

ANEXO II

FUNCIONAMIENTO DEL CRYSTAL BALL

Crystal Ball es un programa de análisis de riesgo y de pronóstico orientado a través de gráficos, fácil de usar y destinado a quitar la incertidumbre en la toma de decisiones. Se ejecuta a través del sistema operativo Windows y, simplemente, utiliza las hojas de cálculo del Microsoft Excel como entorno de trabajo.

A través de la simulación por el método de Monte Carlo, Crystal Ball pronostica todos los resultados posibles para una situación determinada. Asimismo muestra los niveles de confianza, de manera tal que se puede conocer la probabilidad de que cualquier evento específico tenga lugar.

El procedimiento básico para utilizar Crystal Ball es:

1. Diseñar un modelo.
2. Ejecutar una simulación sobre ese modelo.
3. Analizar los resultados.

Nosotros nos centraremos en la explicación de la ejecución y análisis de las simulaciones, ya que el diseño del modelo queda a cargo del usuario del programa.

Previamente se explican las tareas que se pueden realizar a través de la barra de herramientas:

Microsoft Excel - Simulaciones-Opciones Reales_v2.0

Archivo Edición Ver Insertar Formato Herramientas Datos Ventana Define Run Analyze ?

Georgia 8 N K S % 000 € 100%

H21

	A	B	C	D	E	F	G
1	Inversión inicial (miles de €)	10.000.000					
2	Plazo de la inversión (años)	5					
3							
4	Años	0	1	2	3	4	5
5	Ingresos		800.000	950.000	1.000.000	1.000.000	850.000
6	Gastos		460.000	490.000	500.000	500.000	470.000
7	fijos		300.000	300.000	300.000	300.000	300.000
8	variables		160.000	190.000	200.000	200.000	170.000
9							
10	Amortización		200.000	200.000	200.000	200.000	200.000
11	Impuesto de sociedades (%)	35					
12							
13							

Anexo II.1. Barra de herramientas de Crystal Ball

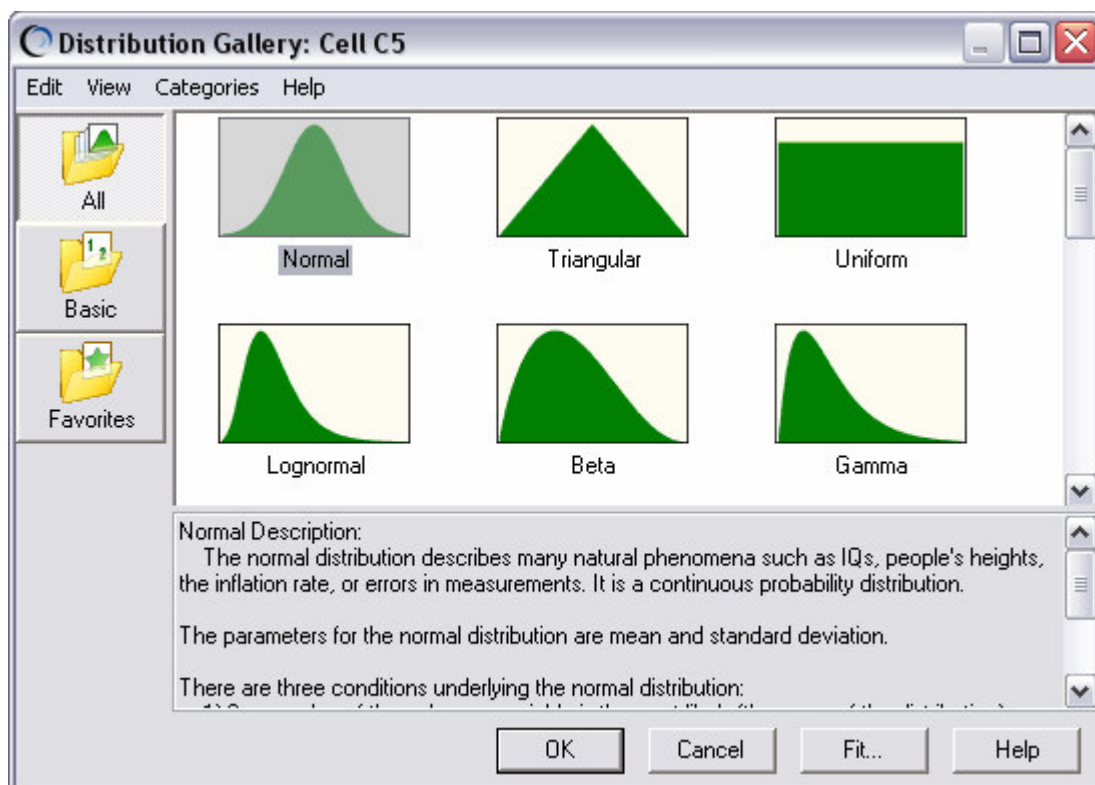
- : Define un supuesto y se le asigna una función de distribución.
- : Define una variable de decisión.
- : Define un pronóstico o variable resultado.
- : Seleccionan todos los supuestos, variables de decisión y pronósticos respectivamente.
- : Copia las definiciones hechas en algunas celdas a otras que se especifiquen.
- : Pegan las definiciones copiadas de algunas celdas a otras que se especifiquen.
- : Borra los datos del Crystall Ball seleccionados, ya sean suposiciones, variables de decisión o pronósticos.
- : Abre una ventana con las preferencias de ejecución. Aquí se puede configurar, por ejemplo, el número de iteraciones, la velocidad de la ejecución, etc.

-
- : Control de la simulación. Sirven para continuar, parar, resetear o avanzar paso a paso.
 - : Muestra los gráficos de los supuestos, de forma que se puedan elegir cuales abrir y cuales cerrar.
 - : Muestra los gráficos de los pronósticos, de forma que se puedan elegir cuales abrir y cuales cerrar.
 - : Abre el cuadro de gráficos superpuestos. Aquí se pueden superponer distintas gráficas, independientemente de si son supuestos o resultados (pronósticos).
 - : Muestra los gráficos de tendencia.
 - : Muestra los gráficos de sensibilidad, que nos indican en que porcentaje influyen los supuestos sobre los pronósticos.
 - : Se obtienen informes detallados de la simulación.
 - : Se extraen datos exactos de los valores que se han tomado en todas y cada una de las iteraciones y sus resultados.
 - : Ayuda on-line acerca de Crystall Ball.

Una vez explicado el funcionamiento de la barra de herramientas, pasaremos a comentar cómo se realizaría una simulación básica:

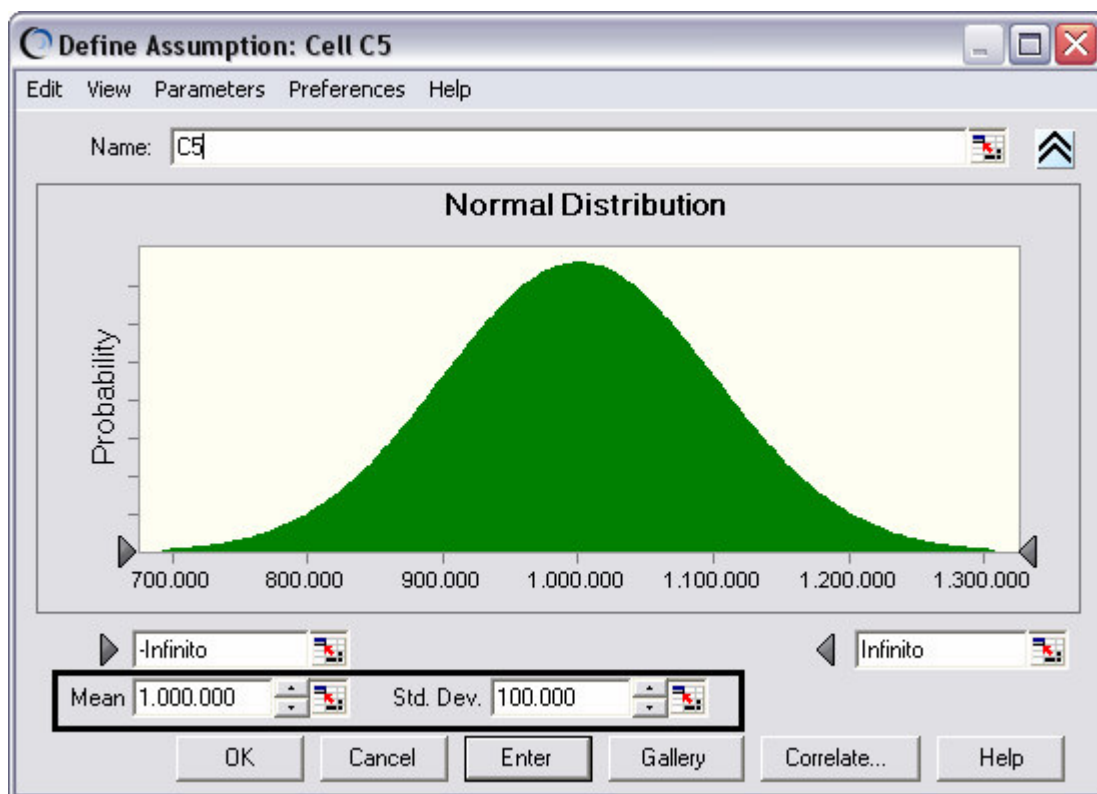
Paso 1: Definición de supuestos

Se selecciona la celda a la que se desea asignar un supuesto y se hace ‘click’ sobre . Así, sale la siguiente ventana, a través de la cual se elige la distribución más apropiada para dicho supuesto:



Anexo II.2. Asignación de distribución a los supuestos

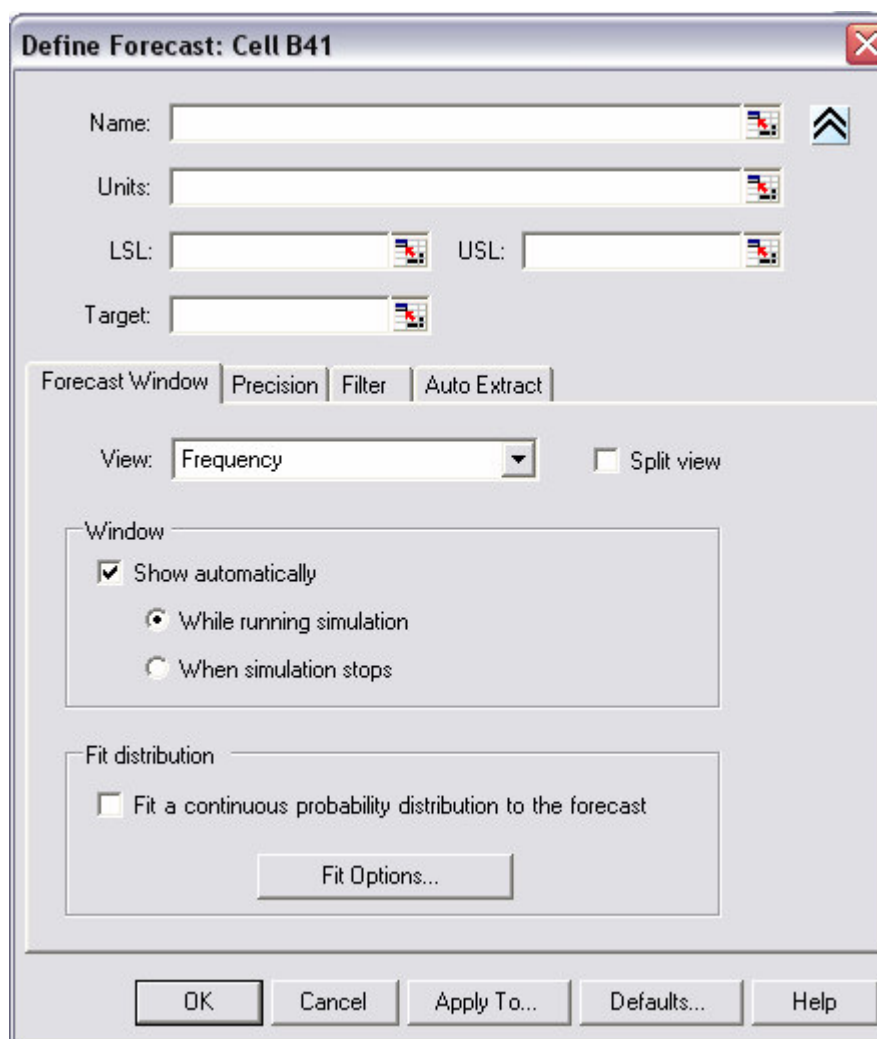
Se selecciona la distribución correcta, se pulsa OK y se pasa a elegir los parámetros característicos de la distribución. En este ejemplo se ha seleccionado la distribución normal, por lo que se pide la media y la desviación típica:



Anexo II.3. Elección de parámetros característicos

Paso 2: Definición de los pronósticos

Una vez elegido el supuesto o los supuestos necesarios para el ejemplo, se pasa a la elección de los pronósticos o resultados de salida (outputs) que se busquen. Para ello se selecciona la celda correspondiente y se hace 'click' sobre . Entonces sale una ventana en la que se le asigna al resultado el nombre, la unidad, los límites (si los tuviera), alguna característica de la gráfica que mostrará, etc.



Anexo II.4. Parámetros del pronóstico

Paso 3: Simulación y extracción de resultados

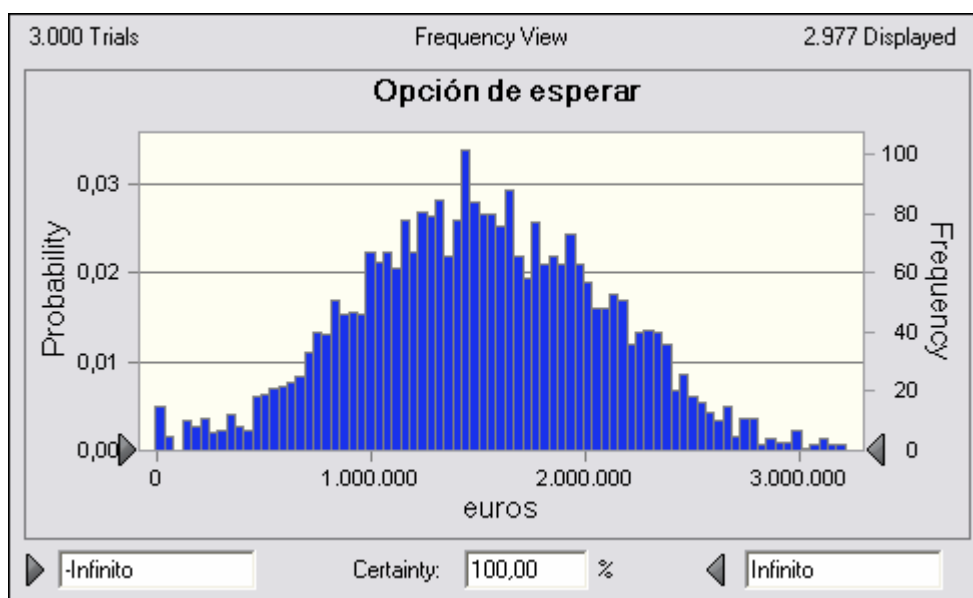
Ya tenemos todos los supuestos y pronósticos seleccionados, por lo que únicamente falta realizar la simulación. Pero antes se debe elegir los parámetros de dicha simulación, es decir, elegir el número de iteraciones o pruebas que se van a realizar, la velocidad de las mismas, el método de muestreo que se va a utilizar (Monte Carlo o Latin Hypercube), los datos estadísticos que se desea que calcule, etc. Simplemente se tiene que hacer ‘click’ sobre  y aparece una ventana donde se puede seleccionar todo lo mencionado anteriormente.

Y falta hacer ‘click’ sobre  para que comience la simulación. Una vez finalizada, se eligen las gráficas que se desean mostrar, ya sean de los supuestos

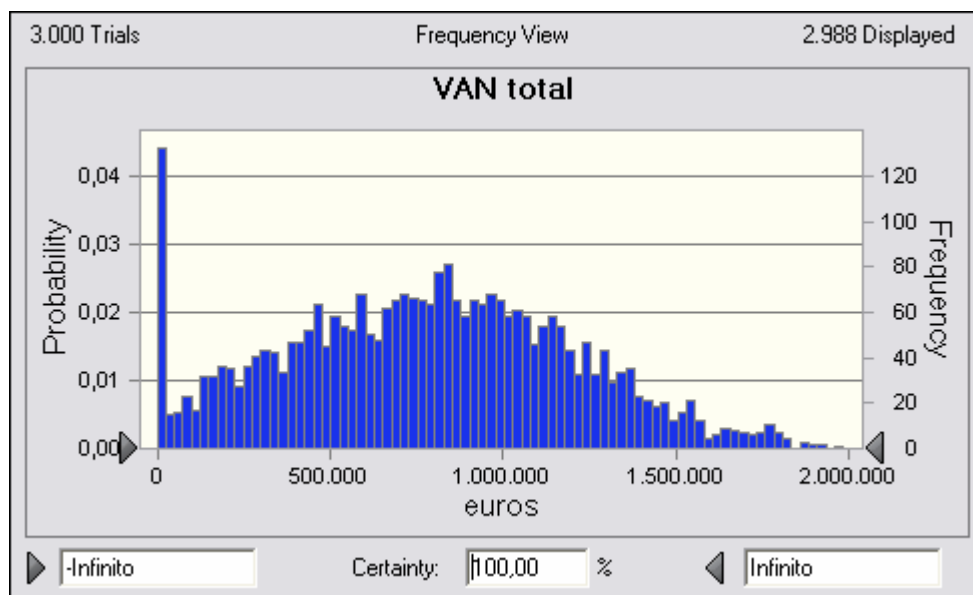
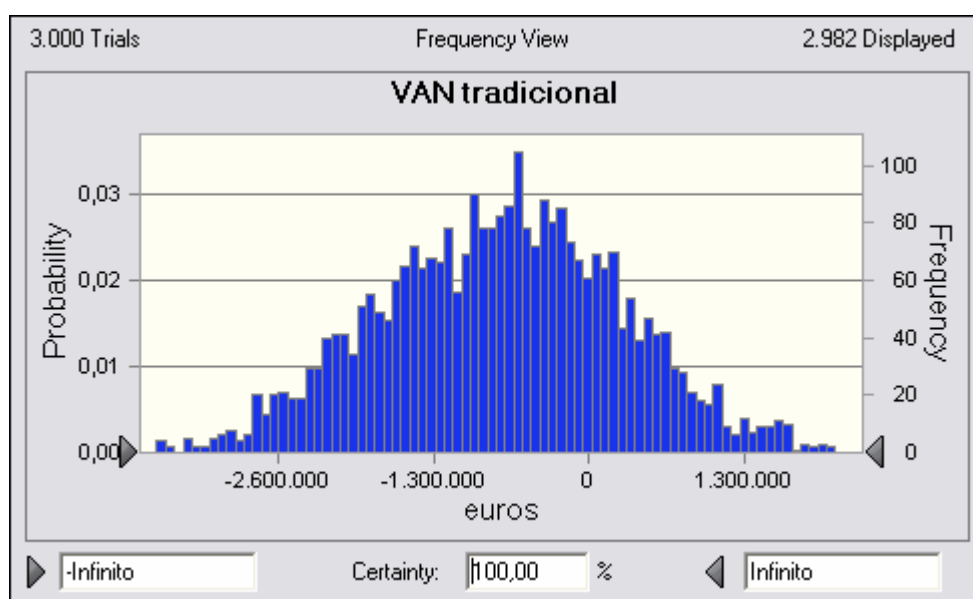
() de los pronósticos () variables superpuestas () cuadros de tendencia () o cuadros de sensibilidad (). También se puede crear un informe donde se muestran las características principales () así como extraer los datos intermedios de cada una de las iteraciones ()

Análisis de los datos extraídos para la opción de esperar

Si recordamos las tres figuras que se obtienen del apartado 5.2.2.1., las gráficas resultantes de opción de esperar, VAN_{total} y $VAN_{tradicional}$ son:



Anexo II.5. Gráfica de la opción de esperar

Anexo II.6. Gráfica del VAN_{total}Anexo II.7. Gráfica del VAN_{tradicional}

Cada uno de los rangos de valores que representan los cuadros, así como la frecuencia con la que salen en cada uno de los casos viene representada en la siguiente tabla:

Chart Bins	Opción de esperar			VAN total			VAN tradicional		
	Minimum	Maximum	Freq	Minimum	Maximum	Freq	Minimum	Maximum	Freq
1	0	32.053	15	0	19.828	128	-3.610.902	-3.553.533	2
2	32.053	64.107	3	19.828	39.655	15	-3.553.533	-3.496.164	4
3	64.107	96.160	2	39.655	59.483	10	-3.496.164	-3.438.795	0
4	96.160	128.214	1	59.483	79.311	16	-3.438.795	-3.381.426	2
5	128.214	160.267	7	79.311	99.139	17	-3.381.426	-3.324.057	3

6	160.267	192.320	5	99.139	118.966	13	-3.324.057	-3.266.689	2
7	192.320	224.374	13	118.966	138.794	27	-3.266.689	-3.209.320	2
8	224.374	256.427	6	138.794	158.622	24	-3.209.320	-3.151.951	2
9	256.427	288.481	5	158.622	178.450	24	-3.151.951	-3.094.582	3
10	288.481	320.534	5	178.450	198.277	29	-3.094.582	-3.037.213	6
11	320.534	352.588	9	198.277	218.105	24	-3.037.213	-2.979.844	2
12	352.588	384.641	8	218.105	237.933	27	-2.979.844	-2.922.476	8
13	384.641	416.694	6	237.933	257.760	18	-2.922.476	-2.865.107	6
14	416.694	448.748	4	257.760	277.588	33	-2.865.107	-2.807.738	2
15	448.748	480.801	13	277.588	297.416	33	-2.807.738	-2.750.369	15
16	480.801	512.855	20	297.416	317.244	36	-2.750.369	-2.693.000	10
17	512.855	544.908	14	317.244	337.071	32	-2.693.000	-2.635.632	18
18	544.908	576.961	14	337.071	356.899	29	-2.635.632	-2.578.263	16
19	576.961	609.015	20	356.899	376.727	27	-2.578.263	-2.520.894	15
20	609.015	641.068	13	376.727	396.555	39	-2.520.894	-2.463.525	17
21	641.068	673.122	21	396.555	416.382	37	-2.463.525	-2.406.156	13
22	673.122	705.175	24	416.382	436.210	38	-2.406.156	-2.348.787	22
23	705.175	737.228	33	436.210	456.038	46	-2.348.787	-2.291.419	18
24	737.228	769.282	26	456.038	475.865	49	-2.291.419	-2.234.050	25
25	769.282	801.335	35	475.865	495.693	36	-2.234.050	-2.176.681	31
26	801.335	833.389	38	495.693	515.521	43	-2.176.681	-2.119.312	31
27	833.389	865.442	32	515.521	535.349	42	-2.119.312	-2.061.943	32
28	865.442	897.496	42	535.349	555.176	42	-2.061.943	-2.004.574	34
29	897.496	929.549	37	555.176	575.004	42	-2.004.574	-1.947.206	26
30	929.549	961.602	29	575.004	594.832	53	-1.947.206	-1.889.837	36
31	961.602	993.656	50	594.832	614.660	42	-1.889.837	-1.832.468	46
32	993.656	1.025.709	56	614.660	634.487	35	-1.832.468	-1.775.099	41
33	1.025.709	1.057.763	50	634.487	654.315	44	-1.775.099	-1.717.730	38
34	1.057.763	1.089.816	54	654.315	674.143	48	-1.717.730	-1.660.362	35
35	1.089.816	1.121.869	46	674.143	693.970	57	-1.660.362	-1.602.993	46
36	1.121.869	1.153.923	54	693.970	713.798	45	-1.602.993	-1.545.624	47
37	1.153.923	1.185.976	58	713.798	733.626	55	-1.545.624	-1.488.255	57
38	1.185.976	1.218.030	58	733.626	753.454	53	-1.488.255	-1.430.886	56
39	1.218.030	1.250.083	61	753.454	773.281	46	-1.430.886	-1.373.517	48
40	1.250.083	1.282.136	67	773.281	793.109	56	-1.373.517	-1.316.149	54
41	1.282.136	1.314.190	61	793.109	812.937	60	-1.316.149	-1.258.780	54
42	1.314.190	1.346.243	61	812.937	832.765	59	-1.258.780	-1.201.411	52
43	1.346.243	1.378.297	59	832.765	852.592	65	-1.201.411	-1.144.042	65
44	1.378.297	1.410.350	60	852.592	872.420	50	-1.144.042	-1.086.673	50
45	1.410.350	1.442.404	76	872.420	892.248	52	-1.086.673	-1.029.304	47
46	1.442.404	1.474.457	75	892.248	912.075	38	-1.029.304	-971.936	60
47	1.474.457	1.506.510	62	912.075	931.903	55	-971.936	-914.567	66
48	1.506.510	1.538.564	68	931.903	951.731	55	-914.567	-857.198	62
49	1.538.564	1.570.617	62	951.731	971.559	51	-857.198	-799.829	68
50	1.570.617	1.602.671	69	971.559	991.386	59	-799.829	-742.460	59
51	1.602.671	1.634.724	56	991.386	1.011.214	53	-742.460	-685.092	66
52	1.634.724	1.666.777	68	1.011.214	1.031.042	34	-685.092	-627.723	75
53	1.666.777	1.698.831	50	1.031.042	1.050.870	53	-627.723	-570.354	84
54	1.698.831	1.730.884	46	1.050.870	1.070.697	44	-570.354	-512.985	61
55	1.730.884	1.762.938	50	1.070.697	1.090.525	41	-512.985	-455.616	60

56	1.762.938	1.794.991	62	1.090.525	1.110.353	38	-455.616	-398.247	62
57	1.794.991	1.827.044	52	1.110.353	1.130.180	42	-398.247	-340.879	65
58	1.827.044	1.859.098	49	1.130.180	1.150.008	47	-340.879	-283.510	61
59	1.859.098	1.891.151	53	1.150.008	1.169.836	45	-283.510	-226.141	72
60	1.891.151	1.923.205	51	1.169.836	1.189.664	41	-226.141	-168.772	60
61	1.923.205	1.955.258	56	1.189.664	1.209.491	28	-168.772	-111.403	56
62	1.955.258	1.987.311	50	1.209.491	1.229.319	26	-111.403	-54.034	55
63	1.987.311	2.019.365	42	1.229.319	1.249.147	37	-54.034	3.334	47
64	2.019.365	2.051.418	47	1.249.147	1.268.975	30	3.334	60.703	54
65	2.051.418	2.083.472	33	1.268.975	1.288.802	25	60.703	118.072	52
66	2.083.472	2.115.525	40	1.288.802	1.308.630	35	118.072	175.441	56
67	2.115.525	2.147.579	39	1.308.630	1.328.458	25	175.441	232.810	53
68	2.147.579	2.179.632	44	1.328.458	1.348.285	24	232.810	290.179	30
69	2.179.632	2.211.685	37	1.348.285	1.368.113	30	290.179	347.547	40
70	2.211.685	2.243.739	24	1.368.113	1.387.941	24	347.547	404.916	42
71	2.243.739	2.275.792	32	1.387.941	1.407.769	16	404.916	462.285	33
72	2.275.792	2.307.846	35	1.407.769	1.427.596	14	462.285	519.654	34
73	2.307.846	2.339.899	27	1.427.596	1.447.424	21	519.654	577.023	36
74	2.339.899	2.371.952	31	1.447.424	1.467.252	13	577.023	634.391	32
75	2.371.952	2.404.006	24	1.467.252	1.487.080	13	634.391	691.760	31
76	2.404.006	2.436.059	18	1.487.080	1.506.907	11	691.760	749.129	21
77	2.436.059	2.468.113	21	1.506.907	1.526.735	13	749.129	806.498	21
78	2.468.113	2.500.166	13	1.526.735	1.546.563	13	806.498	863.867	18
79	2.500.166	2.532.219	16	1.546.563	1.566.390	13	863.867	921.236	14
80	2.532.219	2.564.273	11	1.566.390	1.586.218	9	921.236	978.604	17
81	2.564.273	2.596.326	11	1.586.218	1.606.046	3	978.604	1.035.973	12
82	2.596.326	2.628.380	9	1.606.046	1.625.874	6	1.035.973	1.093.342	18
83	2.628.380	2.660.433	8	1.625.874	1.645.701	6	1.093.342	1.150.711	13
84	2.660.433	2.692.487	11	1.645.701	1.665.529	8	1.150.711	1.208.080	5
85	2.692.487	2.724.540	2	1.665.529	1.685.357	3	1.208.080	1.265.449	6
86	2.724.540	2.756.593	10	1.685.357	1.705.185	7	1.265.449	1.322.817	7
87	2.756.593	2.788.647	10	1.705.185	1.725.012	4	1.322.817	1.380.186	7
88	2.788.647	2.820.700	3	1.725.012	1.744.840	4	1.380.186	1.437.555	7
89	2.820.700	2.852.754	2	1.744.840	1.764.668	10	1.437.555	1.494.924	8
90	2.852.754	2.884.807	4	1.764.668	1.784.495	6	1.494.924	1.552.293	6
91	2.884.807	2.916.860	2	1.784.495	1.804.323	6	1.552.293	1.609.661	10
92	2.916.860	2.948.914	1	1.804.323	1.824.151	5	1.609.661	1.667.030	9
93	2.948.914	2.980.967	8	1.824.151	1.843.979	0	1.667.030	1.724.399	2
94	2.980.967	3.013.021	1	1.843.979	1.863.806	1	1.724.399	1.781.768	0
95	3.013.021	3.045.074	1	1.863.806	1.883.634	2	1.781.768	1.839.137	3
96	3.045.074	3.077.127	2	1.883.634	1.903.462	2	1.839.137	1.896.506	2
97	3.077.127	3.109.181	4	1.903.462	1.923.290	2	1.896.506	1.953.874	2
98	3.109.181	3.141.234	2	1.923.290	1.943.117	0	1.953.874	2.011.243	1
99	3.141.234	3.173.288	1	1.943.117	1.962.945	0	2.011.243	2.068.612	2
100	3.173.288	3.205.341	1	1.962.945	1.982.773	1	2.068.612	2.125.981	0

Anexo II.8. Análisis de los cien cuadros presentes en las gráficas

Si, además, se desean conocer los valores exactos de cada una de las 3.000 iteraciones, tanto de las suposiciones como de los pronósticos, se puede hacer también. Para este caso, los resultados, a modo de ejemplo, son:

Trial	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Opción de esperar	VAN total	VAN tradicional
1	964.864	990.650	1.438.568	1.318.023	897.660	1.503.602	786.696	-716.906
2	953.319	1.218.065	1.264.803	991.868	918.429	1.428.837	842.840	-585.997
3	882.516	1.041.898	1.259.705	1.087.378	1.090.761	333.043	1.665.714	1.332.670
4	1.119.031	1.167.335	1.259.869	1.160.552	1.072.253	339.175	1.661.109	1.321.935
5	871.255	940.797	1.452.618	1.168.510	855.781	1.851.697	525.299	-1.326.398
6	1.108.559	993.324	1.106.284	1.039.420	917.446	1.479.390	804.878	-674.511
7	1.086.208	817.203	1.288.787	1.239.372	927.193	1.375.435	882.942	-492.493
8	945.528	905.375	1.458.078	999.590	790.614	2.309.870	181.239	-2.128.630
9	1.162.717	1.175.697	1.432.381	1.031.914	879.073	1.590.997	721.068	-869.930
10	1.008.946	1.225.645	1.499.652	1.225.881	1.033.366	537.239	1.512.375	975.136
11	942.759	992.886	1.551.007	1.129.847	1.065.801	412.084	1.606.359	1.194.274
12	922.236	1.279.336	1.253.268	1.033.258	1.041.470	599.940	1.465.291	865.351
13	1.042.416	1.140.684	1.267.756	948.460	1.002.964	874.042	1.259.457	385.416
14	890.658	1.192.824	1.332.044	1.193.473	845.740	1.870.414	511.243	-1.359.170
15	886.096	1.050.913	1.063.000	1.204.320	959.927	1.217.371	1.001.638	-215.732
16	1.116.014	1.032.664	1.392.171	984.771	880.927	1.650.512	676.376	-974.136
17	875.554	1.185.612	1.155.399	1.214.448	1.042.728	611.296	1.456.763	845.468
18	1.266.426	1.027.632	1.285.121	1.267.125	874.276	1.614.310	703.562	-910.748
19	799.342	1.330.147	1.120.898	892.546	942.321	1.343.167	907.173	-435.994
20	905.788	1.130.295	1.081.408	1.238.028	1.063.788	490.839	1.547.219	1.056.380
....								
2981	1.018.097	1.102.239	1.443.705	1.148.341	1.009.701	755.922	1.348.158	592.236
2982	932.973	1.279.850	1.308.928	959.776	845.287	1.899.052	489.738	-1.409.314
2983	1.103.265	1.038.089	1.277.362	1.320.190	889.003	1.549.212	752.446	-796.767
2984	956.638	1.043.701	1.213.293	1.408.325	821.629	2.030.114	391.318	-1.638.796
2985	1.086.326	1.051.452	1.271.758	995.363	806.406	2.174.675	282.762	-1.891.912
2986	1.022.466	992.001	1.143.349	1.012.107	888.215	1.694.542	643.312	-1.051.230
2987	923.310	1.218.532	1.188.461	1.197.285	1.016.207	760.645	1.344.611	583.966
2988	766.641	975.567	1.302.173	916.999	901.742	1.663.708	666.467	-997.241
2989	680.587	1.061.252	1.263.216	1.154.154	906.608	1.587.169	723.943	-863.226
2990	998.390	1.126.799	1.201.075	1.236.771	899.887	1.521.575	773.200	-748.374
2991	925.106	1.028.858	1.517.811	1.097.181	894.280	1.559.020	745.081	-813.939
2992	854.309	1.030.154	1.272.967	1.230.282	904.554	1.540.132	759.265	-780.867
2993	1.123.105	1.161.448	1.177.739	1.026.851	795.979	2.220.401	248.425	-1.971.976
2994	920.409	1.161.006	1.321.053	1.139.538	1.076.574	357.532	1.647.324	1.289.791
2995	946.054	1.213.690	1.288.127	1.099.606	834.630	1.955.840	447.094	-1.508.747
2996	1.049.785	1.147.795	1.625.828	1.318.835	752.164	2.355.019	147.335	-2.207.683
2997	758.168	1.204.775	1.374.663	1.150.213	888.730	1.619.247	699.855	-919.392
2998	1.020.177	1.072.882	1.413.467	1.196.647	919.845	1.354.199	898.889	-455.310
2999	858.829	1.204.676	1.503.805	1.200.181	742.228	2.517.300	25.472	-2.491.827
3000	1.023.532	1.006.588	1.339.510	1.184.507	809.536	2.122.266	322.118	-1.800.149

Anexo II.9. Resultados de los valores exactos de la simulación de la opción de esperar