

Gestión del valor ganado con Presto

Ejemplo publicado con la autorización de su autor:

Rubén Rebollar Rubio
Profesor Titular de Universidad de Proyectos de Ingeniería
Área de Proyectos
Centro Politécnico Superior - Edificio Torres Quevedo
C/ María de Luna 3
50018 Zaragoza

El ejemplo ha sido remitido por:

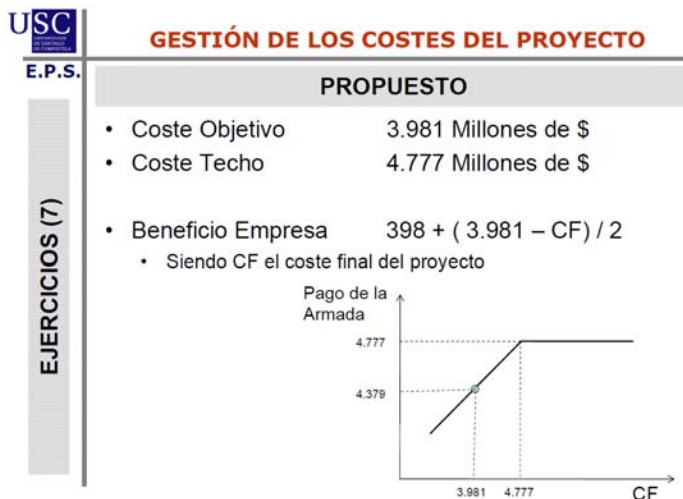
Martín Barrasa Rioja
Departamento de Ingeniería Agroforestal. Proyectos.
Escuela Politécnica Superior de Lugo.
Universidad de Santiago de Compostela.

El proyecto A-12

En 1984 la Armada Estadounidense decidió sustituir el bombardero A-6 por uno nuevo denominado A-12, sea invisible al radar.

En Enero de 1988 McDonnell Douglas y General Dynamics ganaron el contrato para su desarrollo.

Inicio del contrato: Julio de 1988
Finalización del contrato: Septiembre de 1991
Coste objetivo: 3.981 Millones de \$
Coste techo: 4.777 Millones de \$



Cada mes, las empresas debían enviar un informe a la Armada con los siguientes datos:

PV: Valor planificado

EV: Valor ganado

AC: Coste real

CV: Variación del coste

SV: Variación del plazo

EAC: Estimación del coste a la conclusión

Los analistas de costes de la Armada estudiaban los datos recibidos y enviaban un informe al Director de Proyecto, también de la Armada, que responsable último del proyecto.

Datos enviados

Se conocen los datos PV, EV y AC a origen. El coste final previsible presentado por el contratista era el valor EAC, que se obtiene aplicando directamente el método EVM. En la tabla se han añadido los datos parciales, obtenidos por diferencias, que son los que se introducen en Presto.

	Datos originales				Datos del período para Presto			
	PV	EV	AC	EAC	PV	EV	AC	EV/AC
Jul-88	70	70	70	3.981	70	70	70	1.000,00
Ago-88	160	141	152	3.981	90	71	82	1.154,93
Sep-88	251	202	218	3.981	91	61	66	1.081,97
Oct-88	340	275	296	3.981	89	73	78	1.068,49
Nov-88	426	346	380	3.981	86	71	84	1.183,10
Dic-88	511	412	470	3.981	85	66	90	1.363,64
Ene-89	584	480	557	3.981	73	68	87	1.279,41
Feb-89	710	557	643	3.981	126	77	86	1.116,88
Mar-89	826	623	715	3.981	116	66	72	1.090,91
Abr-89	913	688	789	3.981	87	65	74	1.138,46
May-89	1.012	761	866	4.096	99	73	77	1.054,79
Jun-89	1.076	815	928	4.096	64	54	62	1.148,15
Jul-89	1.152	890	1.022	4.096	76	75	94	1.253,33
Ago-89	1.244	955	1.108	4.096	92	65	86	1.323,08
Sep-89	1.321	1.012	1.192	4.096	77	57	84	1.473,68
Oct-89	1.423	1.099	1.303	4.096	102	87	111	1.275,86
Nov-89	1.552	1.168	1.421	4.096	129	69	118	1.710,14
Dic-89	1.654	1.233	1.505	4.150	102	65	84	1.292,31
Ene-90	1.770	1.298	1.603	4.150	116	65	98	1.507,69
Feb-90	1.858	1.359	1.710	4.260	88	61	107	1.754,10
Mar-90	1.940	1.427	1.825	4.260	82	68	115	1.691,18
Abr-90	2.080	1.491	1.950	4.400	140	64	125	1.953,13

En millones de dólares

En Abril de 1990 la Armada decidió rescindir el contrato y reclamar judicialmente a las empresas contratistas el dinero ya pagado alegando que el proyecto estaba fuera de control y que nadie era capaz de decir exactamente cuánto iba a costar y cuándo se terminaría.

El juez del caso os encarga un informe sobre lo sucedido a partir de los datos acumulados en el que se de solución a las siguientes cuestiones:

- Cuál es su opinión sobre la marcha del proyecto (plazo, coste, estimación final de coste, retraso al final del proyecto, etc.)
- ¿La estimación última de los contratistas era creíble? ¿Era necesario rescindir el contrato?
- ¿Está la Armada verdaderamente cubierta ante los sobrecostos del proyecto mediante el precio techo del contrato?
- ¿Era previsible que ocurriera lo que al final ocurrió?
- ¿Se debían haber tomado cartas en el asunto antes? ¿Cuándo?
- ¿Quién a su juicio es el culpable de esta situación? ¿Por qué?
- ¿Cuál debería haber sido la forma de actuar correctamente ante lo sucedido?

Introducción de los datos en Presto

En una obra convencional, la cantidad planificada y su precio se obtienen a partir de la periodificación del objetivo de coste, el coste real proviene de la producción de cada partida y del precio real obtenido a partir de sus compras y el valor ganado es una combinación de estos dos valores.

Como en el ejemplo sólo se dispone de datos totales, no está separado el coste de la cantidad ni se puede deducir una distribución por capítulos y partidas. Por ello, se ha creado un capítulo único con una partida por cada período mensual, con un coste estimado unitario Obj = 1000 dólares. Todas las cantidades se introducen teniendo en cuenta este valor.

The screenshot shows a software window titled 'Árbol' with a menu bar and a toolbar. Below the toolbar is a table with columns for 'Código', 'NatC', 'Resumen', and ten 'CanPlan' columns representing monthly periods from July 1988 to March 1989. The table contains data for a project named 'Ejemplo EVM' with a 'Capítulo único'. The 'Resumen' column lists monthly certification dates, and the 'CanPlan' columns show the planned quantity for each month, with values increasing from 70,00 in July 1988 to 116,00 in March 1989.

	Código	NatC	Resumen	1: CanPlan 31-Jul-88	2: CanPlan 31-Ago-88	3: CanPlan 30-Sep-88	4: CanPlan 31-Oct-88	5: CanPlan 30-Nov-88	6: CanPlan 31-Dic-88	7: CanPlan 31-Ene-89	8: CanPlan 28-Feb-89	9: CanPlan 31-Mar-89	10: CanPlan 31-Abr-89
1/1	-	0	Ejemplo EVM										
2/2	-	EE	Capítulo único										
3/3	E01		Certificación 31-Jul-88	70,00									
4/3	E02		Certificación 31-Ago-88		90,00								
5/3	E03		Certificación 30-Sep-88			91,00							
6/3	E04		Certificación 31-Oct-88				89,00						
7/3	E05		Certificación 30-Nov-88					86,00					
8/3	E06		Certificación 31-Dic-88						85,00				
9/3	E07		Certificación 31-Ene-89							73,00			
10/3	E08		Certificación 28-Feb-89								126,00		
11/3	E09		Certificación 31-Mar-89									116,00	
12/3	E10		Certificación 30-Abr-89										
13/3	E11		Certificación 31-May-89										

Esquema "Cantidades e importes por fases", con el campo "CanPlan".

El valor planificado PV de cada mes se obtiene como diferencia de los valores sucesivos a origen de los datos de PV recibidos, como se indica en la tabla anterior, y se introduce como CanPlan:

- En la ventana subordinada "Fases" de cada unidad de obra
- En la ventana "Árbol" o "Presupuesto", esquema "Cantidades e importes por fases".

El valor planificado es por tanto el producto de la cantidad planificada al precio esperado:

$$\text{ImpPlan} = \text{CanPlan} * \text{Obj}$$

El valor ganado es el producto de la cantidad producida al precio esperado:

$$\text{ImpRealObj} = \text{CanReal} * \text{Obj}$$

Como el precio de objetivo ya está dado, la cantidad producida CanReal que hay que introducir es precisamente el valor ganado del período:

$$\text{CanReal} = \text{ImpRealObj} / 1000$$

Para introducir en el ejemplo el coste real es necesario calcular el coste unitario real a partir de la cantidad real producida.

$$\text{ImpReal} = \text{CanReal} * \text{Real}$$

Luego:

$$\text{Real} = \text{ImpReal} / \text{CanReal}$$

Por ejemplo, para la segunda certificación, el importe planificado es de 90 millones de dólares, por lo que la cantidad planificada es:

$$\text{CanPlan} = \text{Plan} / \text{Obj} = 90.000.000/1000 = 90.000 \text{ unidades}$$

Calculando la cantidad real con el mismo criterio, a partir del valor ganado, se obtiene:

$$\text{CanReal} = \text{ImpRealObj} / \text{Obj} = 71.000.000/1000 = 71.000 \text{ unidades}$$

The screenshot shows the 'Árbol' software interface. The main window displays a project structure under 'Planificación económica'. The table below shows the details for 'Fases EE/E02 Certificación 31-Ago-88'.

Códigos	NatC	Resumen	CanPres	CanObj	Ud	Pres	Obj	ImpPres	ImpObj	ImpObjPres
1/1	- 0	Ejemplo de Gestión del valor ganado EVM	1	1		0	3.981.000,00	0	3.981.000,00	0
2/2	- EE	Capítulo único	1	1		3.981.000,00	0	3.981.000,00	0	0
3/3	E01	Certificación 31-Jul-88				70,00	1.000,00	0	70.000,00	0
4/3	E02	Certificación 31-Ago-88				90,00	1.000,00	0	90.000,00	0
5/3	E03	Certificación 30-Sep-88				91,00	1.000,00	0	91.000,00	0

Fases EE/E02 Certificación 31-Ago-88										
Certificaciones y control de costes										
	Fecha	Descripción	CanPlan	CanReal	CanInput	Plan	Real	Input	Nota	
			90,00	71,00		90.000,00	82.000,00			
1	31-Jul-88	Certificación				0	0			
2	31-Ago-88	Certificación	90,00	71,00		90.000,00	82.000,00			
3	30-Sep-88	Certificación				0	0			
4	31-Oct-88	Certificación				0	0			

Esquema "Planificación económica", con la ventana subordinada "Fases".

El coste real unitario de cada partida se obtiene a partir de la expresión:

$$\text{Real} = \text{ImpReal}/\text{CanReal} = 82.000.000/71.000 = 1154,93 \text{ dólares}$$

Los costes reales se introducen en Presto a partir de contratos o de documentos de compra. En el ejemplo se ha utilizado una factura con un suministro por cada mes. No es necesario introducir una cantidad.

Documento	Info	Entidad	Resumen	Fecha	BaseFac	Importe	IVA	RetGar	RetFis	BaseDest	BasePed	BaseEnt	Nota
1	F001	4001		31/07/1988	28.915,23	28.915,23	0						

Código	NatC	Resumen	Cantidad	Ud	Factor	PorDto	Precio	IVA	Importe	Destino	FecInput	Pedido	Entrega	Obra	Nota
1	E01	Certificación 31-Jul-88					1.000,00		1.000,00		31/07/1988				
2	E02	Certificación 31-Ago-88					1.154,93		1.154,93		31/07/1988				
3	E03	Certificación 30-Sep-88					1.081,97		1.081,97		31/07/1988				
4	E04	Certificación 31-Oct-88					1.068,49		1.068,49		31/07/1988				
5	E05	Certificación 30-Nov-88					1.183,10		1.183,10		31/07/1988				
6	E06	Certificación 31-Dic-88					1.363,64		1.363,64		31/07/1988				
7	E07	Certificación 31-Ene-89					1.279,41		1.279,41		31/07/1988				
8	E08	Certificación 28-Feb-89					1.116,88		1.116,88		31/07/1988				
9	E09	Certificación 31-Mar-89					1.090,91		1.090,91		31/07/1988				

Ventana "Facturas" con un suministro por cada mes

Una vez introducidos estos datos basta con recalcular la obra para obtener todos los resultados, que se pueden ver en pantalla o generando la hoja "Gestión del valor ganado" de Excel.

	Código	NatC	Resumen	ImpRealObj	ImpReal	EvmCpi	ImpPlan	EvmSpi	ImpObj	ImpObjReal	EvmEac	EvmEacCpi
1/1	- 0		Ejemplo de Gestión del valor ganado EVM	1.491.000,00	1.950.000,00	0,76	2.080.000,00	0,72	3.981.000,00	4.678.155,26	4.440.000,00	5.206.539,24
2/2	- EE		Capítulo único	1.491.000,00	1.950.000,00	0,76	2.080.000,00	0,72	3.981.000,00	4.678.155,26	4.440.000,00	5.206.539,24
3/3	E01		Certificación 31-Jul-88	70.000,00	70.000,00	1,00	70.000,00	1,00	70.000,00	70.000,00	70.000,00	70.000,00
4/3	E02		Certificación 31-Ago-88	71.000,00	82.000,00	0,87	90.000,00	0,79	90.000,00	103.943,66	101.000,00	103.943,66
5/3	E03		Certificación 30-Sep-88	61.000,00	66.000,00	0,92	91.000,00	0,67	91.000,00	98.459,02	96.000,00	98.459,02
6/3	E04		Certificación 31-Oct-88	73.000,00	78.000,00	0,94	89.000,00	0,82	89.000,00	95.095,89	94.000,00	95.095,89
7/3	E05		Certificación 30-Nov-88	71.000,00	84.000,00	0,85	86.000,00	0,83	86.000,00	101.746,48	99.000,00	101.746,48
8/3	E06		Certificación 31-Dic-88	66.000,00	90.000,00	0,73	85.000,00	0,78	85.000,00	115.909,09	109.000,00	115.909,09
9/3	E07		Certificación 31-Ene-89	68.000,00	87.000,00	0,78	73.000,00	0,93	73.000,00	93.397,06	92.000,00	93.397,06
10/3	E08		Certificación 28-Feb-89	77.000,00	86.000,00	0,90	126.000,00	0,61	126.000,00	140.727,27	135.000,00	140.727,27
11/3	E09		Certificación 31-Mar-89	66.000,00	72.000,00	0,92	116.000,00	0,57	116.000,00	126.545,45	122.000,00	126.545,45
12/3	E10		Certificación 30-Abr-89	65.000,00	74.000,00	0,88	87.000,00	0,75	87.000,00	99.046,15	96.000,00	99.046,15
13/3	E11		Certificación 31-May-89	73.000,00	77.000,00	0,95	99.000,00	0,74	99.000,00	104.424,66	103.000,00	104.424,66
14/3	E12		Certificación 30-Jun-89	54.000,00	62.000,00	0,87	64.000,00	0,84	64.000,00	73.481,48	72.000,00	73.481,48
15/3	E13		Certificación 31-Jul-89	75.000,00	94.000,00	0,80	76.000,00	0,99	76.000,00	95.253,33	95.000,00	95.253,33
16/3	E14		Certificación 31-Ago-89	65.000,00	86.000,00	0,76	92.000,00	0,71	92.000,00	121.723,08	113.000,00	121.723,08
17/3	E15		Certificación 30-Sep-89	57.000,00	84.000,00	0,68	77.000,00	0,74	77.000,00	113.473,68	104.000,00	113.473,68
18/3	E16		Certificación 31-Oct-89	87.000,00	111.000,00	0,78	102.000,00	0,85	102.000,00	130.137,93	126.000,00	130.137,93
19/3	E17		Certificación 30-Nov-89	69.000,00	118.000,00	0,58	129.000,00	0,53	129.000,00	220.608,70	178.000,00	220.608,70
20/3	E18		Certificación 31-Dic-89	65.000,00	84.000,00	0,77	102.000,00	0,64	102.000,00	131.815,38	121.000,00	131.815,38
21/3	E19		Certificación 31-Ene-90	65.000,00	98.000,00	0,66	116.000,00	0,56	116.000,00	174.892,31	149.000,00	174.892,31
22/3	E20		Certificación 28-Feb-90	61.000,00	107.000,00	0,57	88.000,00	0,69	88.000,00	154.360,66	134.000,00	154.360,66
23/3	E21		Certificación 31-Mar-90	68.000,00	115.000,00	0,59	82.000,00	0,83	82.000,00	138.676,47	129.000,00	138.676,47
24/3	E22		Certificación 30-Abr-90	64.000,00	125.000,00	0,51	140.000,00	0,46	140.000,00	273.437,50	201.000,00	273.437,50

Esquema "Gestión del valor ganado" con valores por períodos.

La equivalencia de las variables de Presto es:

Presto	EVM	Significado	Resultado final	Comentario
ImpRealObj	EV	Valor ganado	1.491.000,00	Dato
ImpReal	AC	Coste real	1.950.000,00	Dato
EvmCpi	CPI	Desviación en coste	0,76	Negativa
ImpPlan	PV	Valor planificado	2.080.000,00	Dato
EvmSpi	SPI	Desviación en plazo	0,72	Negativa
ImpObj	BAC	Objetivo inicial de coste	3.981.000,00	Dato
ImpObjReal	EAC	Coste final probable	4.678.155,26	Según Presto
EvmEac	EAC'	Coste final estimado	4.440.000,00	Según EVM
EvmEacCpi	EAC''	Coste final corregido	5.206.539,24	Con Cpi

El coste ObjReal se obtiene por Presto aplicando a la parte pendiente el coste real de la parte ya desarrollada. Se presenta en cada momento sólo su valor actual, por lo que en las figuras no se ve su evolución en el tiempo.

	Totalizados			Estimaciones		ObjReal	Variaciones		Indices		Parciales		
	Coste real AC	Valor ganado EV	Valor planificado PV	Estimación a la conclusión EAC	Estimación a la conclusión EAC (CPI)		Variación del coste CV	Variación del cronograma SV	Índice del desempeño del coste CPI	Índice del desempeño del cronograma SPI	Coste real AC	Valor ganado EV	Valor planificado PV
1	70.000	70.000	70.000	3.981.000	3.981.000	4.678.155	0	0	1,00	1,00	70.000	70.000	70.000
2	152.000	141.000	160.000	3.992.000	4.291.574	4.678.155	-11.000	-19.000	0,93	0,88	82.000	71.000	90.000
3	218.000	202.000	251.000	3.997.000	4.296.327	4.678.155	-16.000	-49.000	0,93	0,80	66.000	61.000	91.000
4	296.000	275.000	340.000	4.002.000	4.285.004	4.678.155	-21.000	-65.000	0,93	0,81	78.000	73.000	89.000
5	380.000	346.000	426.000	4.015.000	4.372.197	4.678.155	-34.000	-80.000	0,91	0,81	84.000	71.000	86.000
6	470.000	412.000	511.000	4.039.000	4.541.432	4.678.155	-58.000	-99.000	0,88	0,81	90.000	66.000	85.000
7	557.000	480.000	584.000	4.058.000	4.619.619	4.678.155	-77.000	-104.000	0,86	0,82	87.000	68.000	73.000
8	643.000	557.000	710.000	4.067.000	4.595.661	4.678.155	-86.000	-153.000	0,87	0,78	86.000	77.000	126.000
9	715.000	623.000	826.000	4.073.000	4.568.884	4.678.155	-92.000	-203.000	0,87	0,75	72.000	66.000	116.000
10	789.000	688.000	913.000	4.082.000	4.565.420	4.678.155	-101.000	-225.000	0,87	0,75	74.000	65.000	87.000
11	866.000	761.000	1.012.000	4.086.000	4.530.284	4.678.155	-105.000	-251.000	0,88	0,75	77.000	73.000	99.000
12	928.000	815.000	1.076.000	4.094.000	4.532.967	4.678.155	-113.000	-261.000	0,88	0,76	62.000	54.000	64.000
13	1.022.000	890.000	1.152.000	4.113.000	4.571.440	4.678.155	-132.000	-262.000	0,87	0,77	94.000	75.000	76.000
14	1.108.000	955.000	1.244.000	4.134.000	4.618.794	4.678.155	-153.000	-289.000	0,86	0,77	86.000	65.000	92.000
15	1.192.000	1.012.000	1.321.000	4.161.000	4.689.083	4.678.155	-180.000	-309.000	0,85	0,77	84.000	57.000	77.000
16	1.303.000	1.099.000	1.423.000	4.185.000	4.719.966	4.678.155	-204.000	-324.000	0,84	0,77	111.000	87.000	102.000
17	1.421.000	1.168.000	1.552.000	4.234.000	4.843.323	4.678.155	-253.000	-384.000	0,82	0,75	118.000	69.000	129.000
18	1.505.000	1.233.000	1.654.000	4.253.000	4.859.209	4.678.155	-272.000	-421.000	0,82	0,75	84.000	65.000	102.000
19	1.603.000	1.298.000	1.770.000	4.286.000	4.916.443	4.678.155	-305.000	-472.000	0,81	0,73	98.000	65.000	116.000
20	1.710.000	1.359.000	1.858.000	4.332.000	5.009.205	4.678.155	-351.000	-499.000	0,79	0,73	107.000	61.000	88.000
21	1.825.000	1.427.000	1.940.000	4.379.000	5.091.328	4.678.155	-398.000	-513.000	0,78	0,74	115.000	68.000	82.000
22	1.950.000	1.491.000	2.080.000	4.440.000	5.206.539	4.678.155	-459.000	-589.000	0,76	0,72	125.000	64.000	140.000

Hoja Excel generada por Presto con valores a origen.

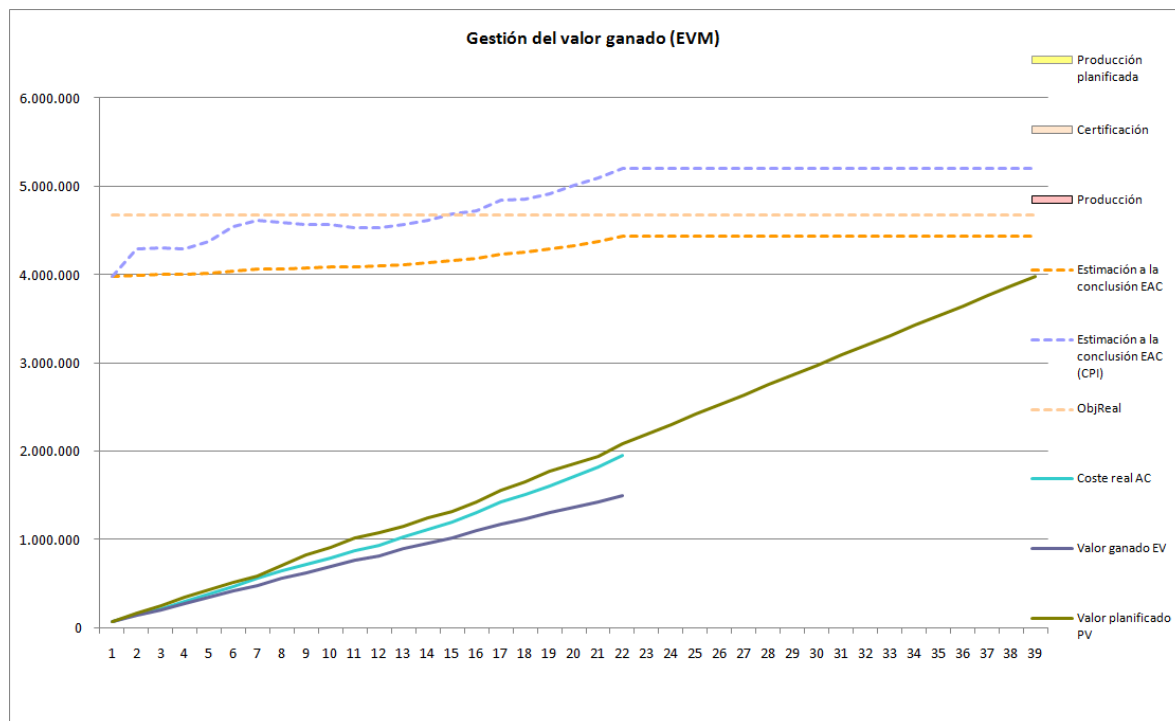


Gráfico obtenido automáticamente en la hoja Excel generada por Presto.

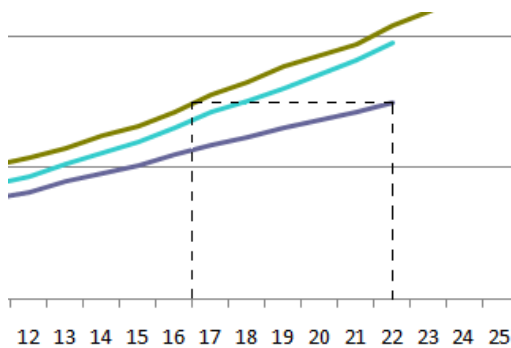
Análisis de los resultados obtenidos

El coste real (AC) del proyecto es inferior al estimado, lo que puede parecer positivo, pero estos costes no se han empleado para alcanzar la planificación (PV) actual. Esto indica que el ritmo de trabajo es insuficiente y el coste real que en principio parecía óptimo es sin duda muy negativo.

Aplicando la desviación en coste a la parte pendiente de desarrollar, el coste final puede alcanzar los 5.200 millones de dólares.

Es posible obtener una estimación aun más pesimista, suponiendo que el retraso penaliza aun más el sobrecoste futuro. Para ello, se aplica a la parte pendiente una corrección que combina la desviación en coste y la desviación en plazo:

$$EvmEacCpiSpi = 1950 + (3981-1491) / (0,76*0,72) = 6.500 \text{ millones de dólares}$$



Retraso entre el valor ganado actual y el momento en que estaba planificado

El avance del proyecto es:

$$1.491 / 3.981 = 37,5 \%$$

El plazo previsible, por tanto, es:

$$22 \text{ meses} / 0,375 = 58,7 \text{ meses}$$

Con una diferencia notable respecto del plazo inicial de 39 meses.

Los contratistas han presentado directamente el valor más optimista de los obtenidos con el EVM, sin un análisis de las razones que permiten no aplicar nuevas correcciones. Hace varios meses que se ha superado el coste techo de 4.777 millones de dólares en el escenario corregido y se ha superado con mucho en los escenarios pesimistas. Es imposible cumplir los plazos ni los costes.

La Armada no está cubierta ante los sobrecostes, a pesar del coste techo, ya que ninguna empresa trabajará con ese margen de diferencia por debajo de los costes.

Aunque las diferencias entre el coste real, el valor planificado y el valor ganado de los primeros meses son pequeñas, el índice de desempeño del cronograma muestra un retraso superior al 20% en el plazo de ejecución del proyecto casi desde su inicio.

Ambas partes tienen su parte de culpa:

- La Armada no tomó ninguna decisión cuando el coste estimado a la conclusión superó el coste techo del proyecto
- Las empresas adjudicatarias han reducido los costes por debajo de lo previsto a costa de retrasar la obra

Las empresas adjudicatarias tendrían que incrementar la inversión para acelerar la producción y eliminar así el retraso observado incluso a riesgo de ver reducidos sus beneficios.