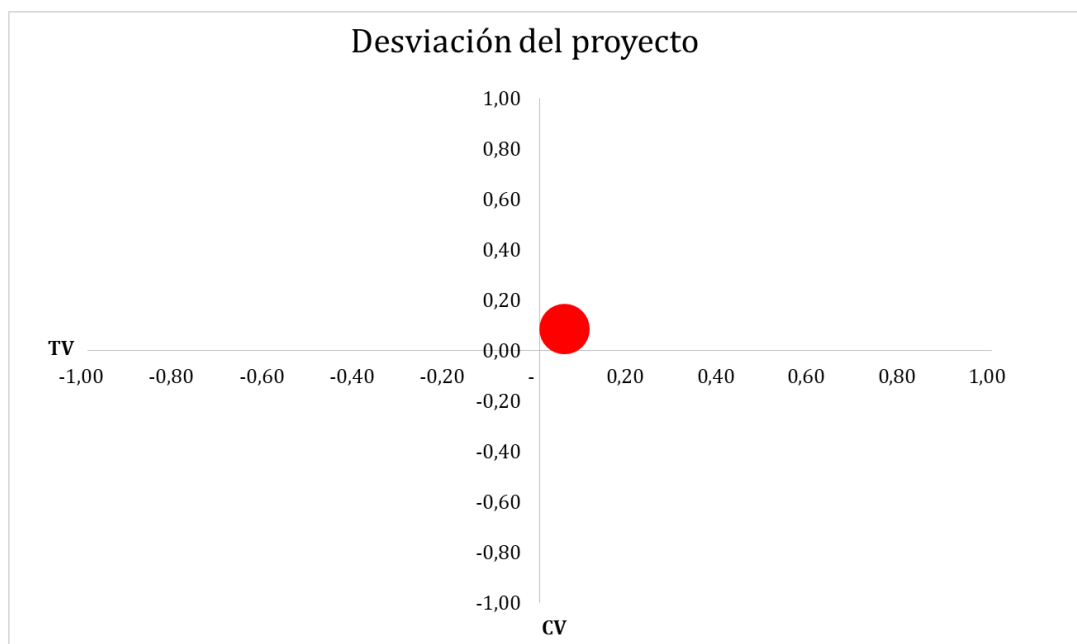
Tabla 5.56: Valores de las desviaciones en coste y plazo mediante el ES según el avance del 70,32%.

INDICADORES	Unidades	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
CV	Horas	0	588	1.319	1.428	1.574	1.682	1.943	2.399	2.527	2.421	2.421
%CV	%	0,00	0,08	0,08	0,08	0,07	0,06	0,06	0,06	0,05	0,05	0,05
SV(t) o TV	Mes	0,00	0,14	1,02	0,72	0,88	0,58	0,83	1,59	2,14	1,45	0,86
%SV(t) o %TV	%	0,00	0,14	0,51	0,24	0,22	0,12	0,14	0,23	0,27	0,16	0,09

11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
3.800	4.214	4.570	4.746	4.987	5.217	5.243	5.294	5.344	5.539	5.598	6.126	8.066	8.931	8.931
0,06	0,06	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,08	0,09	0,08
3,23	3,30	2,93	3,65	4,47	5,65	4,85	4,02	3,09	2,37	1,51	0,84	1,96	1,48	1,38
0,29	0,28	0,23	0,26	0,30	0,35	0,29	0,22	0,16	0,12	0,07	0,04	0,09	0,06	0,06

Viendo el resultado tanto numérico como gráfico, se puede decir que prácticamente no varía mucho del Método del Valor Ganado (Gráfica 5.56).

Gráfica 5.56: Desviación del proyecto mediante el ES según el avance del 70,32%.



Siguiendo analizando los demás parámetros, se hallan los índices de cumplimiento (Tabla 5.57).

Nuevos desarrollos en el sistema de gestión del valor ganado aplicado al proyecto de un buque militar de superficie.

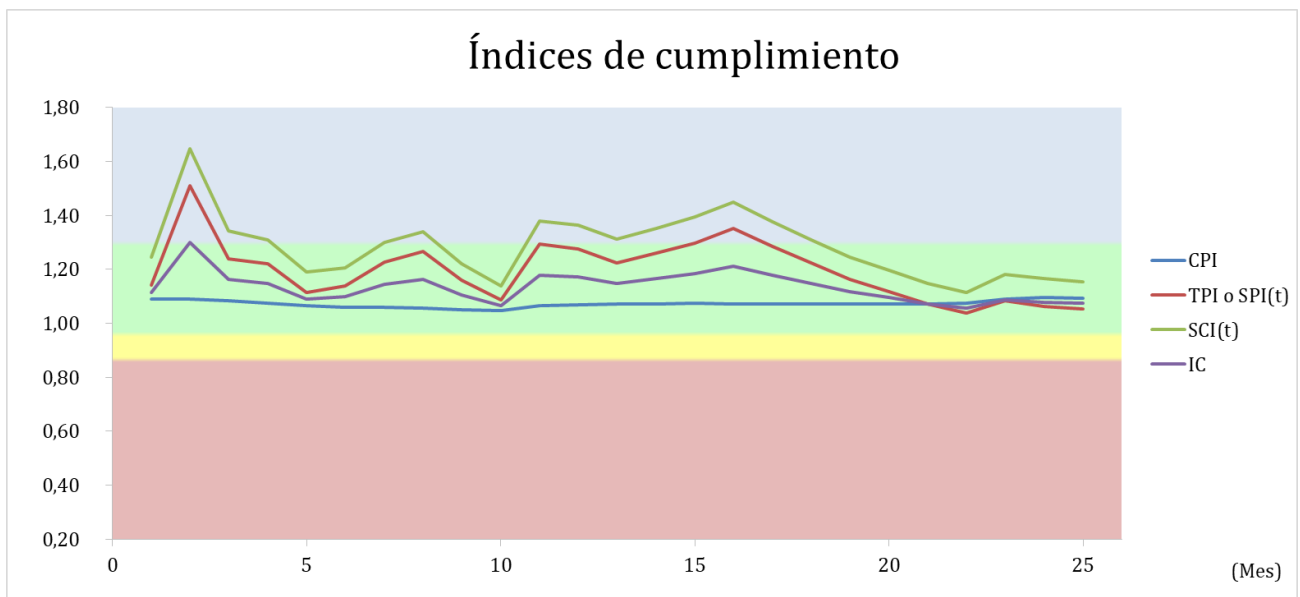
Tabla 5.57: Valores de los índices de cumplimiento del 70,32% de avance según el ES.

INDICADORES	Unidades	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
TPI o SPI(t)	-	0,00	1,14	1,51	1,24	1,22	1,12	1,14	1,23	1,27	1,16	1,09
CPI	-	0,00	1,09	1,09	1,08	1,07	1,07	1,06	1,06	1,06	1,05	1,05
SCI(t)	-	0,00	1,24	1,65	1,34	1,31	1,19	1,21	1,30	1,34	1,22	1,14
IC	-	0,00	1,12	1,30	1,16	1,15	1,09	1,10	1,14	1,16	1,11	1,07

11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
1,29	1,28	1,23	1,26	1,30	1,35	1,29	1,22	1,16	1,12	1,07	1,04	1,09	1,06	1,06
1,07	1,07	1,07	1,07	1,07	1,07	1,07	1,07	1,07	1,07	1,07	1,07	1,09	1,10	1,09
1,38	1,36	1,31	1,35	1,39	1,45	1,38	1,31	1,25	1,20	1,15	1,12	1,18	1,16	1,15
1,18	1,17	1,15	1,17	1,19	1,21	1,18	1,15	1,12	1,09	1,07	1,06	1,09	1,08	1,07

La Gráfica 5.57, al igual que la Gráfica 5.54, indica que el cumplimiento del plazo y el coste es mayor que 1, por lo que hay un adelanto y un ahorro en el proyecto. Estos valores, al igual que cuando se está en la zona roja, hay que tener cuidado, ya que si el índice está muy por encima de 1, en la zona azul, quiere decir que la planificación hecha inicialmente es mala ya que se ha sobredimensionado mucho el coste y el plazo del proyecto.

Gráfica 5.57: Índices de Cumplimiento del proyecto según el 70,32% de avance mediante el ES.



Por último, se calculan las estimaciones y variaciones a la finalización del plazo, para poder así realizar las proyecciones necesarias (Tabla 5.58 y Tabla 5.59).

Nuevos desarrollos en el sistema de gestión del valor ganado aplicado al proyecto de un buque militar de superficie.

Tabla 5.58: Valores de las estimaciones a la finalización del plazo según el avance del 70,32%.

INDICADORES	Unidades	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
TEACr	Mes	39,00	38,86	37,98	38,28	38,12	38,42	38,17	37,41	36,86	37,55	38,14
TEACi-plazo	Mes	39,00	34,19	25,81	31,45	31,96	34,96	34,26	31,80	30,76	33,59	35,92
TEACi-horas	Mes	39,00	35,75	35,75	35,98	36,31	36,58	36,83	36,76	36,90	37,09	37,21
TEACp1	Mes	39,00	31,62	31,14	31,86	32,31	33,07	33,31	32,80	32,65	33,59	34,38
TEACp2	Mes	39,00	30,28	23,04	28,23	28,92	31,82	31,41	29,32	28,55	31,27	33,53
TEACp3	Mes	39,00	34,95	29,98	33,56	33,99	35,75	35,50	34,10	33,55	35,25	36,55
TEACp4	Mes	39,00	38,72	37,04	37,63	37,35	37,93	37,49	36,18	35,27	36,49	37,52
TEACr-i-plazo Criterio	Mes	39,00	38,86	37,98	38,28	38,12	38,42	34,26	31,80	30,76	33,59	35,92
TEACr-i-horas Criterio	Mes	39,00	38,86	37,98	38,28	38,12	38,42	36,83	36,76	36,90	37,09	37,21
TEACr-p1 Criterio	Mes	39,00	38,86	37,98	38,28	38,12	38,42	33,31	32,80	32,65	33,59	34,38
TEACr-p2 Criterio	Mes	39,00	38,86	37,98	38,28	38,12	38,42	31,41	29,32	28,55	31,27	33,53
TEACr-p3 Criterio	Mes	39,00	38,86	37,98	38,28	38,12	38,42	35,50	34,10	33,55	35,25	36,55
TEACr-p4 Criterio	Mes	39,00	38,86	37,98	38,28	38,12	38,42	37,49	36,18	35,27	36,49	37,52

11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
35,77	35,70	36,07	35,35	34,53	33,35	34,15	34,98	35,91	36,63	37,49	38,16	37,04	37,52	37,62
30,14	30,58	31,83	30,94	30,05	28,83	30,34	31,88	33,54	34,87	36,39	37,56	35,94	36,74	36,96
36,61	36,48	36,40	36,36	36,32	36,40	36,41	36,41	36,41	36,41	36,43	36,30	35,79	35,54	35,70
32,00	32,02	32,45	31,98	31,44	30,69	31,53	32,40	33,35	34,15	35,07	35,76	34,83	35,30	35,67
28,29	28,78	30,01	29,30	28,60	27,64	29,11	30,61	32,22	33,55	35,05	36,24	34,87	35,68	36,05
33,06	33,28	33,97	33,43	32,89	32,17	33,10	33,99	34,92	35,62	36,41	36,92	35,86	36,13	36,32
33,72	33,69	34,34	33,35	32,30	30,84	32,01	33,23	34,57	35,62	36,86	37,81	36,33	37,01	37,18
30,14	30,58	31,83	30,94	30,05	28,83	30,34	31,88	33,54	34,87	36,39	37,56	35,94	36,74	36,96
36,61	36,48	36,40	36,36	36,32	36,40	36,41	36,41	36,41	36,41	36,43	36,30	35,79	35,54	35,70
32,00	32,02	32,45	31,98	31,44	30,69	31,53	32,40	33,35	34,15	35,07	35,76	34,83	35,30	35,67
28,29	28,78	30,01	29,30	28,60	27,64	29,11	30,61	32,22	33,55	35,05	36,24	34,87	35,68	36,05
33,06	33,28	33,97	33,43	32,89	32,17	33,10	33,99	34,92	35,62	36,41	36,92	35,86	36,13	36,32
33,72	33,69	34,34	33,35	32,30	30,84	32,01	33,23	34,57	35,62	36,86	37,81	36,33	37,01	37,18

Tabla 5.59: Valores de las variaciones a la finalización del plazo según el avance del 70,32%.

INDICADORES	Unidades	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
TVACr	Mes	0,00	- 0,14	- 1,02	- 0,72	- 0,88	- 0,58	- 0,83	- 1,59	- 2,14	- 1,45	- 0,86
TVACi-plazo	Mes	0,00	- 4,81	- 13,19	- 7,55	- 7,04	- 4,04	- 4,74	- 7,20	- 8,24	- 5,41	- 3,08
TVACi-horas	Mes	0,00	- 3,25	- 3,25	- 3,02	- 2,69	- 2,42	- 2,17	- 2,24	- 2,10	- 1,91	- 1,79
TVACp1	Mes	0,00	- 7,38	- 7,86	- 7,14	- 6,69	- 5,93	- 5,69	- 6,20	- 6,35	- 5,41	- 4,62
TVACp2	Mes	0,00	- 8,72	- 15,96	- 10,77	- 10,08	- 7,18	- 7,59	- 9,68	- 10,45	- 7,73	- 5,47
TVACp3	Mes	0,00	- 4,05	- 9,02	- 5,44	- 5,01	- 3,25	- 3,50	- 4,90	- 5,45	- 3,75	- 2,45
TVACp4	Mes	0,00	- 0,28	- 1,96	- 1,37	- 1,65	- 1,07	- 1,51	- 2,82	- 3,73	- 2,51	- 1,48
TVACr-i-plazo Criterio	Mes	0,00	- 0,14	- 1,02	- 0,72	- 0,88	- 0,58	- 4,74	- 7,20	- 8,24	- 5,41	- 3,08
TVACr-i-horas Criterio	Mes	0,00	- 0,14	- 1,02	- 0,72	- 0,88	- 0,58	- 2,17	- 2,24	- 2,10	- 1,91	- 1,79
TVACr-p1 Criterio	Mes	0,00	- 0,14	- 1,02	- 0,72	- 0,88	- 0,58	- 5,69	- 6,20	- 6,35	- 5,41	- 4,62
TVACr-p2 Criterio	Mes	0,00	- 0,14	- 1,02	- 0,72	- 0,88	- 0,58	- 7,59	- 9,68	- 10,45	- 7,73	- 5,47
TVACr-p3 Criterio	Mes	0,00	- 0,14	- 1,02	- 0,72	- 0,88	- 0,58	- 3,50	- 4,90	- 5,45	- 3,75	- 2,45
TVACr-p4 Criterio	Mes	0,00	- 0,14	- 1,02	- 0,72	- 0,88	- 0,58	- 1,51	- 2,82	- 3,73	- 2,51	- 1,48

11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
- 3,23	- 3,30	- 2,93	- 3,65	- 4,47	- 5,65	- 4,85	- 4,02	- 3,09	- 2,37	- 1,51	- 0,84	- 1,96	- 1,48	- 1,38
- 8,86	- 8,42	- 7,17	- 8,06	- 8,95	- 10,17	- 8,66	- 7,12	- 5,46	- 4,13	- 2,61	- 1,44	- 3,06	- 2,26	- 2,04
- 2,39	- 2,52	- 2,60	- 2,64	- 2,68	- 2,60	- 2,59	- 2,59	- 2,59	- 2,59	- 2,57	- 2,70	- 3,21	- 3,46	- 3,30
- 7,00	- 6,98	- 6,55	- 7,02	- 7,56	- 8,31	- 7,47	- 6,60	- 5,65	- 4,85	- 3,93	- 3,24	- 4,17	- 3,70	- 3,33
- 10,71	- 10,22	- 8,99	- 9,70	- 10,40	- 11,36	- 9,89	- 8,39	- 6,78	- 5,45	- 3,95	- 2,76	- 4,13	- 3,32	- 2,95
- 5,94	- 5,72	- 5,03	- 5,57	- 6,11	- 6,83	- 5,90	- 5,01	- 4,08	- 3,38	- 2,59	- 2,08	- 3,14	- 2,87	- 2,68
- 5,28	- 5,31	- 4,66	- 5,65	- 6,70	- 8,16	- 6,99	- 5,77	- 4,43	- 3,38	- 2,14	- 1,19	- 2,67	- 1,99	- 1,82
- 8,86	- 8,42	- 7,17	- 8,06	- 8,95	- 10,17	- 8,66	- 7,12	- 5,46	- 4,13	- 2,61	- 1,44	- 3,06	- 2,26	- 2,04
- 2,39	- 2,52	- 2,60	- 2,64	- 2,68	- 2,60	- 2,59	- 2,59	- 2,59	- 2,59	- 2,57	- 2,70	- 3,21	- 3,46	- 3,30
- 7,00	- 6,98	- 6,55	- 7,02	- 7,56	- 8,31	- 7,47	- 6,60	- 5,65	- 4,85	- 3,93	- 3,24	- 4,17	- 3,70	- 3,33
- 10,71	- 10,22	- 8,99	- 9,70	- 10,40	- 11,36	- 9,89	- 8,39	- 6,78	- 5,45	- 3,95	- 2,76	- 4,13	- 3,32	- 2,95
- 5,94	- 5,72	- 5,03	- 5,57	- 6,11	- 6,83	- 5,90	- 5,01	- 4,08	- 3,38	- 2,59	- 2,08	- 3,14	- 2,87	- 2,68
- 5,28	- 5,31	- 4,66	- 5,65	- 6,70	- 8,16	- 6,99	- 5,77	- 4,43	- 3,38	- 2,14	- 1,19	- 2,67	- 1,99	- 1,82

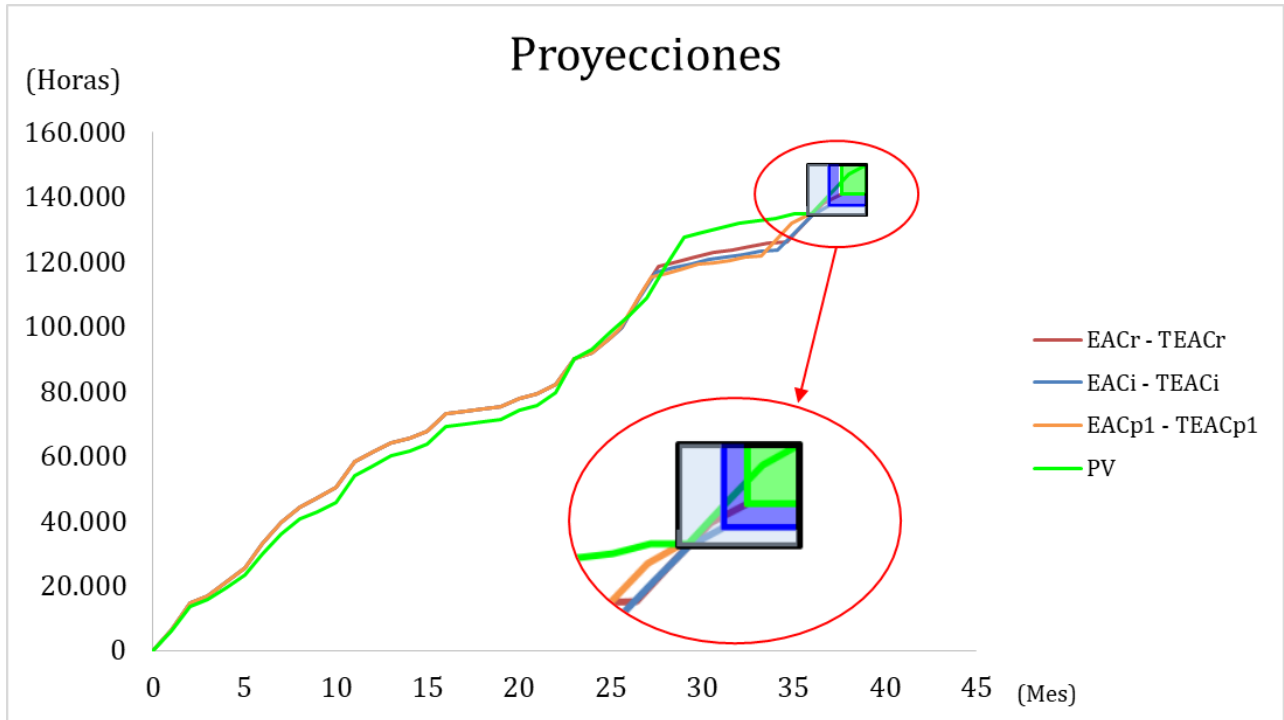
Estos valores junto con las estimaciones a la finalización del coste, se van a utilizar para obtener las proyecciones de evolución del proyecto si no se toman las medidas de corrección correctas.

Las proyecciones obtenidas a diferencia de los demás casos, el área formada está dentro del plazo y del coste, teniendo así un ahorro y un adelanto del proyecto. Por lo que estas proyecciones (Gráficas 5.38 – Gráfica 5.41) indican que

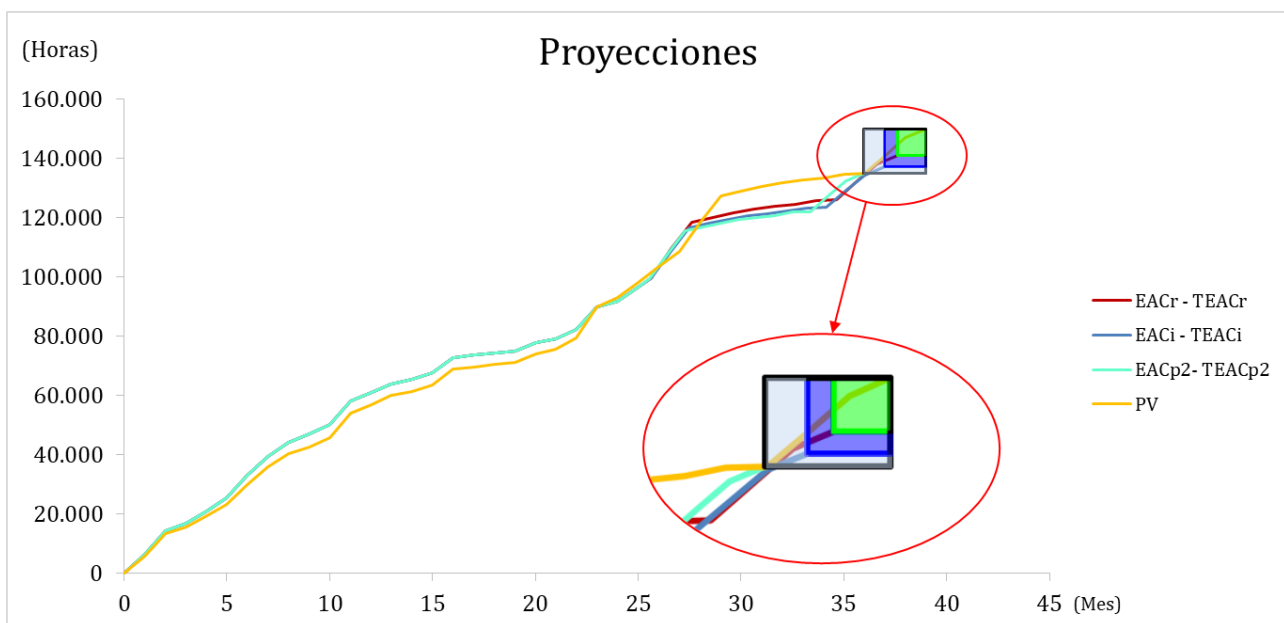
Nuevos desarrollos en el sistema de gestión del valor ganado aplicado al proyecto de un buque militar de superficie.

desde el principio se ha realizado una mala planificación, sobredimensionando los parámetros de coste y plazo del proyecto.

Gráfica 5.58: Proyecciones del 70,32% (Ponderado 1).

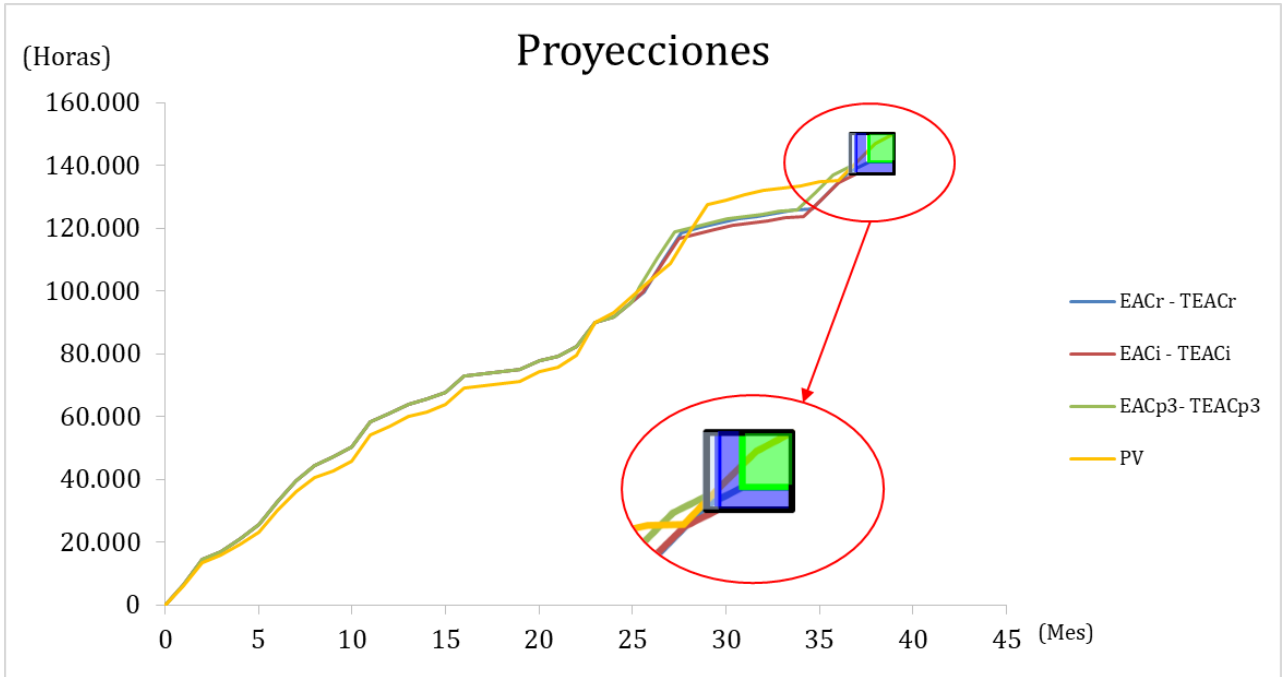


Gráfica 5.59: Proyecciones del 70,32% (Ponderado 2).

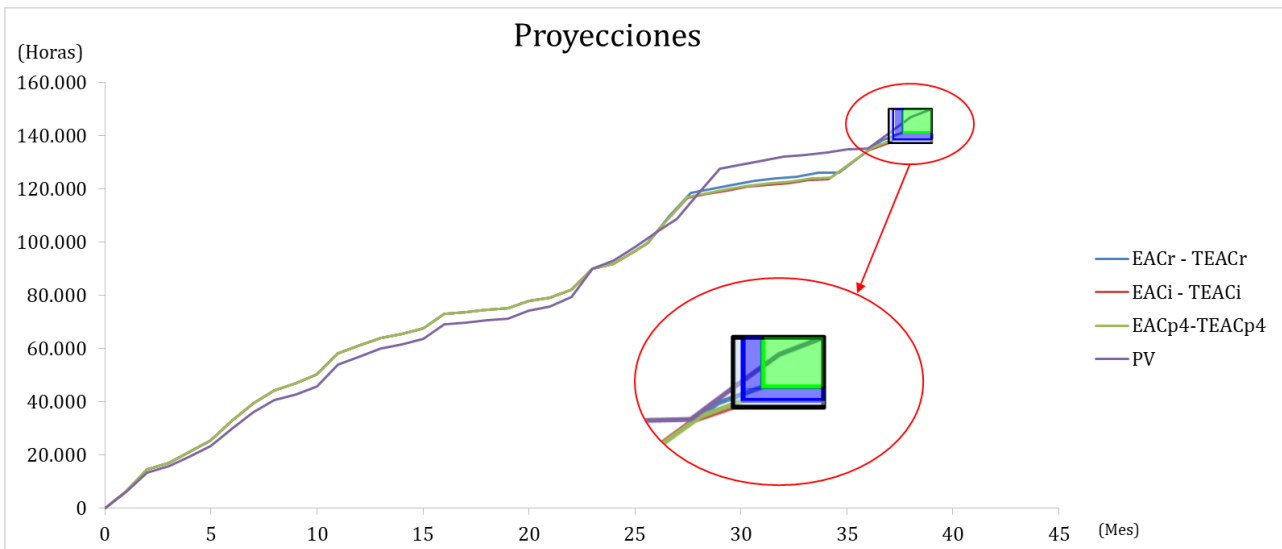


Nuevos desarrollos en el sistema de gestión del valor ganado aplicado al proyecto de un buque militar de superficie.

Gráfica 5.60: Proyecciones del 70,32% (Ponderado 3).



Gráfica 5.61: Proyecciones del 70,32% (Ponderado 4).



CAPÍTULO 6. CONCLUSIONES

La principal conclusión a la hora de aplicar el Método del Valor Ganado y de la Planificación Ganada, es el criterio a utilizar, ya que debe de ser el mismo desde el inicio hasta el final del proyecto. Los datos a utilizar han de ser los correctos, ya que así, dichos métodos te darán la evolución del proyecto real y no la deseada por el planificador.

Las conclusiones que se derivan de los casos estudios anteriores son:

- En el caso estudio 1, se concluye que hasta que el proyecto no alcance un 15% de avance, los resultados obtenidos son similares a los planificados, por lo que será necesario dejar avanzar el proyecto antes de tomar decisiones y actualizar la planificación. Como se puede ver en la Grafica 5.11, la estimación a la finalización cuando el avance del proyecto es menor de un 20%, se encuentra en la zona optima de desviación.
- En el caso estudio 2, se concluye que las pequeñas desviaciones que tiene el proyecto desde el principio no se corrigen, por lo que una vez pasado el 20% se puede empezar a tomar medidas. Ya que, si no se

aplican correcciones en la planificación, el proyecto empezara a tener un sobre coste y un retraso en la entrega.

- En el caso estudio 3, se deja evolucionar el proyecto sin ninguna medida correctiva hasta pasado el 50% de avance, concluyendo que esas pequeñas desviaciones que se tenían al principio, se convierten en grandes desviaciones y difíciles de corregir. Por lo que, si se llega a este punto, el proyecto ya no volverá a la planificación inicial, pero sí que habrá que tomar las medidas pertinentes para que el proyecto termine con el menor sobre coste y retraso posible.

Por lo tanto, como se puede apreciar en la evolución del proyecto, hay que tener un buen control de la planificación, que alarme de las desviaciones en la etapa más temprana posible, ya que da margen para su estudio y toma de decisión, pudiendo subsanar los errores cometidos y actualizar la planificación, para intentar así, cumplir los costes y plazos exigidos.

En los siguientes casos estudios, se juega con los componentes básicos de control de la planificación, visualizando así las diferentes casuísticas que se pueden encontrar en la evolución de un proyecto.

- En el caso estudio 4, se encuentra una evolución del proyecto por encima de lo planificado, teniendo un sobrecoste y un adelanto en plazo. Con dicho estudio, se concluye que hay que tomar decisiones, ya que el adelanto que hay en plazo se puede usar para disminuir los costes o corregir las desviaciones en coste, lo cual se tendrá que estudiar y contrastar con estrategia constructiva, para ver si es posible o no.
- En el caso estudio 5, la evolución del proyecto está por debajo de lo planificado, teniendo un ahorro en coste y un atraso en plazo. Al contrario que en el caso estudio anterior, la toma de decisiones afectará al ahorro del coste para intentar disminuir el atraso y así corregir las desviaciones en plazo.
- En el caso estudio 6, representa la evolución del proyecto cuando tiene un ahorro en coste y un adelanto en plazo. Esta representación puede sonar a lo ideal del método, pero se concluye que tan malo es ir por debajo de lo planificado que ir muy por encima, ya que esto implica una mala planificación inicial, ya que se ha sobredimensionado tanto el plazo como el coste.

Por lo que, como conclusión final, hay que llevar un control exhaustivo de la planificación, que alerte de las desviaciones en la etapa más temprana, para poder llevarlas a estudio y aplicar las medidas necesarias para corregirlas.

CAPÍTULO 7. LÍNEAS FUTURAS DE INVESTIGACIÓN

En todos los proyectos de investigación realizados con un mínimo de interés se resuelven ciertas incógnitas, pero siempre surgen nuevas inquietudes, nuevas ideas de investigación o nuevas vías de desarrollo. En este *Capítulo* se presentan varias líneas de investigación futuras que pueden ser objeto de estudio, en el presente TFM.

Las posibles líneas de trabajo futuras más interesantes, puede ser la aplicación de diferentes metodologías tecnológicas a la investigación realizada en dicho trabajo. Esto implicaría la automatización de la planificación en la construcción de nuevos buques. Las metodologías futuras de estudio serán:

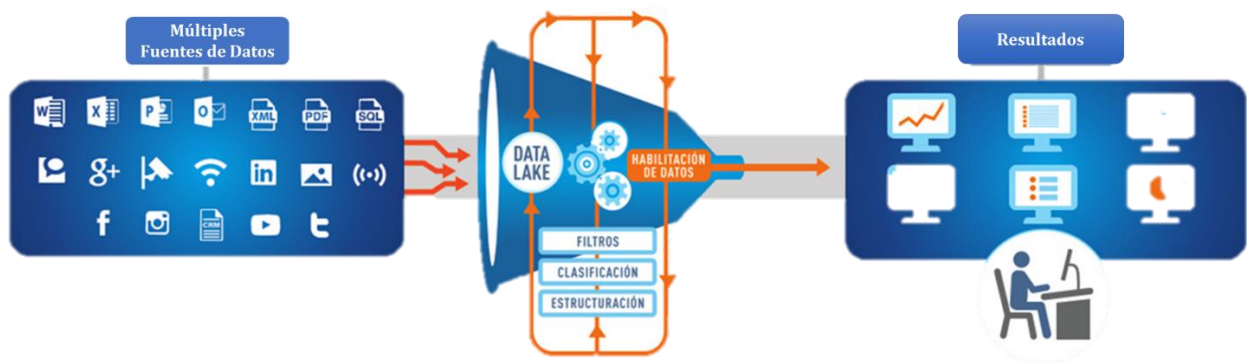
- Big Data
- Metaheurística
- Redes neuronales
- Lógica difusa

En los apartados siguientes, hay una breve explicación de cada una de las metodologías pensadas a aplicar, ya que son métodos novedosos y de estudio actual.

1. BIG DATA

Big Data es un término común bajo el que se agrupan toda clase de técnicas de tratamiento de grandes volúmenes de datos, fuera de los análisis y herramientas clásicas. Este concepto engloba muchas ideas y aproximaciones, pero todas con un objetivo común: extraer información de valor de los datos, de forma que pueda ser de ayuda para las decisiones y procesos de negocio, véase la Figura 7.1.

Figura 7.1: Proceso Big data.



El concepto de Big Data se encuentra muchas veces hermanado con otros términos como Data Science, Analytics o Data Mining, que expresan igualmente el objetivo de extraer valor de los datos. Es también conocida la definición de Big Data como las tres V, que representan el gran Volumen de datos que debe ser capaz de tratar, la Velocidad con la que puede procesar esos datos, y la Variedad de formas que pueden tomar los mismos. En ocasiones se hace énfasis en el objetivo del Big Data añadiendo una cuarta V, la del Valor que se obtiene por la información extraída de los datos.

Todo proyecto centrado en Big Data se basa en tres capas tecnológicas:

- **Almacenamiento:** Los recursos hardware y software permiten el almacenamiento distribuido y redundante de los datos, facilitando su acceso y disponibilidad, y evitando los silos de datos. Responden a dónde tener los datos.
- **Procesamiento:** Las herramientas de procesamiento de los datos dan la base tecnológica para operar con grandes volúmenes de información batch o flujos rápidos de datos en tiempo real. Responden a cómo trabajar con los datos.

- **Análisis:** Por último, los algoritmos y métodos realizan el análisis de los datos, produciendo información de valor para el negocio. Responden a qué hacer con los datos.

El núcleo, experiencia y trayectoria en estos 25 años ha girado en torno a la capa de análisis de datos. Haciendo uso de las tecnologías de almacenamiento y procesamiento existentes, nuestra apuesta de valor es el desarrollo de algoritmos y técnicas de análisis a medida, de modo que conformen soluciones de Big Data altamente adaptadas a la problemática de cada cliente.

Nuestra capacidad de acompañar al cliente durante el desarrollo de una solución personalizada es nuestro factor distintivo frente a los habituales productos cerrados de analítica de datos.

¿Cómo funciona?

Las soluciones basadas en Big Data tienen como objetivo extraer información de valor mediante el análisis de grandes conjuntos de datos. Este análisis se fundamenta en técnicas matemáticas, generalmente basadas en la estadística, y que provienen de campos diversos como la minería de datos, el aprendizaje automático, el análisis de series temporales o la investigación operacional.

Mediante estas técnicas pueden explotarse datos de cualquier naturaleza: bases de datos, registros numéricos, texto libre, actividad en una red social, audios, imágenes, vídeos... Mediante los tratamientos adecuados, cualquier tipo de datos es susceptible de ser analizado. Escenarios donde haya diversidad de datos en diferentes formatos también podrán tratarse mediante estrategias de integración de la información, enriqueciendo así la solución.

2. METAHEURÍSTICA

Según el documento de las *Técnicas metaheurísticas* (García Sánchez, A., 2007) define dichas técnicas como el procedimiento de búsqueda que no garantizan la obtención del resultado óptimo del problema considerado y se basan en la aplicación de reglas relativamente sencillas. Las técnicas metaheurísticas tratan de huir de óptimos locales orientando la búsqueda en cada momento dependiendo de la evolución del proceso de búsqueda.

La aplicación de las técnicas metaheurísticas es especialmente interesante en caso de problemas de optimización combinatoria: problemas en las que las variables de decisión son enteras (o discretas, al menos) en las que, generalmente, el espacio de soluciones está formado por ordenaciones de valores de dichas

variables. Sin embargo, las técnicas metaheurísticas se pueden aplicar también a problemas de otro tipo, como con variables continuas, por ejemplo.

La lógica de las técnicas metaheurísticas es similar: el punto de partida es una solución (o conjunto de soluciones) que típicamente no es óptima. A partir de ella se obtienen otras parecidas, de entre las cuales se elige una que satisface algún criterio, a partir de la cual comienza de nuevo el proceso. Este proceso se detiene cuando se cumple alguna condición establecida previamente.

Las técnicas metaheurísticas más extendidas son las siguientes: los algoritmos genéticos, la búsqueda tabú, el recocido simulado, la búsqueda "scatter", las colonias de hormigas, la técnica conocida por el nombre inglés GRASP. Las redes neuronales, también incluidas entre las técnicas metaheurísticas, son de naturaleza diferente a las tres no se van a considerar.

Todas las técnicas metaheurísticas tienen las siguientes características (Sadiq, S. M. y Habib, Y., 1999):

- Son ciegas, no saben si llegan a la solución óptima. Por lo tanto, se les debe indicar cuándo deben detenerse.
- Son algoritmos aproximativos y, por lo tanto, no garantizan la obtención de la solución óptima.
- Aceptan ocasionalmente malos movimientos (es decir, se trata de procesos de búsqueda en los que cada nueva solución no es necesariamente mejor – en términos de la función objetivo– que la inmediatamente anterior). Algunas veces aceptan, incluso, soluciones no factibles como paso intermedio para acceder a nuevas regiones no exploradas.
- Son relativamente sencillos; todo lo que se necesita es una representación adecuada del espacio de soluciones, una solución inicial (o un conjunto de ellas) y un mecanismo para explorar el campo de soluciones.
- Son generales. Prácticamente se pueden aplicar en la resolución de cualquier problema de optimización de carácter combinatorio. Sin embargo, la definición de la técnica será más o menos eficiente en la medida en que las operaciones tengan relación con el problema considerado.
- La regla de selección depende del instante del proceso y de la historia hasta ese momento. Si en dos iteraciones determinadas, la solución es la misma, la nueva solución de la siguiente iteración no tiene por qué ser necesariamente la misma- En general, no lo será.

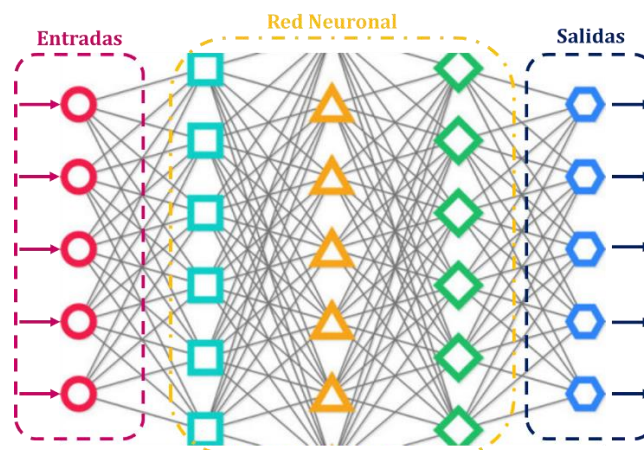
Aunque las soluciones que ofrecen las técnicas metaheurísticas no son las óptimas y, en general, ni siquiera es posible conocer la proximidad de las soluciones al óptimo, permiten estudiar problemas de gran complejidad de una manera sencilla y obtener soluciones suficientemente buenas en tiempos razonables.

A pesar de que estas técnicas son relativamente recientes, los campos de aplicación de las técnicas metaheurísticas son numerosos (electrónica, telecomunicaciones, electromagnetismo, etc.), y entre ellos se encuentra el de la Ingeniería de Organización.

3. REDES NEURONALES

Según la Cátedra de Informática Aplicada a la Ingeniería de Procesos (Matich, D. J., 2001), las redes neuronales son más que otra forma de emular ciertas características propias de los humanos, como la capacidad de memorizar y de asociar hechos. Si se examinan con atención aquellos problemas que no pueden expresarse a través de un algoritmo, se observará que todos ellos tienen una característica en común: la experiencia. El hombre es capaz de resolver estas situaciones acudiendo a la experiencia acumulada. Así, parece claro que una forma de aproximarse al problema consista en la construcción de sistemas que sean capaces de reproducir esta característica humana. En definitiva, las redes neuronales no son más que un modelo artificial y simplificado del cerebro humano, que es el ejemplo más perfecto del que disponemos para un sistema que es capaz de adquirir conocimiento a través de la experiencia. Una red neuronal es “un nuevo sistema para el tratamiento de la información, cuya unidad básica de procesamiento está inspirada en la célula fundamental del sistema nervioso humano: la neurona”.

Figura 7.2: Red Neuronal de procesos.



Todos los procesos del cuerpo humano se relacionan en alguna u otra forma con la (in)actividad de estas neuronas. Las mismas son un componente relativamente simple del ser humano, pero cuando millares de ellas se conectan en forma conjunta se hacen muy poderosas.

Lo que básicamente ocurre en una neurona biológica es lo siguiente: la neurona es estimulada o excitada a través de sus entradas (inputs) y cuando se alcanza un cierto umbral, la neurona se dispara o activa, pasando una señal hacia el axón. Posteriores investigaciones condujeron al descubrimiento de que estos procesos son el resultado de eventos electroquímicos.

Como ya se sabe, el pensamiento tiene lugar en el cerebro, que consta de billones de neuronas interconectadas. Así, el secreto de la “inteligencia” -sin importar como se defina- se sitúa dentro de estas neuronas interconectadas y de su interacción. También, es bien conocido que los humanos son capaces de aprender. Aprendizaje significa que aquellos problemas que inicialmente no pueden resolverse, pueden ser resueltos después de obtener más información acerca del problema. Por lo tanto, las Redes Neuronales...

- Consisten de unidades de procesamiento que intercambian datos o información.
- Se utilizan para reconocer patrones, incluyendo imágenes, manuscritos y secuencias de tiempo (por ejemplo: tendencias financieras).
- Tienen capacidad de aprender y mejorar su funcionamiento.

Una primera clasificación de los modelos de redes neuronales podría ser, atendiendo a su similitud con la realidad biológica:

1. El modelo de tipo biológico. Este comprende las redes que tratan de simular los sistemas neuronales biológicos, así como las funciones auditivas o algunas funciones básicas de la visión.
2. El modelo dirigido a aplicación. Este modelo no tiene por qué guardar similitud con los sistemas biológicos. Su arquitectura está fuertemente ligada a las necesidades de las aplicaciones para la que es diseñada.

4. LÓGICA DIFUSA

La lógica difusa es una lógica alternativa a la lógica clásica que pretende introducir un grado de vaguedad en las cosas que evalúa. En el mundo en que vivimos existe mucho conocimiento ambiguo e impreciso por naturaleza. El

razonamiento humano con frecuencia actúa con este tipo de información. La lógica difusa fue diseñada precisamente para imitar el comportamiento del ser humano.

La lógica difusa se inició en 1965 por Lotfi A. Zadeh, profesor de la Unidad de California en Berkeley. Surgió como una herramienta importante para el control de sistemas y procesos industriales complejos, así como también para la electrónica de entretenimiento y hogar, sistemas de diagnóstico y otros sistemas expertos.

La lógica difusa en comparación con la lógica convencional permite trabajar con información que no es exacta para poder definir evaluaciones convencionales, contrario con la lógica tradicional que permite trabajar con información definida y precisa.

¿En qué situaciones es útil aplicar la lógica difusa?

La lógica difusa se puede aplicar en proceso demasitados complejos, cuando no existe un modelo de solución simple o un modelo matemático preciso. Es útil también cuando se necesite usar el conocimiento de un experto que utiliza conceptos ambiguos o imprecisos. De la misma manera se puede aplicar cuando ciertas partes de un sistema a controlar son desconocidas y no pueden medirse de forma confiable y cuando el ajuste de una variable puede producir el desajuste de otras. No es recomendable utilizar la lógica difusa cuando algún modelo matemático ya soluciona eficientemente el problema, cuando los problemas son lineales o cuando no tienen solución.

BIBLIOGRAFÍA

Capítulo 2:

- Project Management Institute, 2013. “Guía de los Fundamentos de la Dirección de Proyectos. 5ª edición.
- Gómez-Senent Martínez, E., 1999. “El proyecto y su dirección y gestión”. Ed. S. P. UPV.

Capítulo 3:

- Armada Española, 1939-1998. “F-30 Corbeta (Fragata Ligera)”. Revista Naval:<http://www.revistanaval.com/www-alojados/armada/buques2/f30.htm>
- Sánchez, J., (Archivo 2001-2003): “El armamento de las corbetas de la clase Descubierta”. Revista Naval: <http://www.revistanaval.com/archivo-2001-2003/armamentocorbetas.htm?cv=1>

Capítulo 4:

- Alsina, J., 2013. “Gestión de Valor Ganado EVM para Control de Proyectos”. Versión 2.
- Anbari, F., 2003. “Earned value project management methods and extensions”. *Project Management Journal*.
- Christensen, D. S.; Antolini, R.C. y McKinney, J.W., 1995: “A review of EAC research”. *The Journal of Cost Analysis and Management*.
- Christensen, D. S., 1998. “The cost and benefits of the Earned Value management process”. *Journal of Parametrics*.
- Colin, J. y Vanhoucke, M., 2014. “Setting tolerance limits for statistical project control using earned value management”.
- Defense Systems Management College, 2001. “Earned Value Management Textbook”. Fort Belvoir, VA: Defense Systems Management College Press.
- Dave Zubrow, 2002. “Earned value management (EVM): Basic concepts”.
- Fleming, Q.W. y Koppelman, J.M., 1996. “Earned Value Project Management”.

- Fleming, Q.W. y Koppelman, J.M., 2005. "Earned Value Project Management Newtown Square". Project Management Institute, PA.
- García Sánchez, A., 2007. "Técnicas metaheurísticas".
- Hayes, R. D., 2001. "Analysis and application of Earned Value management to the Naval Construction Force". Purdue School of Civil Engineering. University West Lafayette, U.S.A.
- Hazir, Ö., 2015. "A review of analytical models, approaches and decision support tools in project monitoring and control". *International Journal of Project Management*.
- Lipke, W., 2003. "Schedule is different. *The Measurable News*."
- Lipke, W., 2004. "Connecting Earned Value to the schedule". *The Measurable News*.
- Lipke, W.; Zwikael, O.; Henderson, K.; Anbari, F., 2009. "Prediction of project outcome: The application of statistical methods to Earned Value management and earned schedule performance indexes". *International Journal of Project Management*.
- Matich, D. J., "Redes Neuronales: Conceptos Básicos y Aplicaciones". *Catedra: Informática Aplicada a la Ingeniería de Procesos*.
- Navarro, D., 2006. "Seguimiento de proyectos con el Análisis del Valor Ganado".
- Narbaev, T. y De Marco, A., 2014. "An earned schedule-based regression model to improve cost estimate at completion". *International Journal of Project Management*.
- Pajares, J. y López, A., 2007. "Gestión integrada del coste y del plazo de proyectos. Más allá de la metodología del Valor Ganado (EVM)".
- Pajares, J. y López, A., 2008. "Limitaciones y mejoras de la metodología del Valor Ganado en la gestión integrada del plazo y coste de proyectos".
- Roca, L., 2009. "Aspectos a tener en cuenta en la implantación de sistemas de gestión del valor ganado en la dirección de proyectos".
- Rusk, J., 2009. "Earned Value for Agile Development". *DoD Software Tech News, vol. 12*.

Nuevos desarrollos en el sistema de gestión del valor ganado aplicado al proyecto de un buque militar de superficie.

- Shu Chen, S. y Zhang, X., 2012. "An Analytic Review of Earned Value Management Studies in the Construction Industry".
- Valderrama, G. y Guadalupe, R., 2010. "Dos modelos de aplicación del Método del Valor Ganado (EVM) para el sector de la construcción".
- Wauters, M. y Vanhoucke, M., 2014. "Support Vector Machine regression for project control forecasting".

ANEXOS

ANEXO A. Criterios del Sistema de Gestión del Valor Añadido

Organización

1. Definir los elementos de trabajo autorizados para el programa. En este proceso se utiliza normalmente un plan de la estructura del proyecto (PEP), adaptado para un control de la gestión interna eficaz.
2. Identificar la estructura organizativa del programa, incluyendo los principales subcontratistas responsables de realizar el trabajo autorizado, y definir los elementos organizativos en los que se planificará y controlará el trabajo.
3. Proporcionar la integración de los procesos de planificación, programación, elaboración del presupuesto, autorización de trabajo y acumulación de costes de la empresa entre sí y, según corresponda, el plan de la estructura del proyecto del programa y la estructura organizativa del programa.
4. Identifique la organización de la empresa o la función responsable de controlar el recargo de gastos generales (costes indirectos).
5. Proporcionar la integración del plan de la estructura del proyecto del programa y de la estructura organizativa del programa de manera que permita la medición del rendimiento de los costes y la planificación por elementos de una o ambas estructuras, según sea necesario.

Planificar y presupuestar

6. Programe el trabajo autorizado de una manera que describa la secuencia de trabajo e identifique las interdependencias significativas de las tareas requeridas para cumplir con los requisitos del programa.
7. Identificar productos físicos, hitos, metas de desempeño técnico u otros indicadores que se utilizarán para medir el progreso.
8. Establecer y mantener una línea de base de presupuesto por etapas, a nivel de la cuenta de control, con respecto a la cual se pueda medir el desempeño del

programa. El presupuesto para los esfuerzos a largo plazo puede mantenerse en cuentas de nivel superior hasta el momento adecuado para su asignación a nivel de cuenta de control. Los presupuestos iniciales establecidos para la medición del rendimiento se basarán en los objetivos de gestión interna o en el coste objetivo negociado con el cliente externo, incluidas las estimaciones para el trabajo autorizado pero no definido. En los contratos gubernamentales, si se utiliza una base de referencia superior a la prevista a efectos de la presentación de informes sobre la medición del rendimiento, se debe proporcionar una notificación previa al cliente.

9. Establecer presupuestos para el trabajo autorizado con la identificación de los elementos de coste significativos (mano de obra, material, etc.) según sea necesario para la gestión interna y para el control de los subcontratistas.
10. En la medida en que sea práctico identificar el trabajo autorizado en paquetes de trabajo discretos, establecer presupuestos para este trabajo en términos de dólares, horas u otras unidades medibles. Cuando toda la cuenta de control no esté subdividida en paquetes de trabajo, identifique el esfuerzo a largo plazo en paquetes de planificación más grandes a efectos de presupuesto y programación.
11. Proporcione que la suma de todos los presupuestos de paquetes de trabajo más los presupuestos de paquetes de planificación dentro de una cuenta asociada sea igual al presupuesto de la cuenta asociada.
12. Identificar y controlar el nivel de actividad de esfuerzo mediante presupuestos en fases establecidas con este fin. Sólo el esfuerzo que sea inconmensurable o cuya medición no sea práctica podrá clasificarse como nivel de esfuerzo.
13. Establecer presupuestos de gastos generales para cada componente organizativo significativo de la empresa para gastos, que se convertirán en costes indirectos. Reflejar en los presupuestos del programa, en el nivel apropiado, los importes de los pools de gastos generales que se planifican para ser asignados al programa como gastos generales.
14. Identificar las reservas de gestión y el presupuesto no distribuido.
15. Proporcione que el objetivo de coste teórico del programa se reconcilie con la suma de todos los presupuestos internos del programa y las reservas de gestión.

Consideraciones contables

16. Registrar los costos directos de manera coherente con los presupuestos en un sistema formal controlado por los libros generales de contabilidad.
17. Cuando se utiliza un plan de la estructura del proyecto, se integran los costes directos de las cuentas asociadas al plan de la estructura del proyecto sin asignar una única cuenta asociada a dos o más elementos del plan de la estructura del proyecto.
18. Resumir los costes directos de las cuentas asociadas a los elementos organizativos del contratista sin asignar una única cuenta asociada a dos o más elementos organizativos.
19. Registre todos los costes indirectos que se asignarán al contrato.
20. Identifique los costes unitarios, los costes unitarios equivalentes o los costes de lote cuando sea necesario.
21. El sistema de contabilidad de materiales se encargará de lo siguiente:
 - Acumulación exacta de costes y asignación de costes a cuentas de control de forma coherente con los presupuestos, utilizando técnicas de cálculo de costes reconocidas y aceptables.
 - Medición de la evolución de los costes en el momento más adecuado para la categoría de material de que se trate, pero no antes del momento de los pagos progresivos o de la recepción efectiva del material.
 - Responsabilidad total de todo el material comprado para el programa, incluyendo el inventario residual.

Análisis e informes de gestión

22. Al menos mensualmente, genere la siguiente información en la cuenta asociada y en otros niveles según sea necesario para el control de gestión utilizando datos de costes reales del sistema de contabilidad o reconciliables con éste:
 - Comparación del monto del presupuesto previsto y el monto del presupuesto ganado por el trabajo realizado. Esta comparación proporciona la desviación de la fecha.

- Comparación del importe del presupuesto obtenido con los costes directos reales (aplicados en su caso) del mismo trabajo. Esta comparación proporciona la desviación de costes.
23. Identificar, al menos mensualmente, las diferencias significativas entre el rendimiento del programa planificado y real y el rendimiento del coste planificado y real, y proporcionar las razones de las desviaciones en el detalle que necesita la gestión del programa.
24. Identifique los costos indirectos presupuestados y aplicados (o reales) al nivel y la frecuencia requeridos por la administración para un control eficaz, junto con las razones de las diferencias significativas.
25. Resumir los elementos de datos y las desviaciones asociadas a través de la organización del programa y/o la estructura del desglose del trabajo para apoyar las necesidades de gestión y cualquier informe de cliente especificado en el contrato.
26. Implementar acciones gerenciales tomadas como resultado de la información del valor ganado.
27. Elaborar estimaciones revisadas del costo de terminación basadas en el desempeño hasta la fecha, los valores de compromiso para el material y las estimaciones de las condiciones futuras. Compare esta información con la línea de base de la medición del desempeño para identificar las desviaciones que son importantes para la gerencia de la compañía y cualquier requisito aplicable de información al cliente, incluyendo las declaraciones de los requisitos de financiación.

Revisiones y actualización de datos

28. Incorporar oportunamente los cambios autorizados, registrando los efectos de dichos cambios en los presupuestos y cronogramas. En el esfuerzo dirigido previo a la negociación de un cambio, base dichas revisiones en la cantidad estimada y presupuestada a las organizaciones del programa.
29. Reconciliar los presupuestos actuales con los presupuestos anteriores en términos de cambios en el trabajo autorizado y realizar una nueva planificación interna con el detalle que necesita la gerencia para un control efectivo.

30. Controlar las modificaciones retroactivas de los registros relativos al trabajo realizado que modificarían los importes previamente notificados para los costes reales, el valor de terminación o los presupuestos. Los ajustes deben realizarse únicamente para la corrección de errores, los ajustes contables rutinarios, los efectos de los cambios dirigidos por el cliente o la gerencia, o para mejorar la integridad de la línea de base y la precisión de los datos de medición del desempeño.
31. Prevenir revisiones al presupuesto del programa, excepto para cambios autorizados.
32. Documentar los cambios en la línea de base de la medición del rendimiento.