

**Anexo III.**

**Estimación de los parámetros del modelo de Weibull**

Los parámetros **a** y **b** de la función:

$$LSF(t) = \exp(-a \cdot t^b) \tag{III-1}$$

se pueden estimar transformando la función una función lineal por medio de una transformación logarítmica doble:

$$\ln[LSF(t)] = -a \cdot t^b \tag{III-2}$$

$$\ln\{\ln[1/LSF(t)]\} = \ln a + b \cdot \ln t \tag{III-3}$$

de esta forma el segundo miembro queda lineal en *t*. Como la función:

$$F(t) = 1 - LSF(t) \tag{III-4}$$

indica la mortalidad en función del tiempo, 4I-3 resulta:

$$\ln\{\ln[1/(1-F(t))]\} = \ln a + b \cdot \ln t \tag{III-5}$$

Para estimar gráficamente los parámetros **a** y **b** se precede de la siguiente manera:

**a)** Los *n* registros de tiempos de fallas se ordenan de menor a mayor y se les asigna un número de orden *i* de 1 a *n*.

**b)** Se calcula para cada falla la posición *Fi* de la siguiente manera:

$$Fi = (i - 0,5)/n \tag{III-6}$$

donde *Fi* representa el porcentaje de fallas que ha tenido lugar antes del tiempo de falla correspondiente al orden *i*.

**c)** Se construye la gráfica de la ecuación III-3 con abscisas

$$xi = \ln ti \tag{III-7}$$

y ordenadas

$$yi = \ln\{\ln[1/(1-F(ti))]\} \tag{III-8}$$

con lo cual III.5 se transforma en :

$$yi = m \cdot xi + b \tag{III-9}$$

**d)** Se determina la regresión lineal de los puntos *P(xi, yi)* de III-7 y III-8 con lo cual la pendiente *m* es **b** y la ordenada al origen *b* es **ln a**.

Para las distintas lámparas de la muestra analizada se procede en forma similar determinado así los parámetros de Weibull. Para lámpara de mercurio de 80 W se ha indicado el proceso detallado mientras que para las restantes se ha indicado solo la gráfica final para la obtención de los parámetros.

Para la lámpara de mercurio de 80W, en la tabla III-1, se ha indicado el resultado de filtrar y calcular la duración desde el cambio masivo hasta la reposición de la lámpara, tiempo estimado como la duración hasta la falla. En figura III-1 se ha graficado la frecuencia de aparición de fallas en función del tiempo para analizar gráficamente las tendencias en el tiempo de las fallas. La distribución no muestra ninguna tendencia por lo hay razón para sospechar que pertenecen a fallas de carácter aleatorio. En la tabla III-2 se indican los resultados de aplicar ecuaciones III-6 a III-9 y en figura III-2 la gráfica con los valores y el ajuste lineal para la obtención de los parámetros de Weibull para lámpara de mercurio de 80W.

En figuras III-3 en adelante se indican las regresiones lineales para obtener los parámetros de Weibull para las restantes lámparas.

Tabla III-1: Duración hasta el fallo para las lámparas de mercurio de 80W

Pto Luz	Fecha	Código	Potencia	Lámpara	Duración	Período CM
AA079	09/09/92	P1MG	80	K	0.84	39.70
AA080	09/09/92	P1MG	80	K	0.84	39.70
AZ060	18/12/92	P1MG	80	K	1.39	42.79
AA093	17/02/93	P1MG	80	K	6.10	39.70
AA076	15/04/93	P1MG	80	K	8.03	39.70
AA089	15/04/93	P1MG	80	K	8.03	39.70
AA083	27/07/93	P1MG	80	K	11.43	39.70
P021	08/02/94	P1MG	80	K	12.16	44.62
AA082	03/11/93	P1MG	80	K	14.64	39.70
AA085	03/11/93	P1MG	80	K	14.64	39.70
AZ055	28/02/94	P1MG	80	K	15.72	42.79
AA075	14/12/93	P1MG	80	K	16.00	39.70
AA081	14/12/93	P1MG	80	K	16.00	39.70
AA084	14/12/93	P1MG	80	K	16.00	39.70
K049	25/05/94	P1MG	80	K	17.26	40.97
P025	09/08/94	P1MG	80	K	18.16	44.59
AA092	17/03/94	P1MG	80	K	19.10	39.70
AZ056	22/07/94	P1MG	80	K	20.53	42.79
AZ061	22/07/94	P1MG	80	K	20.53	42.79
AA090	27/05/94	P1MG	80	K	21.43	39.70
AA091	27/05/94	P1MG	80	K	21.43	39.70
B160	04/01/95	P1MG	80	K	24.00	40.33
AA077	24/10/94	P1MG	80	K	26.33	39.70
AA073	25/11/94	P1MG	80	K	27.36	39.70
AA078	25/11/94	P1MG	80	K	27.36	39.70
K050	24/07/95	P1MG	80	K	31.23	40.97
AA088	19/06/95	P1MG	80	K	34.16	39.70
AZ057	29/09/95	P1MG	80	K	34.76	42.79
P013	16/08/96	P1MG	80	K	42.43	44.62

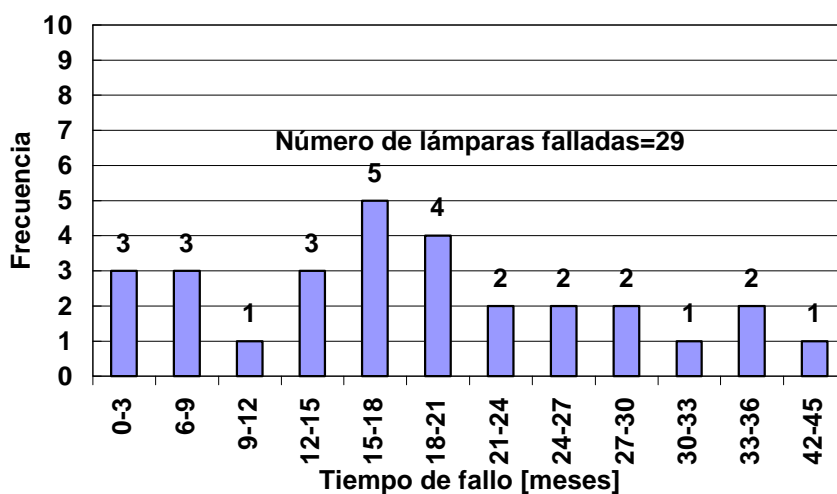


Figura III-1: Frecuencia de aparición de fallas en función del tiempo para analizar gráficamente las tendencias en el tiempo de las fallas

Tabla III-2: Duración hasta el fallo para la lámparas de mercurio de 80W

Duración [h]	<i>i</i>	<i>F</i> ( <i>t<sub>i</sub></i> )	<i>x<sub>i</sub></i>	<i>y<sub>i</sub></i>
297	1	0.011	5.6948	-4.5380
297	2	0.032	5.6948	-3.4285
496	3	0.053	6.2070	-2.9067
2170	4	0.074	7.6825	-2.5589
2858	5	0.096	7.9580	-2.2962
2858	6	0.117	7.9580	-2.0838
4066	7	0.138	8.3105	-1.9048
4329	8	0.160	8.3730	-1.7496
5209	9	0.181	8.5581	-1.6120
5209	10	0.202	8.5581	-1.4881
5595	11	0.223	8.6296	-1.3750
5693	12	0.245	8.6471	-1.2708
5693	13	0.266	8.6471	-1.1738
5693	14	0.287	8.6471	-1.0829
6143	15	0.309	8.7230	-0.9972
6464	16	0.330	8.7739	-0.9159
6796	17	0.351	8.8241	-0.8384
7304	18	0.372	8.8962	-0.7641
7304	19	0.394	8.8962	-0.6927
7625	20	0.415	8.9391	-0.6237
7625	21	0.436	8.9391	-0.5569
8540	22	0.457	9.0525	-0.4919
9369	23	0.479	9.1451	-0.4285
9736	24	0.500	9.1836	-0.3665
9736	25	0.521	9.1836	-0.3057
11113	26	0.543	9.3158	-0.2458
12157	27	0.564	9.4056	-0.1867
12367	28	0.585	9.4228	-0.1281
15097	29	0.606	9.6223	-0.0700

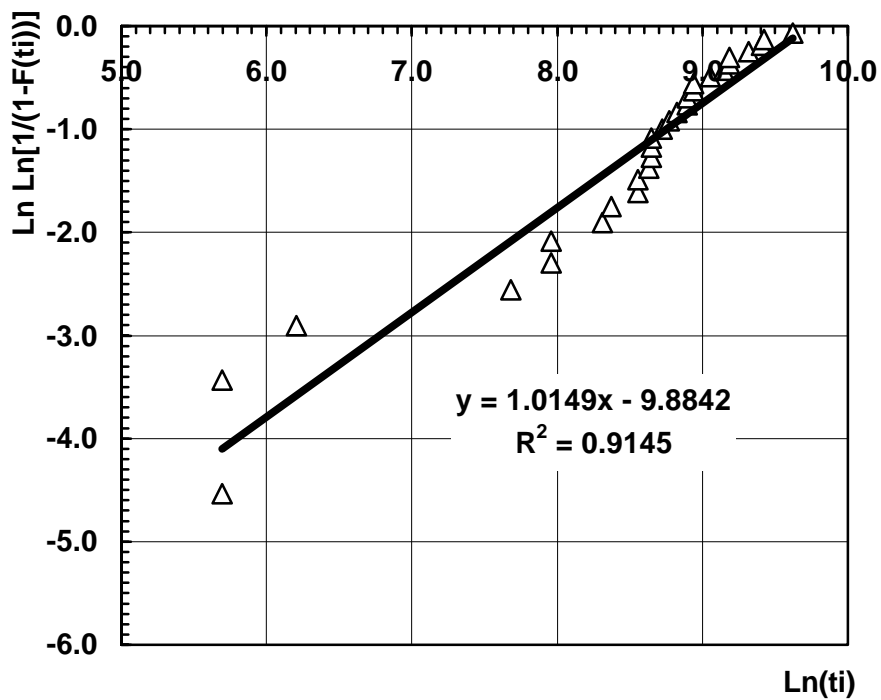


Figura III-2: Gráfica con regresión lineal para la estimación de los parámetros de la función de Weibull para lámpara de mercurio de 80W.

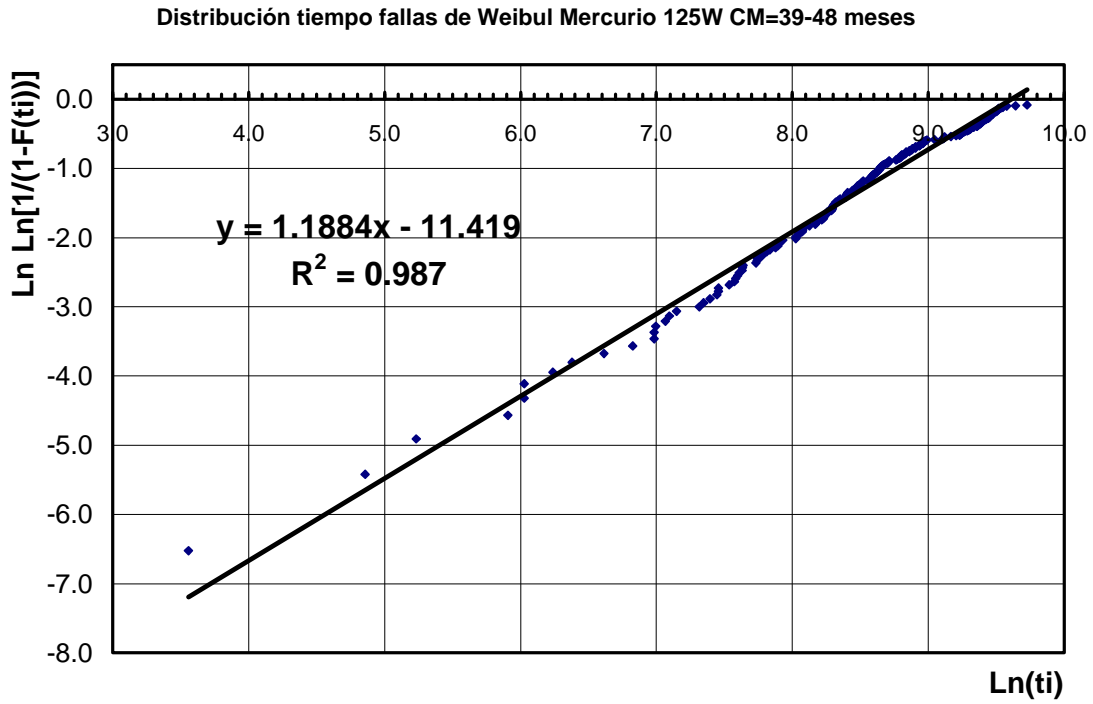


Figura III-3: Gráfica con regresión lineal para la estimación de los parámetros de la función de Weibull para lámpara de mercurio de 125W.

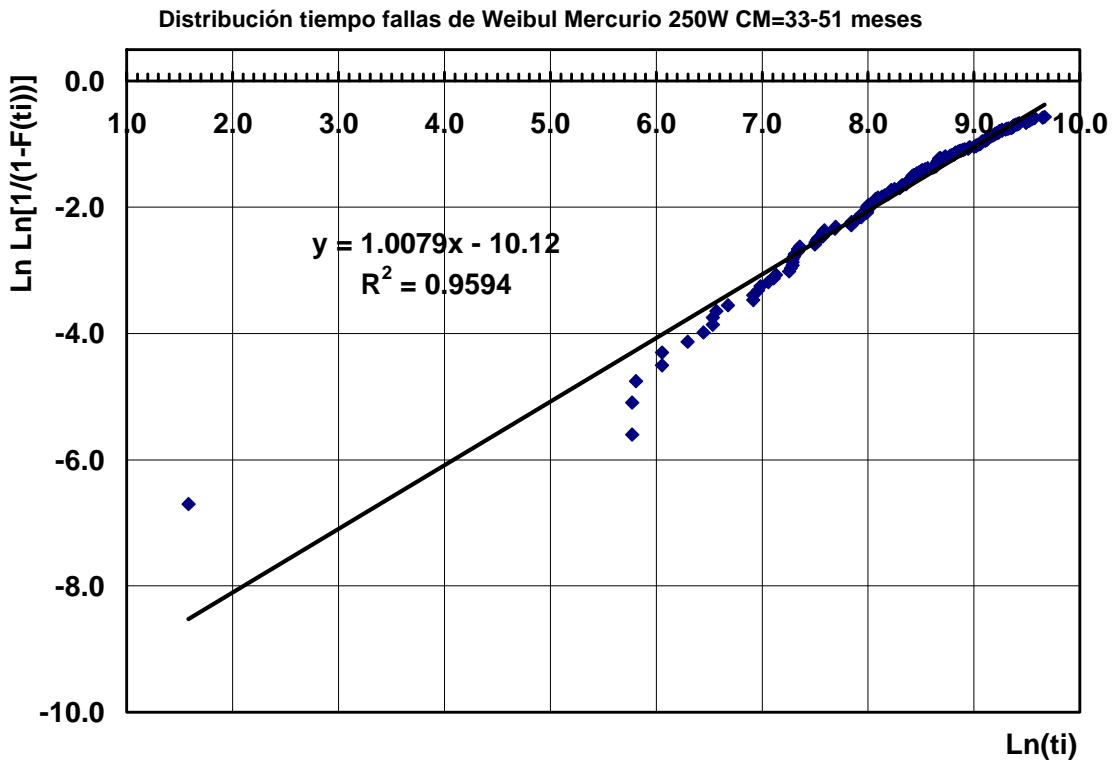


Figura III-4: Gráfica con regresión lineal para la estimación de los parámetros de la función de Weibull para lámpara de mercurio de 250W.

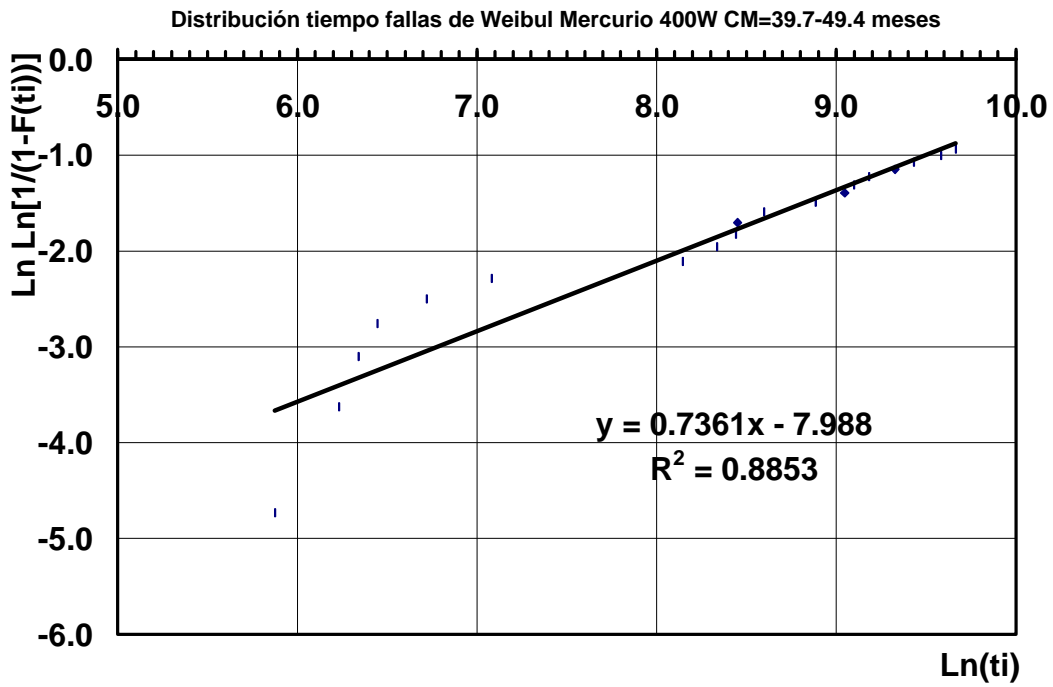


Figura III-5: Gráfica con regresión lineal para la estimación de los parámetros de la función de Weibull para lámpara de mercurio de 400W.

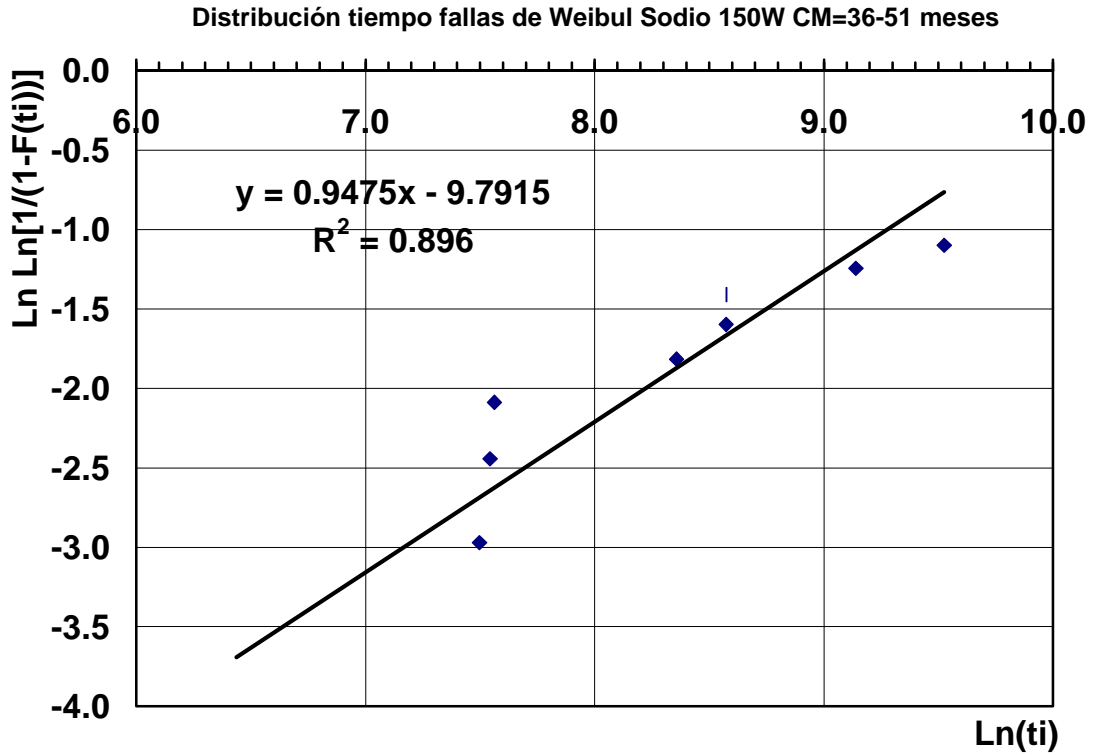


Figura III-6: Gráfica con regresión lineal para la estimación de los parámetros de la función de Weibull para lámpara de sodio A.P 150W.

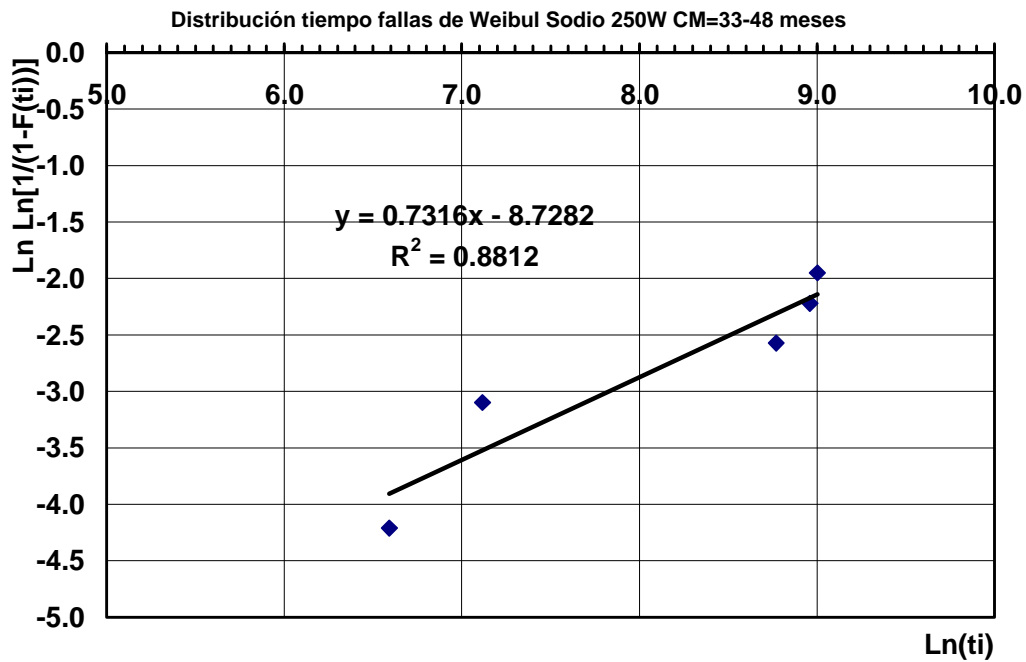


Figura III-7: Gráfica con regresión lineal para la estimación de los parámetros de la función de Weibull para lámpara de sodio A.P 250W.

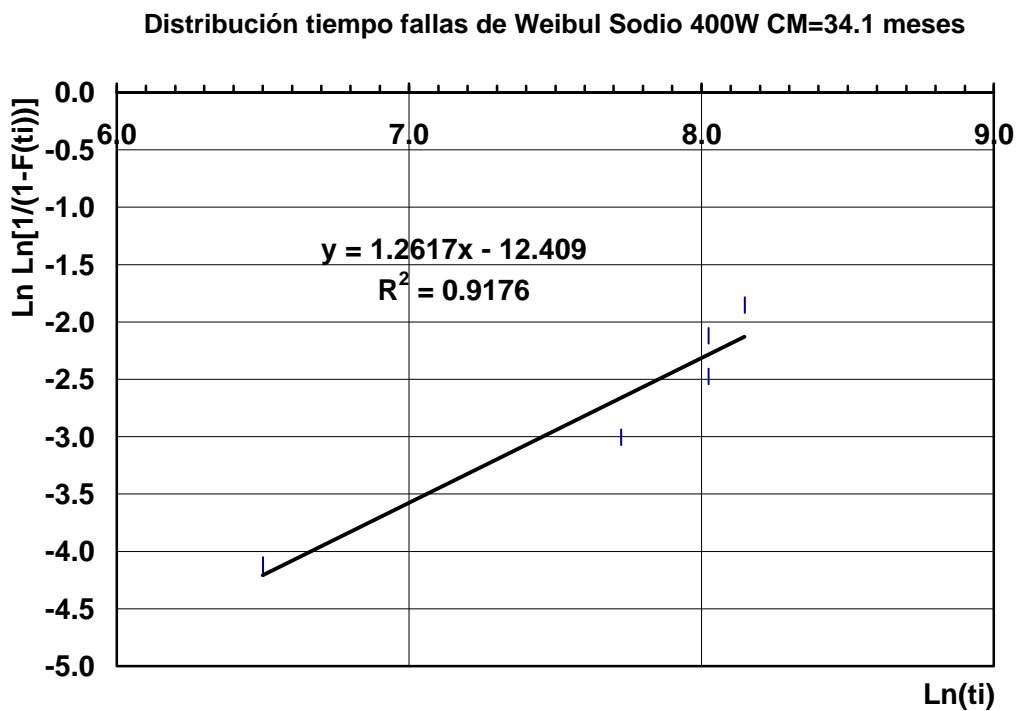


Figura III-8: Gráfica con regresión lineal para la estimación de los parámetros de la función de Weibull para lámpara de sodio A.P 400W.