

No. of activities: **9**

No. of duration risks: **3**

© Fernando Acebes Senovilla

No. Monte Carlo Simulations: **20000**



No. of cost risks: **2**

Duration										Cost						
Activity	PDF	Cod.	$\mu$	$\sigma$	min	"*prob"	max	Slack	Variable cost	Fixed cost	$\sigma$	min	"*prob"	max	Cod.	PDF
A1	Normal	3	7	0,2				0	100			100		300	2	Uniform
A2	Triangular	4			9	10	12	0	240	100					1	Deterministic
A3	Deterministic	1	4					0	160	150					1	Deterministic
A4	Triangular	4			7	8	10,5	0	110			400	600	700	4	Triangular
A5	Uniform	2			4		5	0	90	0					1	Deterministic
A6	Beta-Pert	5			4	4,5	5,5	0	140			380		500	2	Uniform
A7	Triangular	4			7	8	10	0	110			550	600	700	4	Triangular
A8	Normal	3	3	0,3				0	90	0					1	Deterministic
A9	Triangular	4			5	6	7,5	0	50			250		500	2	Uniform

Activity	PDF	Cod.	$\mu$	$\sigma$	min	"*prob"	max	P / I	t / C	Risk/Act	Same Risk
A10	Uniform	2			0,08		0,25	P	t	R1	a
A10	Uniform	2			2,5		6	I	240	2	
A11	Uniform	2			0,02		0,08	P	t	R2	b
A11	Uniform	2			1		2,5	I	90	5	
A12	Uniform	2			0,02		0,08	P	t	R3	c
A12	Uniform	2			6		10	I	50	9	
Cost Risk1	Uniform	2			0,02		0,08	P	C	R4	b
Cost Risk1	Uniform	2			765,6		1914	I	C	5	
Cost Risk2	Uniform	2			0,08		0,25	P	C	R5	d
Cost Risk2	Uniform	2			287,1		765,6	I	C	6	

- In the RED-shaded cell, the VARIABLE DURATION corresponding to the activity affecting that duration risk must be entered.
- Each BLUE-shaded cell must enter the corresponding ACTIVITY number affected by this Duration and/or Cost risk.
- Identify with the original name of the risk (a, b,...) in the WHITE-shaded cell of the 'Same Risk' column. If the same risk can affect an activity's duration and cost simultaneously, designate these risks with the same letter (the original risk).

Risk Correlation	R1	R2	R3	R4	R5
R1					
R2					
R3					
R4					
R5					

Positive value ('1') means positive correlation (e.g. '1' in (R1,R1) means that R1 will occur only if R1 occurs).  
 Negative value ('-1') means negative correlation (e.g. '-1' in (Rm,Rn) means that Rn will occur only if Rm does NOT occur).

Precedence Relationship Matrix

Predecessors													R1	R2	R3		
Successors	A0	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11	A12	Af			
A0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
A1	1																
A2	1																
A3		1															
A4			1														
A5				1													
A6					1												
A7						1											
A8							1										
A9								1									
A10									1								
A11										1							
A12											1						
Af													1				

	Probabilidad %		Impacto Duración %		Impacto Coste %	
	mínimo	máximo	mínimo	máximo	mínimo	máximo
MA	40	100	10,0	25,0	4306,5	9570,0
A	25	40	6,0	10,0	1914,0	3828,0
M	8	25	2,5	6,0	765,6	1914,0
B	2	8	1,0	2,5	287,1	765,6
MB	0	2	0,0	1,0	0,0	287,1

Actividad impactada	Id Riesgo	Numeración riesgos	Probabilidad	Imp Dur	Imp Cost
2	Ra	R1	M	M	
5	Rb	R2 Rc1 R4	B	B	M
9	Rc	R3	B	A	
6	Rd	Rc2 R5	M		B

Probabilidad		Impacto Dur		Impacto Cost	
0,08	0,25	2,5	6		
0,02	0,08	1	2,5	765,6	1914
0,02	0,08	6	10		
0,08	0,25			287,1	765,6

1.

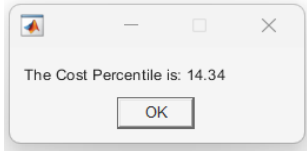
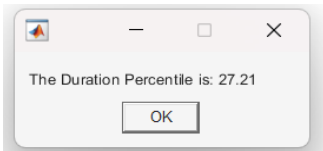
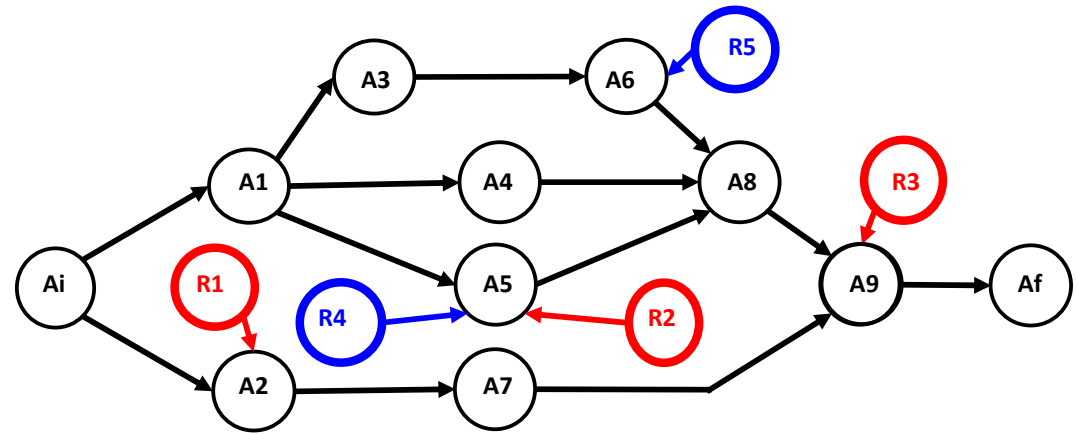
a) Representar el diagrama AON del proyecto.

b) El Promotor de la obra necesita conocer cuál es el tiempo y el coste planificado del proyecto. **Justificar resultados**

Ud, como buen Director de Proyecto, ¿qué podría decirle a su promotor en relación con la probabilidad de alcanzar los objetivos de plazo y coste planificados?

**Justificar resultados y razonar la respuesta.**

a)



b)

Duración planificada	25	The Planned Project Duration is 25 time units
Coste planificado	9570	The Planned Project Cost is 9570 monetary units

**Justificar resultados y razonar la respuesta.**

Considerando los riesgos incluidos en la simulación del proyecto, ambos percentiles para la duración y coste planificados son muy bajos y nos indican que existe una muy baja probabilidad de que se alcancen esos objetivos.

En concreto, para la duración planificada (25 semanas), sólo existe una probabilidad de alcanzar ese objetivo de duración con una probabilidad del 27,21%. Muy difícil de alcanzar. Se debería asignar un margen de tiempo como contingencia que permita aumentar la probabilidad de que termine el proyecto antes del tiempo planificado más dicho margen de tiempo.

En cuanto al coste planificado (9570 €), la probabilidad de finalizar el proyecto con un coste por valor de 9570 € o menos, es del 14,34%. Un porcentaje igualmente bajo. Igualmente para el coste, se deberían añadir unas contingencias de coste que permitan aumentar la probabilidad de finalizar el proyecto con un coste que no supere el coste planificado junto con las contingencias previstas.

c)

Conociendo los valores planificados del proyecto en duración y coste, obtenidos en el apartado 1a), proponga al Promotor del Proyecto unos **márgenes de duración y contingencias en coste** para este proyecto.

(Elegir un percentil que no sea múltiplo de 5)

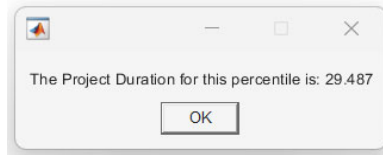
**Justificar resultados y razonar la respuesta.**

Represente gráficamente las funciones de distribución de duración y coste totales.

### Duración

TEAC

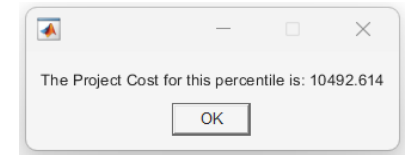
Percentil	Duración Total	Contingencia Duración
89	29,49	4,49



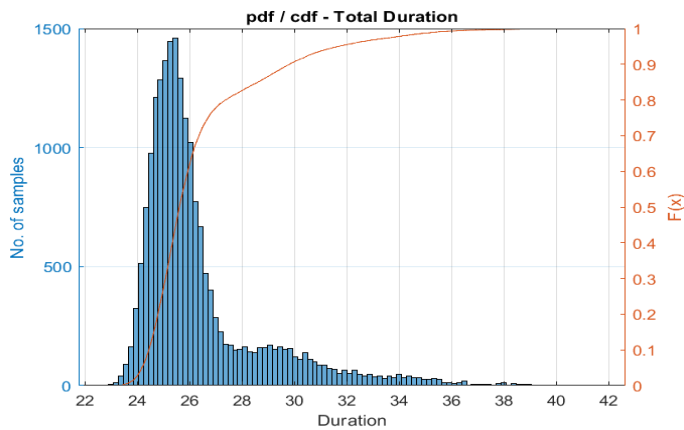
### Coste

BAC

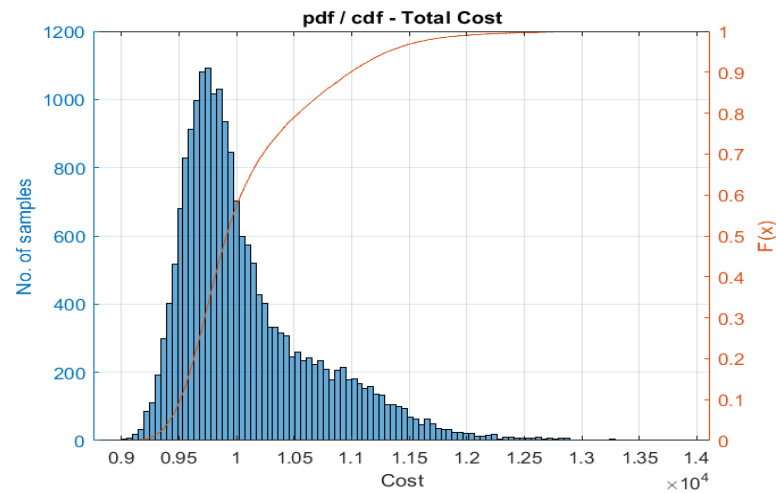
Percentil	Coste Total	Contingencia Coste
79	10492,61	922,61



### Gráfica



### Gráfica



### Justificar resultados y razonar la respuesta.

**Tiempo:** observando la gráfica de tiempo, vemos que, debido a los riesgos identificados, la curva de función de distribución está sesgada hacia valores mayores de duración. Por eso, para incluir parte del impacto de los posibles riesgos de duración, elijo un percentil del 89% (**P89**), próximo al P90. Esto coincide con una duración de 29,49 semanas. Por lo tanto, implica un margen de contingencias para la duración del proyecto de 4,49 semanas. Con esto, aunque no garantizamos el 100% de los posibles impactos, se intentan incluir en este margen una parte importante de ellos.

En cuanto al **coste** total, la gráfica, que también está sesgada hacia costes mayores, no es tan "exagerada" como el coste. Por eso, elijo un percentil del 79% (**P79**), próximo al P80. Este percentil incluye gran parte de los posibles impactos por los riesgos en coste identificados. A percentil le corresponde un coste de 10492,61€ y, por consiguiente, una contingencia que añadir al coste planificado de 922,61€.

d)

Dispongo de un margen de tiempo de 1,5 semanas respecto del valor de tiempo planificado, y de unas contingencias para los costes por valor de 1000€.

¿Qué nivel de confianza podríamos proporcionar al Promotor del proyecto con los datos indicados para nuestro proyecto?

**Justificar resultados y razonar la respuesta.**

### Duración

TEAC

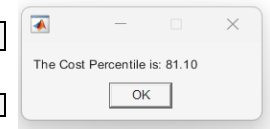
Contingencia Duración	Duración Total	Percentil
1,5	26,5	73,10



### Coste

BAC

Contingencia Coste	Coste Total	Percentil
1.000	10.570	81,10



### Justificar resultados y razonar la respuesta.

**Tiempo:** Si se dispone de un margen de 1,5 semanas como contingencia de duración, añadido a las 25 semanas planificadas, tenemos una duración total de 26,5 semanas, y le corresponde un percentil P73,10. Esto implica que los proyectos simulados, incluidos los riesgos identificados en el proyecto, el 73,10% de ellos han finalizado antes de 26,5 semanas. Al ver la gráfica de distribución de probabilidad de duración total, este percentil no incluye el posible impacto de los riesgos, en caso de producirse. No es un margen de tiempo suficiente, aunque sí que es cierto que la probabilidad de acabar antes de la fecha final (26,5 semanas) es mayor del 50% de las simulaciones. Recomendaría al director de proyecto que, si no se puede ampliar el margen de tiempo, controle bien el proyecto y los riesgos, para cumplir con el nuevo plazo previsto (26,5 semanas).

**Coste:** con un contingente de 1000€, sumado al coste planificado, obtenemos un percentil P81,10, es decir, tenemos una probabilidad del 81,10% de finalizar el proyecto con un coste de 10570 € o menos. En mi caso, y observando la gráfica de distribución de probabilidad, estimo que es un margen de contingencia en coste suficiente para abordar los posibles riesgos que pudieran impactar en el proyecto (sin ser, obviamente, el 100% de probabilidad).

e)

Elegir un nivel de tolerancia al riesgo (múltiplo de 5) para el proyecto incluidos los riesgos y calcular su contingencia de duración y de coste.

Comparar los resultados con los datos del mismo proyecto, para el mismo percentil, pero donde no se han incluido los riesgos (se adjunta imagen con resultados de percentiles, de duración y coste)

Representar gráficas de duración total y coste total.

Justificar resultados y razonar la respuesta.

### Duración

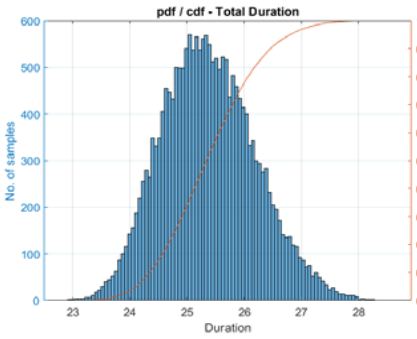
TEAC 25

Percentil 90

	Duración Total	Contingencia Duración
Sin Riesgo	26,45	1,45
Con Riesgo	29,81	4,81

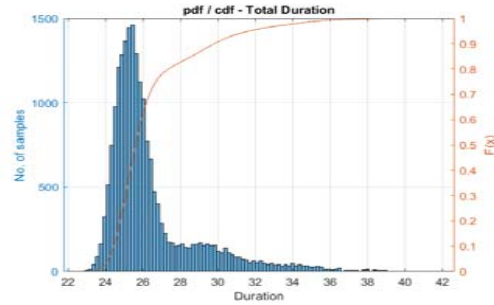
Gráfica

Sin Riesgo



Percentile	Duration	Cost
5.0	24.168	9421.898
10.0	24.431	9512.314
15.0	24.422	9574.950
20.0	24.777	9429.301
25.0	24.928	9477.663
30.0	25.071	9723.088
35.0	25.204	9767.274
40.0	25.234	9824.543
45.0	25.465	9860.978
50.0	25.601	9913.160
55.0	25.752	9949.167
60.0	25.920	10038.384
65.0	26.104	10123.481
70.0	26.349	10230.235
75.0	26.695	10366.297
80.0	27.369	10541.764
85.0	28.603	10747.750
90.0	29.812	10992.241
95.0	31.672	11308.955
100.0	41.627	13841.228

Con Riesgo



### Coste

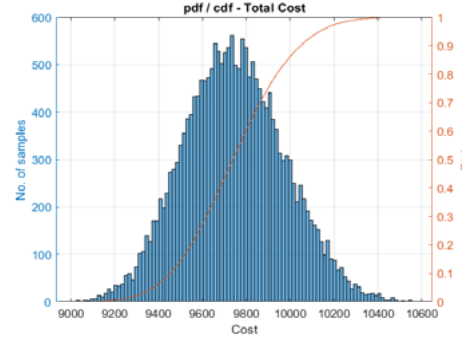
BAC 9.570

Percentil 80

	Coste Total	Contingencia Coste
Sin Riesgo	10048,40	478,40
Con Riesgo	10999,24	1429,24

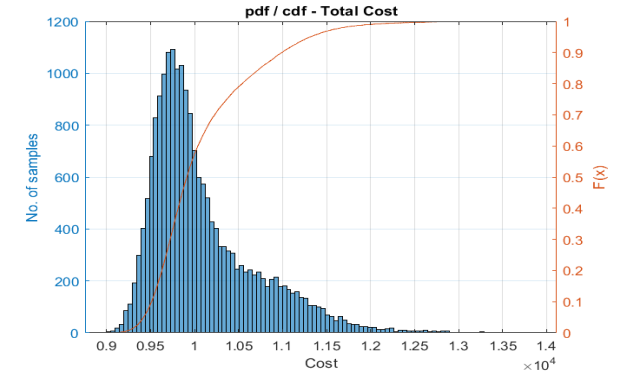
Gráfica

Sin Riesgo



Percentile	Duration	Cost
5.0	24.113	9377.105
10.0	24.349	9451.688
15.0	24.524	9505.604
20.0	24.665	9547.494
25.0	24.796	9583.932
30.0	24.912	9617.750
35.0	25.024	9650.041
40.0	25.129	9678.845
45.0	25.235	9709.134
50.0	25.341	9738.435
55.0	25.442	9769.811
60.0	25.557	9798.115
65.0	25.672	9829.239
70.0	25.796	9862.516
75.0	25.921	9899.620
80.0	26.064	9938.799
85.0	26.243	9987.487
90.0	26.454	10048.397
95.0	26.798	10133.185
100.0	28.626	10565.517

Con Riesgo



### Justificar resultados y razonar la respuesta.

En las gráficas de distribución de probabilidad se aprecia perfectamente el efecto del impacto de los riesgos, tanto en la gráfica de duración, como en la de coste. En ambas, provoca que los valores de duración y de coste tomen valores que hacen desviar las gráficas hacia valores mayores. Especialmente grande es el efecto en la gráfica de duración.

El impacto de los riesgos se aprecia no sólo en las gráficas de distribución de probabilidad, también se aprecia en los valores de duración o coste para un determinado percentil. Por ejemplo, para un percentil P90 en duración, existe una diferencia en la duración correspondiente a dicho percentil de 3,36 semanas. Por lo tanto, la diferencia en el margen de tiempo que hay que asignar en el proyecto si consideramos los riesgos a si no los consideramos, para dicho percentil, es de 3,36 semanas.

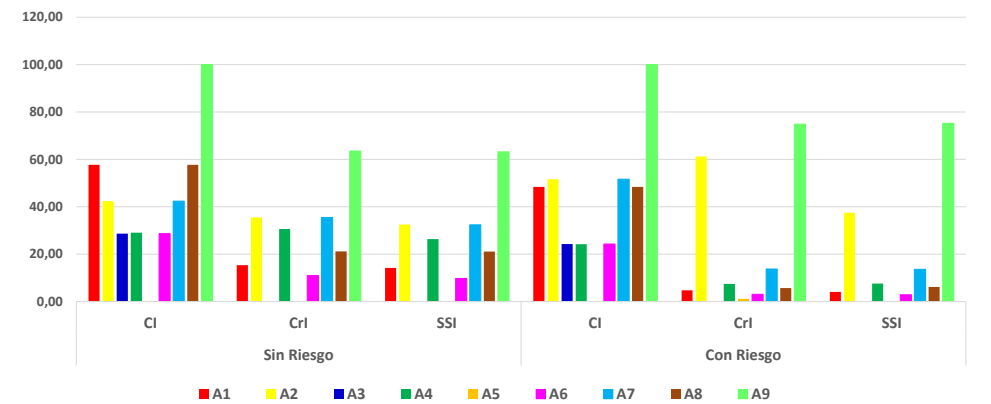
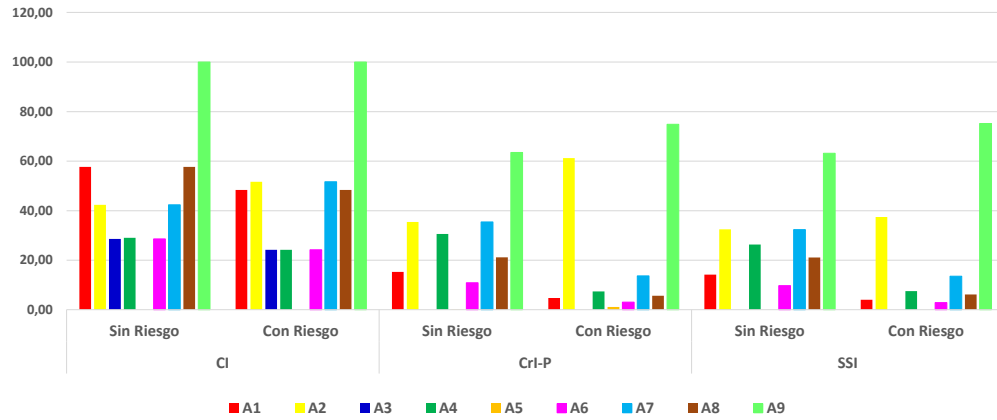
En cuanto al coste, para un percentil del P80, la diferencia entre los valores de coste para dicho percentil es de 950,84€, una diferencia importante.

Por lo tanto, se recomienda incluir los riesgos en el modelo de simulación para poder determinar un valor más preciso de contingencias de duración y de coste.

2.-  
 Priorizar las actividades del proyecto según los siguientes índices de sensibilidad: CI, SSI y Cri. Tabular y representar gráfica de barras.  
 Se incluyen resultados correspondientes al proyecto sin incluir riesgos.  
**Comparar resultados y razonar la respuesta.**

Actividad	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	
CI	Sin Riesgo	57,68	42,39	28,63	29,08	0,00	28,63	42,39	57,68	100,00
	Con Riesgo	48,40	51,65	24,24	24,20	0,00	24,24	51,65	48,40	100,00
Cri-P	Sin Riesgo	15,26	35,45	0,00	30,61	0,01	10,86	35,48	21,14	63,50
	Con Riesgo	4,68	61,23	0,00	7,36	1,08	2,99	13,64	5,58	74,88
SSI	Sin Riesgo	14,16	32,50	0,00	26,37	0,00	9,68	32,36	21,12	63,19
	Con Riesgo	4,01	37,49	0,00	7,47	0,00	2,81	13,52	6,12	75,21

Actividad	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	
Sin Riesgo	CI	57,68	42,39	28,63	29,08	0,00	28,63	42,39	57,68	100,00
	Cri	15,26	35,45	0,00	30,61	0,01	10,86	35,48	21,14	63,50
	SSI	14,16	32,50	0,00	26,37	0,00	9,68	32,36	21,12	63,19
Con Riesgo	CI	48,40	51,65	24,24	24,20	0,00	24,24	51,65	48,40	100,00
	Cri	4,68	61,23	0,00	7,36	1,08	2,99	13,64	5,58	74,88
	SSI	4,01	37,49	0,00	7,47	0,00	2,81	13,52	6,12	75,21



**Justificar resultados y razonar la respuesta.**

A9 es siempre crítica, pues está en el camino serie de todo el proyecto. Su alto valor en el CI le hace que sea también importante en el SSI. Además, al estar en camino serie y tener cierta variabilidad, hace que también su crucialidad sea importante.  
 A5 no es crítica. A pesar de tener variabilidad (incertidumbre), tiene un valor muy bajo de crucialidad (Cri). Esto es así porque su criticidad es nula. Por lo tanto, como CI es nula, SSI también lo es.  
 A3 sí es crítica en un porcentaje de veces superior al 20% pero, al ser determinista, sin incertidumbre, su crucialidad es nula. Por lo tanto, como su variabilidad es nula, SSI también lo es.  
 Tanto en proyecto considerando riesgos como si no, la actividad más importante es A9, al estar en el camino serie del proyecto y tener incertidumbre.  
 Vemos que la actividad A2 pasa a tener una importancia alta respecto al resto de actividades (excepto A9), si observamos el SSI. El aumento de importancia de A2 coincide con la disminución de importancia de A4 y A7.  
 A1 y A8, que tienen un alto CI, no tienen un valor alto de Cri, especialmente en el caso de proyecto con riesgos. Se aprecia su baja importancia en el indicador SSI

3.- Priorizar los riesgos del proyecto utilizando la matriz probabilidad - impacto y siguiendo la metodología QRP (utilizar para el cálculo un percentil P85). Completar las casillas para poder comparar los resultados. Justificar resultados y razonar la respuesta.

Actividad	Probabilidad	Imp Dur	Imp Cost
2 Ra	R1	M	
5 Rb	R2	B	B
9 Rc	R3	B	A
6 Rd	Rc2	M	B

PxI	Rank_Dur	Rank_Cost
0,1	2	
0,03	3	1
0,12	1	
0,06		1
0,05		2

Riesgos	P x I		QRP - P85	
	Rank_Dur	Rank_Cost	Rank_Dur	Rank_Cost
Ra	2	3	1	1
Rb	3	1	3	2
Rc	1	3	2	4
Rd	4	2	3	3

Probability	%	0,05	0,09	0,18	0,36	0,72
Very High (VH)	40 - 100	0,90	0,04	0,07	0,14	0,28
High (H)	25 - 40	0,70	0,03	0,05	0,10	0,20
Medium (M)	8 - 25	0,50	0,02	0,03	0,06	0,12
Low (L)	2 - 8	0,30	0,01	0,01	0,02	0,04
Very Low (VL)	0 - 2	0,10	0,05	0,1	0,2	0,4

Impact Duration (days)	0 - 0,5	0,5 - 1,5	1,5 - 3	3 - 6	> 6
	Very Low (VL)	Low (L)	Medium (M)	High (H)	Very High (VH)

Impact Cost (x1000 monetary units)	0 - 100	100 - 300	300 - 750	750 - 1300	> 1300
	Very Low (VL)	Low (L)	Medium (M)	High (H)	Very High (VH)

Riesgos	P x I		Diff Posición	QRP		Diff Posición
	Rank_Dur	Rank_Cost		Rank_Dur	Rank_Cost	
Ra	2	1	1	3	1	2
Rb	3	3	0	1	2	-1
Rc	1	2	-1	3	4	-1
Rd	4	3	1	2	3	-1

**Justificar resultados y razonar la respuesta.**  
 Observamos que la priorización de los riesgos es distinta siguiendo los dos procedimientos indicados. Existe una variación en el ranking de los riesgos, especialmente importante en el caso de priorizar los riesgos de costes. Se observa que un riesgo que inicialmente impacta en la duración de la actividad, sin identificar un impacto directo en coste (Ra), tiene la mayor importancia en los riesgos de coste. Esto es así porque Ra impacta sobre la actividad 2 que tiene un coste variable muy importante, además de que el impacto en duración sobre esa actividad también es importante. Por lo tanto, al impactar sobre esta actividad, el coste indirecto derivado del impacto es el más importante. Siguiendo con los riesgos de coste, el riesgo Rc, que con metodología P-I tiene un nivel 2 de prioridad, siguiendo la metodología QRP es muy bajo su impacto. En duración se observa que el riesgo Rb, que impacta sobre A5, no tiene importancia, no impacta en el proyecto, a pesar de que, según P-I tiene el valor 3 en el ranking, por encima de Rd. Está claro que Rd no impacta sobre la duración del proyecto, ya que es un riesgo que sólo impacta en el coste, pero Rb tampoco impacta, y esto es debido a que A5, actividad sobre la que impacta, no es crítica, y el impacto de este riesgo, no hace que aumente su importancia.

The Project Duration for this percentile is 28.4944  
 The Project Cost for this percentile is 1.0738e+04

Disaggregated\_Risk\_Table =

5x5 table

	Duration_without_R	Cost_without_R	Difference_Duration_without_R	Difference_Cost_without_R	Same_Risk
R1	26.406	10269	2.0882	469.08	1
R2	28.494	10721	0	16.437	2
R3	27.39	10715	1.1045	22.574	3
R4	28.494	10567	0	170.92	2
R5	28.494	10633	0	104.74	4

Quantitative\_Prioritisation\_of\_Risks =

4x4 table

	Duration_Diff	Ranking_Dur	Cost_Diff	Ranking_Cost
Ra	2.0882	1	469.08	1
Rb	0	3	187.36	2
Rc	1.1045	2	22.574	4
Rd	0	3	104.74	3

4.-

Se disponen de las gráficas del análisis de sensibilidad del proyecto **sin riesgos** (gráficos tornado).

Se incluyen también las gráficas correspondientes a los indicadores de sensibilidad de las actividades del proyecto (CI, Cri, SSI). El diagrama AON del pyto lo debes haber representado en la respuesta 1a)

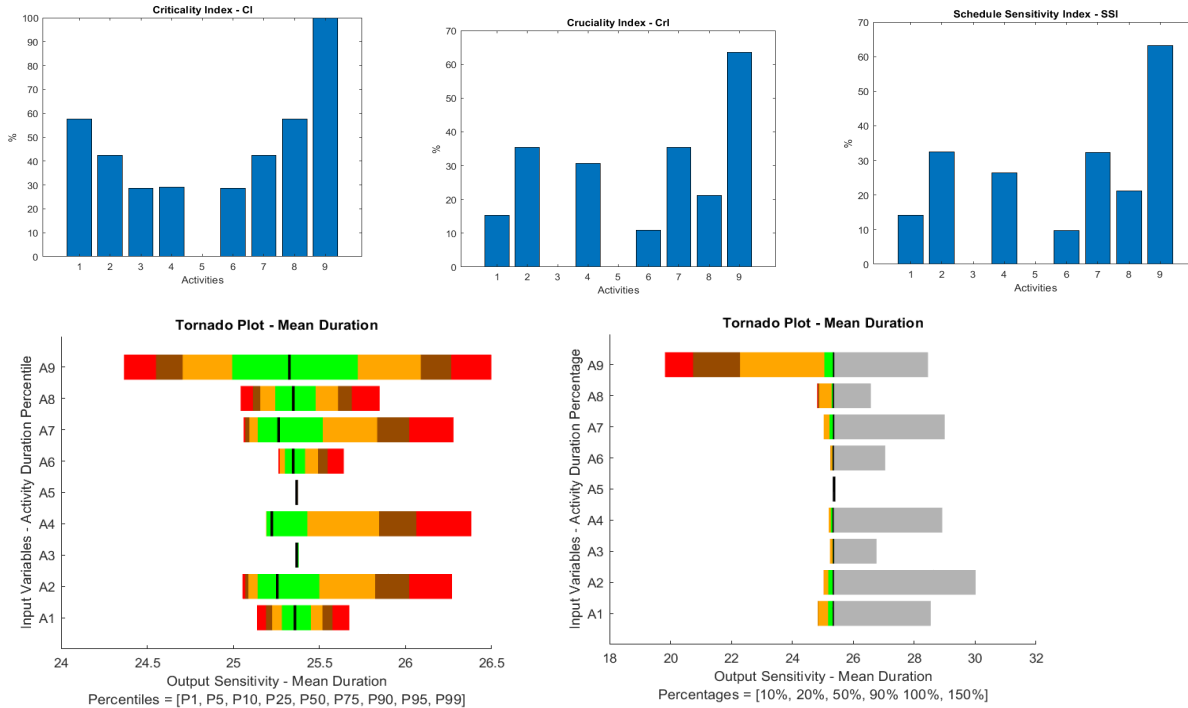
Se pide: **analizar las gráficas adjuntas, comentar y explicar los resultados obtenidos**, fijándose especialmente, en las actividades A3 y A5 (y el resto relevantes).

Se recuerda que el análisis de sensibilidad consiste en analizar, en este caso, el valor medio de la duración del proyecto, cuando se modifica la duración de una de las actividades y se mantiene el resto sin cambiar.

La modificación de la duración de cada actividad se realizará para cada actividad secuencialmente, primero A1, después A2, y así hasta la última.

Las variaciones de la duración de cada actividad se realiza de dos formas: variando su valor planificado tomando como duración el resultado del **percentil** correspondiente a la función de distribución de la duración total inicial, o bien, tomando como duración un determinado **porcentaje** de duración respecto del valor original.

En las gráficas, cada franja correspondiente a cada actividad, tiene distintos tramos de color. Cada división se corresponde con la asignación de un valor percentil (o porcentaje en la gráfica de porcentajes)



**Analizar las gráficas adjuntas, comentar y explicar los resultados obtenidos:**

En la gráfica de sensibilidad de percentiles A3 y A5 no varían. En cambio en la de porcentajes, la única que no varía es A5. Esto es así porque A5, aunque tiene incertidumbre, no es crítica, y sus variaciones, tanto tomando percentiles como porcentajes, no llegan a hacer importante a esta actividad, como para que impacte sobre el proyecto.

En cambio, A3 es determinista. Por eso, no tiene percentiles (es el mismo valor que el valor determinista). Por eso no varía en la gráfica de percentiles. En cambio, al tomar valores de porcentaje, sí se ve afectado el proyecto.

Observamos en la gráfica de porcentajes que todas las actividades, excepto A9, no afecta la disminución de su porcentaje. En cambio, sí afecta el aumento en porcentaje de las actividades. La única actividad que afecta notablemente en disminución del porcentaje es A9. Y esto es así, porque esta actividad está en el camino serie del resto de actividades. En cambio, para el resto de actividades, la variación para disminución de duración, es insignificante (al menos, comparado con A9).

En cuanto a percentiles, la actividad más importante es A9, tanto para aumentos como para disminución de su duración. Como hemos dicho, está en serie con el resto de actividades y cualquier variación en su duración, va a afectar al proyecto. Además, tiene una variabilidad que permite este rango de variación en la duración total del proyecto.

A continuación, se observa que son importantes A2, A4 y A7 en la duración en aumento de estas actividades. Se corresponde con la gráfica SSI del proyecto.

Para disminución de la duración, A2 y A7 son las más importantes, después de A9. Estas actividades (A2 y A7) pertenecen al mismo camino, en paralelo con el resto del proyecto.