

ESTUDIO DE VIABILIDAD TÉCNICO-ECONÓMICA DE UN PARQUE EÓLICO SITUADO EN EL
T.M. EL PERELLÓ (TARRAGONA)

ANEJO I

RESULTADOS DEL ESTUDIO TÉCNICO

IGNACIO GUILLÉN GONZALVO

01/05/2015

ÍNDICE

1.- ANÁLISIS DEL RÉGIMEN DE VIENTOS	2
1.1.- CORRECCIÓN DE LAS VELOCIDADES CON LA ALTURA Y DEL PARÁMETRO C DE WEIBULL CON LA VELOCIDAD.....	2
1.2.- FUNCIÓN DE DENSIDAD JUNTO CON HORAS EQUIVALENTES CON CADA VELOCIDAD....	3
2.- CURVA DE POTENCIA CORREGIDA Y PRODUCCIÓN	5
2.1.- CORRECCIÓN DE LA DENSIDAD DEL AIRE CON LA ALTURA Y TEMPERATURA Y CURVA DE POTENCIA CORREGIDA.....	5
2.2.- CURVA DE PRODUCCIÓN, FACTOR DE UTILIZACIÓN Y HORAS EQUIVALENTES	8
3.- ANÁLISIS DE RESULTADOS Y ALTERNATIVAS ESCOGIDAS.	9

En el presente anejo se van a exponer los resultados correspondientes al análisis del régimen de vientos, así como todo lo referente al estudio técnico de todos y cada uno de los cinco aparatos contemplados de la marca ENERCON.

Dichos aparatos son:

- E-48 con una potencia nominal de 800 KW.
- E-70 con una potencia nominal de 2.300 KW.
- E-82 con una potencia nominal de 3.000 KW.
- E-101 con una potencia nominal de 3.000 KW.
- E-126 con una potencia nominal de 7.500 KW.

1.- ANÁLISIS DEL RÉGIMEN DE VIENTOS

1.1.- CORRECCIÓN DE LAS VELOCIDADES CON LA ALTURA Y DEL PARÁMETRO C DE WEIBULL CON LA VELOCIDAD.

Para llegar a obtener la función de densidad se comienza con los siguientes datos de partida:

	E-48	E-70	E-82	E-101	E-126
Elevacion(m)	409	409	409	409	409
Hbuje(m)	76	113	138	135	135
Hfinal(m)	485	522	547	544	544
K	1,869	1,841	1,841	1,841	1,841
T(° C)	15	15	15	15	15

Donde la altura de buje ha sido seleccionada como la máxima que nos permite cada aparato y k se selecciona en función de la altura de partida. Para 80 metros k vale 1.869 y para 100 metros 1.841.

Además, se obtendrán los datos de velocidad media que se corregirá en función de la altura de buje y el parámetro de forma C de Weibull, el cual se obtendrá en función del parámetro k y la velocidad corregida tal y como se menciona en la memoria.

Cabe destacar que ambos valores de partida son distintos según la altura media que se coja de partida (80 o 100 metros). Es lógico que se deban coger aquellos datos iniciales que estén a una altura lo más próxima posible a la que le queramos dar.

Por ello, se han utilizado los datos iniciales de velocidad y C de Weibull a 80 metros para calcular los corregidos a 76 metros en el caso del E-48 y los de 100 metros para el resto de casos. Los resultados son los siguientes:

	E-48	E-70	E-82	E-101	E-126
v(m/s)	9,49	9,66	9,66	9,66	9,66
C Weibull	10,69	10,83	10,83	10,83	10,83
v corr.(m/s)	9,42	9,85	10,11	10,08	10,08
C Weibull corr.	10,6	11,09	11,38	11,34	11,34

1.2.- FUNCIÓN DE DENSIDAD JUNTO CON HORAS EQUIVALENTES CON CADA VELOCIDAD.

Una vez obtenidos todos los datos necesarios, en las siguientes tablas se exponen los resultados de función de densidad, la cual nos dará una probabilidad de que sople el viento a una velocidad dada y su traducción a horas anuales:

E-48 0,8Mw			E-70 2,3Mw			E-82 3Mw		
velocidad (m/s)	Densidad f(%)	horas año	velocidad (m/s)	Densidad f(%)	horas año	velocidad (m/s)	Densidad f(%)	horas año
0	0,00	29	0	0,00	29	0	0,00	28
1	0,02	194	1	0,02	188	1	0,02	180
2	0,04	345	2	0,04	329	2	0,04	314
3	0,05	468	3	0,05	441	3	0,05	423
4	0,06	562	4	0,06	528	4	0,06	507
5	0,07	627	5	0,07	590	5	0,06	569
6	0,08	665	6	0,07	627	6	0,07	607
7	0,08	678	7	0,07	642	7	0,07	625
8	0,08	669	8	0,07	638	8	0,07	624
9	0,07	641	9	0,07	617	9	0,07	607
10	0,07	598	10	0,07	583	10	0,07	578
11	0,06	546	11	0,06	539	11	0,06	538
12	0,06	488	12	0,06	489	12	0,06	492
13	0,05	427	13	0,05	435	13	0,05	442
14	0,04	366	14	0,04	381	14	0,04	390
15	0,04	309	15	0,04	328	15	0,04	339
16	0,03	256	16	0,03	278	16	0,03	290
17	0,02	208	17	0,03	232	17	0,03	245
18	0,02	167	18	0,02	191	18	0,02	204
19	0,01	131	19	0,02	155	19	0,02	167
20	0,01	102	20	0,01	124	20	0,02	135
21	0,01	78	21	0,01	98	21	0,01	108
22	0,01	58	22	0,01	76	22	0,01	85
23	0,00	43	23	0,01	59	23	0,01	67
24	0,00	32	24	0,01	44	24	0,01	51
25	0,00	23	25	0,00	33	25	0,00	39
26	0,00	16	26	0,00	25	26	0,00	29
27	0,00	11	27	0,00	18	27	0,00	22
28	0,00	8	28	0,00	13	28	0,00	16
29	0,00	5	29	0,00	9	29	0,00	12
30	0,00	4	30	0,00	7	30	0,00	8
31	0,00	2	31	0,00	5	31	0,00	6
32	0,00	2	32	0,00	3	32	0,00	4
33	0,00	1	33	0,00	2	33	0,00	3

Función de densidad y horas al año para los aerogeneradores E-48, E-70 y E-82.

E-101 3Mw			E-126 7,5Mw		
velocidad (m/s)	Densidad f(%)	horas año	velocidad (m/s)	Densidad f(%)	horas año
0	0,00	28	0	0,00	28
1	0,02	181	1	0,02	181
2	0,04	316	2	0,04	316
3	0,05	425	3	0,05	425
4	0,06	510	4	0,06	510
5	0,07	571	5	0,07	571
6	0,07	610	6	0,07	610
7	0,07	627	7	0,07	627
8	0,07	626	8	0,07	626
9	0,07	608	9	0,07	608
10	0,07	578	10	0,07	578
11	0,06	538	11	0,06	538
12	0,06	492	12	0,06	492
13	0,05	441	13	0,05	441
14	0,04	389	14	0,04	389
15	0,04	338	15	0,04	338
16	0,03	289	16	0,03	289
17	0,03	243	17	0,03	243
18	0,02	202	18	0,02	202
19	0,02	166	19	0,02	166
20	0,02	134	20	0,02	134
21	0,01	107	21	0,01	107
22	0,01	84	22	0,01	84
23	0,01	66	23	0,01	66
24	0,01	50	24	0,01	50
25	0,00	38	25	0,00	38
26	0,00	29	26	0,00	29
27	0,00	21	27	0,00	21
28	0,00	16	28	0,00	16
29	0,00	11	29	0,00	11
30	0,00	8	30	0,00	8
31	0,00	6	31	0,00	6
32	0,00	4	32	0,00	4
33	0,00	3	33	0,00	3

Función de densidad y horas al año para los aerogeneradores E-101 y E-126.

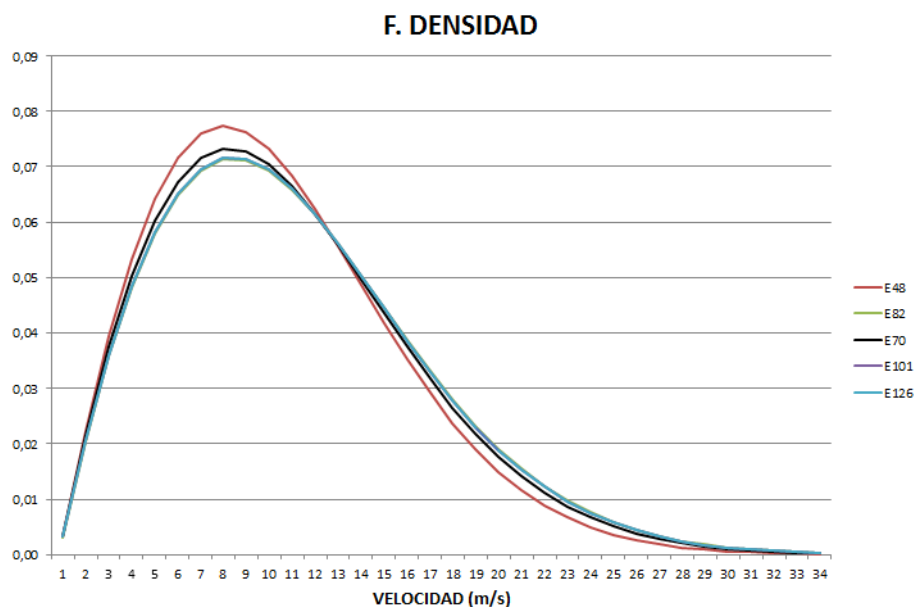


Gráfico de la función de densidad que sigue cada aparato.

Ya que la función de densidad depende de la velocidad escogida para cada intervalo, el cual es fijo para todos, y de los parámetros k y C de Weibull, de los cuales k es fijo para cada altura y C se corrige a la altura deseada, es evidente que las funciones que siguen los aparatos E-82, E-101 y E-126 sean prácticamente iguales y las del E-48 y E-70

distintas entre ellas y al resto al ser corregidas a distintas alturas.

2.- CURVA DE POTENCIA CORREGIDA Y PRODUCCIÓN

En el siguiente paso, para hallar la curva de potencia corregida y la producción de cada aerogenerador son necesarias, además de los obtenidos en el apartado anterior, los siguientes datos:

- Curvas de potencia facilitadas por ENERCON para cada aerogenerador.
- Densidad del aire corregida a una determinada altura y Temperatura.

Las densidades son corregidas de la forma que se explica en la memoria del trabajo y obtenemos los siguientes resultados:

2.1.- CORRECCIÓN DE LA DENSIDAD DEL AIRE CON LA ALTURA Y TEMPERATURA Y CURVA DE POTENCIA CORREGIDA

	E-48	E-70	E-82	E-101	E-126
den ref(kg/m3)	1,225	1,225	1,225	1,225	1,225
densidad(kg/m3)	1,154	1,146	1,146	1,146	1,146

velocidad (m/s)	E-48 0,8 Mw		E-70 2,3 Mw		E-82 3 Mw	
	Curva potencia(Kw)	Curva potencia corr.(Kw)	Curva potencia(Kw)	Curva potencia corr.(Kw)	Curva potencia(Kw)	Curva potencia corr.(Kw)
0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	0	0	0
2	2	1,9	2	1,9	3	2,8
3	14	13,2	18	16,8	25	23,4
4	38	35,8	56	52,4	62	56,7
5	77	72,5	127	118,8	174	162,8
6	141	132,8	240	224,5	321	300,3
7	228	214,8	400	374,2	532	497,7
8	336	316,5	626	585,6	815	762,4
9	480	452,2	892	834,5	1180	1103,3
10	645	607,6	1223	1144,1	1580	1478,1
11	744	700,9	1530	1487,5	1900	1777,5
12	780	734,8	1900	1777,5	2200	2058,1
13	810	763,1	2080	1945,3	2480	2320,1
14	810	763,1	2230	2086,2	2700	2525,3
15	810	763,1	2310	2161,0	2850	2666,2
16	810	763,1	2310	2161,0	2950	2753,8
17	810	763,1	2310	2161,0	3020	2825,2
18	810	763,1	2310	2161,0	3020	2825,2
19	810	763,1	2310	2161,0	3020	2825,2
20	810	763,1	2310	2161,0	3020	2825,2
21	810	763,1	2310	2161,0	3020	2825,2
22	810	763,1	2310	2161,0	3020	2825,2
23	810	763,1	2310	2161,0	3020	2825,2
24	810	763,1	2310	2161,0	3020	2825,2
25	810	763,1	2310	2161,0	3020	2825,2
26	0	0	0	0	3020	2825,2
27	0	0	0	0	3020	2825,2
28	0	0	0	0	3020	2825,2
29	0	0	0	0	0	0
30	0	0	0	0	0	0
31	0	0	0	0	0	0
32	0	0	0	0	0	0
33	0	0	0	0	0	0

Potencias corregidas para los aerogeneradores E-48, E-70 y E-82.

	E-101 3Mw		E-126 7,5Mw	
velocidad (m/s)	Curva potencia(Kw)	Curva portencia corr.(Kw)	Curva potencia(Kw)	Curva portencia corr.(Kw)
0	0	0	0	0
1	0	0	0	0
2	3	2,8	0	0
3	37	34,6	55	51,5
4	118	110,4	175	163,7
5	258	241,4	410	383,6
6	473	448,1	760	711,0
7	790	739,1	1250	1169,4
8	1200	1122,6	1900	1777,5
9	1710	1599,7	2700	2525,3
10	2340	2189,1	3750	3506,2
11	2867	2682,1	4850	4537,2
12	3034	2836,3	5750	5379,2
13	3050	2853,3	6500	6080,8
14	3050	2853,3	7000	6548,6
15	3050	2853,3	7350	6876,0
16	3050	2853,3	7500	7016,3
17	3050	2853,3	7580	7091,2
18	3050	2853,3	7580	7091,2
19	3050	2853,3	7580	7091,2
20	3050	2853,3	7580	7091,2
21	3050	2853,3	7580	7091,2
22	3050	2853,3	7580	7091,2
23	3050	2853,3	7580	7091,2
24	3050	2853,3	7580	7091,2
25	3050	2853,3	7580	7091,2
26	3050	2853,3	7580	7091,2
27	3050	2853,3	7580	7091,2
28	3050	2853,3	7580	7091,2
29	0	0,0	0	0
30	0	0	0	0
31	0	0	0	0
32	0	0	0	0
33	0	0	0	0

Potencias corregidas para los aerogeneradores E-101 y E-126.

CURVAS DE POTENCIA CORREGIDAS

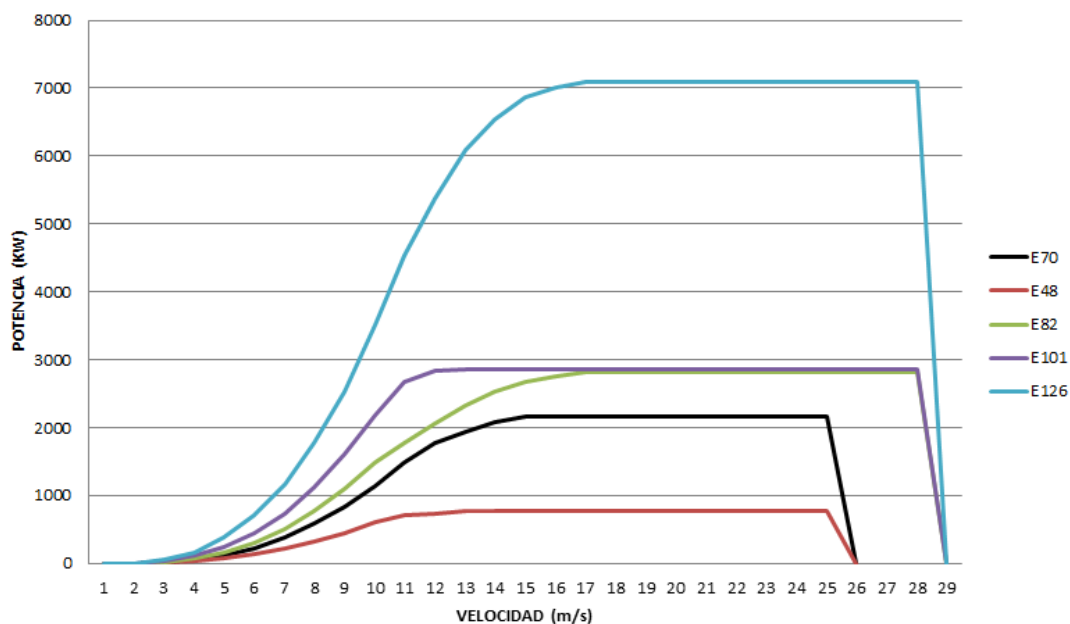


Gráfico correspondiente a las curvas de potencia corregidas por densidad.

Acto seguido, obtenemos el gráfico de producción mediante la potencia corregida y las horas equivalentes halladas mediante la función de densidad a una velocidad determinada:

velocidad (m/s)	PRODUCCIONES(KW*h)				
	E-48 0,8 M'w	E-70 2,3M'w	E-82 3M'w	E-101 3M'w	E-126 7,5M'w
0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	0	0
2	650,6	614,9	881,8	886,5	0,0
3	6166,6	7430,4	9887,3	14708,2	21863,6
4	20102,9	27662,1	38918,9	56273,5	83456,4
5	45497,0	70046,9	92540,1	137814,5	219007,5
6	88385,4	140781,1	182332,4	273133,6	433364,4
7	145669,7	240333,5	311027,4	463392,6	733216,1
8	211661,5	373537,8	475803,1	702438,8	1112194,8
9	289709,8	514780,0	670330,8	973313,4	1536810,6
10	363587,2	666797,6	853641,0	1265741,4	2028431,7
11	382684,3	801772,5	956342,2	1443544,4	2441991,8
12	358272,0	868947,9	1012219,5	1395124,0	2644022,0
13	325580,7	847131,2	1024718,8	1258263,7	2681545,5
14	279494,8	794962,6	985302,5	1110118,9	2547813,9
15	235568,4	709051,2	904095,6	963940,1	2322937,5
16	195070,8	600993,2	801239,5	824346,6	2027081,8
17	158801,2	501741,9	692107,5	694700,3	1726501,0
18	127150,5	412784,2	575792,4	577196,8	1434475,9
19	100177,5	334796,4	472504,1	473010,1	1175546,5
20	77691,1	267801,4	382604,1	382467,5	950525,9
21	59328,4	211328,9	305798,9	305235,0	758584,1
22	44624,0	164566,9	241316,1	240498,1	597697,0
23	33067,5	126495,0	188065,5	187126,5	465055,3
24	24146,7	95995,5	144777,7	143814,4	357414,2
25	17379,2	71939,0	110116,3	109194,6	271375,5
26	0	0	82763,5	81924,1	203601,4
27	0	0	61480,2	60744,3	150964,6
28	0	0	45144,9	44519,6	110642,1
29	0	0	0	0	0
30	0	0	0	0	0
31	0	0	0	0	0
32	0	0	0	0	0
33	0	0	0	0	0
TOTAL(M'w*h)	3590	8852	11622	14183	29036

Producciones por velocidad (en KW) y totales (en MW) de cada aerogenerador.

2.2.- CURVA DE PRODUCCIÓN, FACTOR DE UTILIZACIÓN Y HORAS EQUIVALENTES

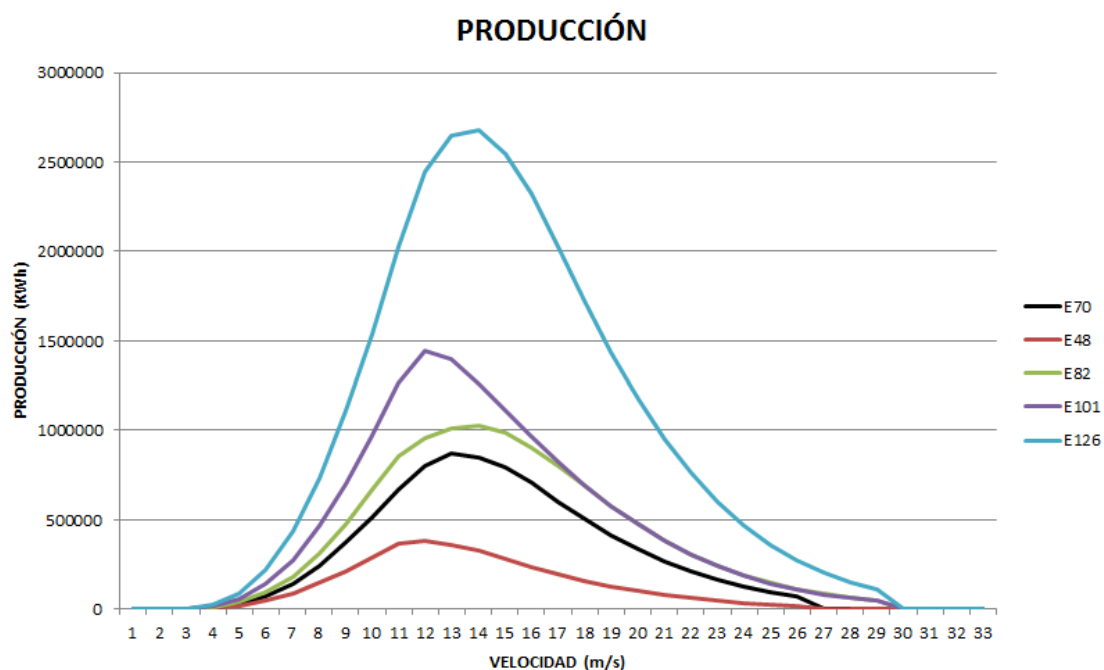


Gráfico de producción de cada aparato.

Una vez obtenida la producción de cada alternativa, se hallan los factores de utilización y número de horas equivalentes de cada aparato con la formulación descrita en la memoria:

	E-48	E-70	E-82	E-101	E-126
Factor de utilización (%)	50,6%	43,7%	44,2%	54,0%	44,2%
Nº horas equivalentes	4488,08468	3832,16109	3873,91742	4727,82381	3830,62283
Producción (MW*h)	3590	8852	11622	14183	29036

Tabla de resultados arrojados por cada aparato.

3.- ANÁLISIS DE RESULTADOS Y ALTERNATIVAS ESCOGIDAS.

Finalmente, con los resultados del estudio técnico se han valorado las alternativas a las que se les va a aplicar el estudio económico. Dichas alternativas son las correspondientes a los aerogeneradores E-82 y E-101. El resto han sido descartadas por los siguientes motivos:

- E-48 y E-70 por su baja producción.
- E-126 por la problemática que conlleva hacer una disposición óptima en el emplazamiento. Ciertamente es que dobla en producción a los aparatos seleccionados pero, además de su elevado coste (más del doble), las normas de distancias descritas en el apartado 3.4.3 de la memoria impiden elaborar una disposición óptima en el terreno que traería las siguientes consecuencias:
 - Disminución considerable de aparatos conectados, lo cual equipara los ingresos de producción.
 - Mayores pérdidas de producción en caso de avería.