

CAPÍTULO 5

ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE LA CAPA LÍMITE TÉRMICA

5.1 Capa Límite Térmica

Como se menciono anteriormente la capa limite térmica es la región donde los gradientes de temperatura están presentes en el flujo. Estos gradientes de temperatura resultan de un proceso de intercambio de calor entre la superficie y el fluido [2].

El espesor de la capa limite es un parámetro de altísima importancia para este estudio pues debe fungir como longitud característica para reinterpretar los factores extraídos en las tablas del capítulo anterior.

5.2 Ecuaciones para Espesor de Capa Límite Térmico

En su trabajo, López [1], gracias al trabajo de Restrepo y Glicksman [15] y de Kozanoglu [10], fue capaz de obtener 3 ecuaciones para calcular el espesor de capa limite térmico en función del número de Rayleigh.

La primera ecuación propuesta por López [1] fue la siguiente:

$$\delta = 0.0014Ra_{\delta}^{0.24} \quad (5.1)$$

Esta primera ecuación desarrollada por López [1] es el resultado de la introducción de los datos de Restrepo y Glicksman [15] combinados con los de Kozanoglu [10] a un programa de ajuste de curvas.

La segunda ecuación desarrollada por López [1] es la siguiente:

$$\delta = 0.00149Ra_{\delta}^{0.222} \quad (5.2)$$

Esta segunda ecuación al igual que la primera fue el resultado de la introducción de una serie de datos a un programa de ajuste de curvas. Los datos utilizados para la obtención de esta ecuación fueron los datos de Kozanoglu [10].

La tercera y última ecuación desarrollada por López [1] para el espesor de capa límite térmico fue producto de los datos de Restrepo y Glicksman [15]. La ecuación quedó de la siguiente manera:

$$\delta = 0.00053Ra_{\delta}^{0.35} \quad (5.3)$$

Por medio de estas ecuaciones fue posible para López [1] obtener nuevos números adimensionales de Nusselt y Rayleigh. Con estos números pudo reevaluar los resultados experimentales que había obtenido y fue capaz de desarrollar, a partir de la ecuación 5.1, una ecuación adimensional (3.1) que tuvo un coeficiente de correlación de 0.988552.

Es importante mencionar que ese coeficiente de correlación fue más elevado que el que se obtuvo a partir de los resultados de los experimentos utilizando la respectiva longitud característica de cada autor que fue de 0.948764. Por ello fue considerado para este estudio el uso del espesor de capa límite térmico como longitud característica.

También es importante mencionar que los datos experimentales con los cuales López [1] obtuvo sus resultados eran de convección natural en placas horizontales con calentamiento desde abajo y no desde arriba como los datos obtenidos para el presente estudio.

5.3 Obtención del Espesor de Capa Límite Térmica

Siguiendo el método de López y partiendo de una ecuación de la forma $Ra_\delta = B\delta^3$ donde, B es el factor $(g\beta\Delta T)/(v\alpha)$ se puede desarrollar lo siguiente:

$$\delta = aRa_\delta^m \quad (5.4)$$

De ahí que,

$$\delta = aB^m \delta^{3m} \quad (5.5)$$

Entonces despejando para delta obtenemos que:

$$\delta = (aB^m)^{\frac{1}{1-3m}} \quad (5.6)$$

Donde: a y m son constantes obtenidas por el programa de ajuste de curvas.

Es importante mencionar que la ecuación 5.3 propuesta por López no puede utilizarse en el análisis pues representa un fenómeno físicamente imposible puesto que el factor m hace que la potencia de la ecuación 5.6 sea negativa y por ello se obtienen valores de δ sin un sentido físico lógico. Por este motivo, a partir de los datos experimentales de

Restrepo y Glicksman [15] se desarrollaron 3 ecuaciones alternas, que tienen un coeficiente de correlación un poco menor a la que tiene la ecuación 5.3 que es del 84%, pero que son físicamente lógicas, estas ecuaciones se presentan a continuación:

$$\delta = 0.000915Ra_{\delta}^{0.3} \quad (5.7)$$

$$\delta = 0.000748Ra_{\delta}^{0.32} \quad (5.8)$$

$$\delta = 0.001238Ra_{\delta}^{0.27} \quad (5.9)$$

Es importante mencionar que el coeficiente de correlación de 84 % de la ecuación 5.3 es un coeficiente de correlación encontrado solo para los datos presentados por Restrepo y Glicksman [15] (espesor de capa límite térmico en función del número de Rayleigh) y no de la evaluación de esta ecuación en relación a todos los datos presentados por este trabajo.

A continuación pueden verse los coeficientes de correlación:

Tabla 5.1 Coeficientes de Correlación para las Ecuaciones de δ en Función de Rayleigh para datos de Restrepo y Glicksman [15].

Ecuación	Coefficiente de Correlación
5.3	0.84
5.7	0.80
5.8	0.81
5.9	0.77

Mediante la ecuación 5.6 y las ecuaciones 5.1, 5.2, 5.7, 5.8 y 5.9 fue posible obtener valores para el espesor de capa límite térmica.

Los valores obtenidos por los experimentos de Restrepo y Glicksman [15] y de Kozanoglu [10] están representados en la siguiente figura:

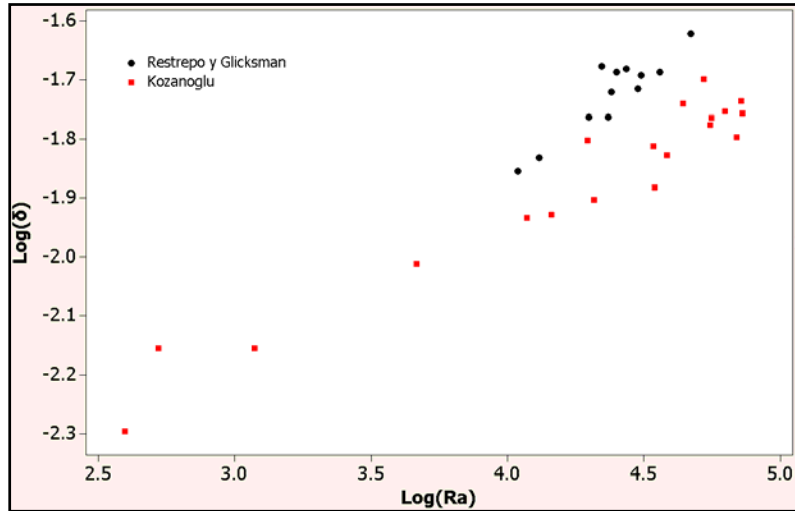


Figura 5.1 Datos del Espesor de Capa Límite en Función del Número de Rayleigh de acuerdo con los Experimentos de Restrepo y Glicksman [15] y de Kozanoglu [10].

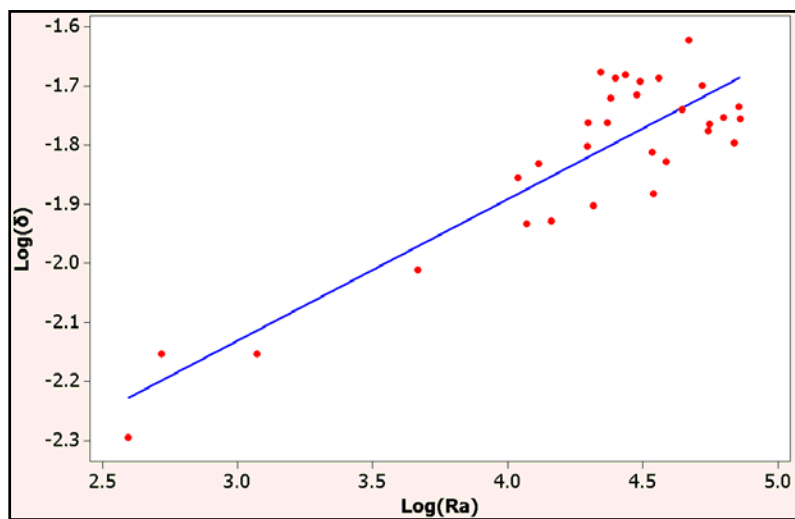


Figura 5.2 Datos del Espesor de Capa Límite en Función del Número de Rayleigh de acuerdo con los Experimentos de Restrepo y Glicksman [15] y de Kozanoglu [10] con la Línea Resultante de la Ecuación 5.1

A continuación se muestran las tablas con los valores del espesor de la capa límite térmica para todos los valores experimentales de los diversos autores.

Tabla 5.1 $T_w - T_A = 2.7^\circ\text{C}$. [11]

# de punto	$B=(g\beta\Delta T)/(\nu\alpha)$	$\delta(m)$ ec. 5.1	$\delta(m)$ ec. 5.2	$\delta(m)$ ec. 5.7	$\delta(m)$ ec. 5.8	$\delta(m)$ ec. 5.9
1	488000.3288	4.82379E-06	2.07688E-05	4.77579E-14	2.24536E-33	6.06106E-08
2	1541053.67	1.29254E-05	4.46012E-05	1.50397E-12	2.22058E-29	3.10612E-07
3	3082107.34	2.34137E-05	7.07021E-05	1.20317E-11	5.68469E-27	8.31761E-07
4	5778951.262	4.01301E-05	0.000107371	7.93107E-11	8.68395E-25	2.03211E-06
5	9631585.436	6.21766E-05	0.00015078	3.67179E-10	5.1702E-23	4.19958E-06
6	18621065.18	0.000109404	0.000233692	2.65337E-09	1.00916E-20	1.07168E-05
7	22473699.35	0.000128539	0.000264806	4.66454E-09	4.54278E-20	1.39998E-05

Tabla 5.2 $T_w - T_A = 6.9^\circ\text{C}$. [11]

# de punto	$B=(g\beta\Delta T)/(\nu\alpha)$	$\delta(m)$ ec. 5.1	$\delta(m)$ ec. 5.2	$\delta(m)$ ec. 5.7	$\delta(m)$ ec. 5.8	$\delta(m)$ ec. 5.9
1	359579.1896	3.71287E-06	1.69535E-05	1.91059E-14	1.95111E-34	3.92718E-08
2	1797895.948	1.47512E-05	4.94134E-05	2.38824E-12	7.62152E-29	3.86682E-07
3	4494739.87	3.23533E-05	9.08539E-05	3.73163E-11	1.16295E-25	1.42183E-06
4	7063162.653	4.76618E-05	0.000122692	1.44805E-10	4.32433E-24	2.70267E-06
5	18621065.18	0.000109404	0.000233692	2.65337E-09	1.00916E-20	1.07168E-05
6	25684227.83	0.000144126	0.000289383	6.96281E-09	1.32208E-19	1.69251E-05
7	44305293.01	0.000229988	0.000415777	3.57398E-08	1.0365E-17	3.67299E-05
8	83473740.45	0.000395822	0.000633443	2.3902E-07	1.6456E-15	9.03532E-05

Tabla 5.3 $T_w - T_A = 10.2^\circ\text{C}$. [11]

# de punto	$B=(g\beta\Delta T)/(\nu\alpha)$	$\delta(m)$ ec. 5.1	$\delta(m)$ ec. 5.2	$\delta(m)$ ec. 5.7	$\delta(m)$ ec. 5.8	$\delta(m)$ ec. 5.9
1	256842.2783	2.78264E-06	1.3556E-05	6.96281E-15	1.32208E-35	2.43459E-08
2	693474.1514	6.51925E-06	2.6233E-05	1.37049E-13	3.73394E-32	9.98655E-08
3	2054738.226	1.654E-05	5.39995E-05	3.56496E-12	2.21808E-28	4.6748E-07
4	5393687.844	3.78258E-05	0.000102559	6.44825E-11	5.00048E-25	1.84233E-06

5	11943165.94	7.47657E-05	0.000173956	7.00073E-10	2.88989E-22	5.70116E-06
6	22473699.35	0.000128539	0.000264806	4.66454E-09	4.54278E-20	1.39998E-05
7	39810553.14	0.000209838	0.000387241	2.59286E-08	4.40464E-18	3.15502E-05
8	60357935.4	0.000299779	0.000510636	9.03624E-08	1.2297E-16	5.69951E-05
9	77052683.49	0.000369576	0.000600623	1.87996E-07	8.67416E-16	8.06389E-05
10	154105367	0.000669468	0.000952112	1.50397E-06	2.22058E-13	0.000215936

Tabla 5.4 $T_w - T_A = 16.2^\circ\text{C}$. [11]

# de punto	$B=(g\beta\Delta T)/(v\alpha)$	$\delta(\text{m})$ ec. 5.1	$\delta(\text{m})$ ec. 5.2	$\delta(\text{m})$ ec. 5.7	$\delta(\text{m})$ ec. 5.8	$\delta(\text{m})$ ec. 5.9
1	199052.7657	2.23652E-06	1.14434E-05	3.24108E-15	1.72056E-36	1.69479E-08
2	475158.2148	4.71478E-06	2.04039E-05	4.40859E-14	1.81397E-33	5.83566E-08
3	1990527.657	1.60959E-05	5.28719E-05	3.24108E-12	1.72056E-28	4.46858E-07
4	5778951.262	4.01301E-05	0.000107371	7.93107E-11	8.68395E-25	2.03211E-06
5	14126325.31	8.63369E-05	0.000194491	1.15844E-09	1.10703E-21	7.23722E-06
6	28252650.61	0.000156395	0.000308309	9.26749E-09	2.83399E-19	1.93799E-05
7	44947398.7	0.000232842	0.000419773	3.73163E-08	1.16295E-17	3.74887E-05
8	66778992.36	0.000326915	0.000546128	1.22378E-07	2.76086E-16	6.58005E-05
9	102736911.3	0.000472927	0.000727186	4.4562E-07	8.66437E-15	0.000121364
10	218315936.5	0.000902376	0.001200138	4.27603E-06	3.60254E-12	0.000354228

Tabla 5.5 $T_w - T_A = 20.3^\circ\text{C}$. [11]

# de punto	$B=(g\beta\Delta T)/(v\alpha)$	$\delta(\text{m})$ ec. 5.1	$\delta(\text{m})$ ec. 5.2	$\delta(\text{m})$ ec. 5.7	$\delta(\text{m})$ ec. 5.8	$\delta(\text{m})$ ec. 5.9
1	192631.7087	2.17454E-06	1.11967E-05	2.93743E-15	1.32357E-36	1.61763E-08
2	1232842.936	1.06753E-05	3.84533E-05	7.70031E-13	3.72552E-30	2.26206E-07
3	5136845.566	3.62765E-05	9.92862E-05	5.57024E-11	3.38452E-25	1.71893E-06
4	11814744.8	7.40761E-05	0.000172711	6.77732E-10	2.65045E-22	5.61425E-06
5	25684227.83	0.000144126	0.000289383	6.96281E-09	1.32208E-19	1.69251E-05
6	47515821.48	0.000244201	0.000435567	4.40859E-08	1.81397E-17	4.05691E-05
7	74484260.71	0.000358991	0.000587241	1.69816E-07	6.61365E-16	7.68462E-05
8	109157968.3	0.000498152	0.000757086	5.34504E-07	1.40724E-14	0.000132283
9	269684392.2	0.001081553	0.00138111	8.06032E-06	1.95331E-11	0.000478293

Tabla 5.6 $T_w - T_A = 26.7^\circ\text{C}$. [11]

# de punto	$B=(g\beta\Delta T)/(v\alpha)$	$\delta(\text{m})$ ec. 5.1	$\delta(\text{m})$ ec. 5.2	$\delta(\text{m})$ ec. 5.7	$\delta(\text{m})$ ec. 5.8	$\delta(\text{m})$ ec. 5.9
1	192631.7087	2.17454E-06	1.11967E-05	2.93743E-15	1.32357E-36	1.61763E-08
2	423789.7592	4.27437E-06	1.89098E-05	3.12778E-14	7.26321E-34	4.95999E-08
3	1669474.809	1.38433E-05	4.70384E-05	1.91216E-12	4.21273E-29	3.48031E-07

4	6742109.805	4.57988E-05	0.000118956	1.25942E-10	2.98052E-24	2.52978E-06
5	33389496.18	0.000180471	0.000344515	1.52973E-08	1.07846E-18	2.45725E-05
6	56505301.22	0.000283301	0.000488733	7.41399E-08	7.25502E-17	5.18956E-05
7	84757951.84	0.000401036	0.000639904	2.50222E-07	1.85938E-15	9.23349E-05
8	124568505	0.000557855	0.000826544	7.94346E-07	4.04754E-14	0.00015959
9	179789594.8	0.000764034	0.001054838	2.38824E-06	7.62152E-13	0.000268818
10	282526506.1	0.001125551	0.001424482	9.26749E-06	2.83399E-11	0.00051098

Tabla 5.7 Uso de Extensiones Horizontales [15]

# de punto	$B=(g\beta\Delta T)/(v\alpha)$	$\delta(m)$ ec. 5.1	$\delta(m)$ ec. 5.2	$\delta(m)$ ec. 5.7	$\delta(m)$ ec. 5.8	$\delta(m)$ ec. 5.9
1	2134941484	0.006371133	0.005463299	0.003998919	0.00030131	0.009048001
2	2490765065	0.007271092	0.006052747	0.006350135	0.001034159	0.011263868
3	2846588646	0.008152804	0.006614516	0.009478919	0.003009697	0.013617494
4	3428716024	0.009562468	0.007485279	0.016564535	0.013334514	0.01773895
5	3751803835	0.010329794	0.007946984	0.021702265	0.027406025	0.020160592
6	3946795157	0.01078829	0.008219172	0.025264951	0.041103779	0.021665703
7	4074891646	0.011087726	0.008395528	0.02780564	0.053070549	0.022671742
8	4269882969	0.011540972	0.008660456	0.031991353	0.07713524	0.024228812

Tabla 5.8 Uso de Placas Verticales Calentadas [15]

# de punto	$B=(g\beta\Delta T)/(v\alpha)$	$\delta(m)$ ec. 5.1	$\delta(m)$ ec. 5.2	$\delta(m)$ ec. 5.7	$\delta(m)$ ec. 5.8	$\delta(m)$ ec. 5.9
1	2846588646	0.008152804	0.006614516	0.009478919	0.003009697	0.013617494
2	3364667779	0.009409154	0.007392048	0.015653493	0.011467337	0.017269924
3	3687755591	0.010178457	0.007856551	0.020609672	0.023879328	0.019673275
4	3881323619	0.010634712	0.008128294	0.024028367	0.035955382	0.021156763
5	4140363185	0.011240249	0.008484946	0.029167554	0.060288235	0.023191132

Tabla 5.9 Uso de Placas Verticales a Temperatura Ambiente [15]

# de punto	$(g\beta\Delta T)/(v\alpha)$	$\delta(m)$ ec. 5.1	$\delta(m)$ ec. 5.2	$\delta(m)$ ec. 5.7	$\delta(m)$ ec. 5.8	$\delta(m)$ ec. 5.9
1	2348435633	0.006913471	0.005820596	0.005322561	0.000645884	0.010360336
2	2490765065	0.007271092	0.006052747	0.006350135	0.001034159	0.011263868
3	2846588646	0.008152804	0.006614516	0.009478919	0.003009697	0.013617494
4	3558235807	0.009871264	0.007672048	0.018513515	0.017939192	0.0186987
5	3622284052	0.010023369	0.007763562	0.019531347	0.020691172	0.019178799
6	4010843402	0.010938179	0.008307586	0.026515011	0.046753132	0.022167032

7	4269882969	0.011540972	0.008660456	0.031991353	0.07713524	0.024228812
---	------------	-------------	-------------	-------------	------------	-------------

Tabla 5.10 Placa Horizontal con Lc= 5cm [6]

# de punto	$B=(g\beta\Delta T)/(v\alpha)$	$\delta(m)$ ec. 5.1	$\delta(m)$ ec. 5.2	$\delta(m)$ ec. 5.7	$\delta(m)$ ec. 5.8	$\delta(m)$ ec. 5.9
1	16000000000	0.035808711	0.020838429	1.68323457	2998.367928	0.158341852
2	70000000000	0.126881542	0.055578176	140.9544574	402447637.9	1.289612627
3	1.2E+11	0.201391527	0.079522959	710.1145843	30017535367	2.773983239
4	1.6E+11	0.25771016	0.096279903	1683.23457	2.99837E+11	4.174921876
5	2.24E+11	0.343861967	0.120410029	4618.795661	4.42496E+12	6.734478686
6	3.824E+11	0.543841818	0.171808887	22979.38201	3.19204E+14	14.40030485
7	4.52E+11	0.62765181	0.192005812	37948.97049	1.21628E+15	18.26288193
8	6.2E+11	0.822932914	0.23688774	97939.92399	1.52426E+16	28.61629539
9	7.2E+11	0.935465944	0.261641623	153384.7502	5.04179E+16	35.39139773
10	1.0664E+12	1.309923576	0.339696782	498362.2103	1.16758E+18	61.84601615
11	1.2E+12	1.449385969	0.367420335	710114.5843	3.00175E+18	73.14025401
12	1.6E+12	1.854703102	0.444842529	1683234.57	2.99837E+19	110.0781152
13	2.2288E+12	2.464115551	0.554480637	4549859.558	4.25103E+20	176.3043783
14	3.2E+12	3.359696979	0.705167205	13465876.56	7.67582E+21	294.7680797
15	4.4E+12	4.414131619	0.871400595	35006018.95	9.80723E+22	463.4638504

Tabla 5.11 Placa Horizontal con Lc= 30cm [6]

# de punto	$B=(g\beta\Delta T)/(v\alpha)$	$\delta(m)$ ec. 5.1	$\delta(m)$ ec. 5.2	$\delta(m)$ ec. 5.7	$\delta(m)$ ec. 5.8	$\delta(m)$ ec. 5.9
1	43222222222	0.083930632	0.040339292	33.1822606	8503188.324	0.649985575
2	93814814815	0.163081316	0.067520043	339.3118062	4188866000	1.955146708
3	1.57407E+11	0.254126684	0.095240118	1602.729357	2.63103E+11	4.079117778
4	2.87037E+11	0.425294522	0.141984518	9718.483668	3.21683E+13	9.579371741
5	6.17407E+11	0.819982451	0.236228875	96716.41746	1.47401E+16	28.44639932
6	1.17296E+12	1.421349743	0.361896996	663189.4239	2.50149E+18	70.80963926
7	2.12963E+12	2.369833917	0.537957327	3969144.735	2.95364E+20	165.2620455
8	3.33333E+12	3.479334591	0.724562574	15220220	1.06403E+22	312.3733414

Tabla 5.12 Medidas en Aire con $L/W=0.33$ y $La/L=0.0$ [7]

# de punto	$B=(g\beta\Delta T)/(v\alpha)$	$\delta(m)$ ec. 5.1	$\delta(m)$ ec. 5.2	$\delta(m)$ ec. 5.7	$\delta(m)$ ec. 5.8	$\delta(m)$ ec. 5.9
1	3793000000	0.010426939	0.008004877	0.02242504	0.02990803	0.020475897
2	5345000000	0.013990751	0.010054657	0.062752036	0.465057592	0.033337257
3	6207000000	0.015903722	0.011105216	0.098272031	1.538080357	0.041229165
4	6724000000	0.017032603	0.011711745	0.124930307	2.917068992	0.046193448
5	7241000000	0.018149139	0.012302819	0.156020023	5.276105153	0.051321204

Tabla 5.13 Medidas en Aire con $L/W=0.33$ y $La/L=0.13$ [7]

# de punto	$B=(g\beta\Delta T)/(v\alpha)$	$\delta(m)$ ec. 5.1	$\delta(m)$ ec. 5.2	$\delta(m)$ ec. 5.7	$\delta(m)$ ec. 5.8	$\delta(m)$ ec. 5.9
1	4482000000	0.012030683	0.008944086	0.036999874	0.11368414	0.025956949
2	5345000000	0.013990751	0.010054657	0.062752036	0.465057592	0.033337257
3	7069000000	0.017778985	0.012107796	0.145163904	4.353002493	0.049597553
4	7483000000	0.018667821	0.012574602	0.172191587	6.863269053	0.053775628

Tabla 5.14 Medidas en Aire con $L/W=1.0$ y $La/L=0.0$ [7]

# de punto	$B=(g\beta\Delta T)/(v\alpha)$	$\delta(m)$ ec. 5.1	$\delta(m)$ ec. 5.2	$\delta(m)$ ec. 5.7	$\delta(m)$ ec. 5.8	$\delta(m)$ ec. 5.9
1	2735694448	0.0078798	0.006442104	0.008413708	0.002190109	0.012869862
2	3577211879	0.009916369	0.007699219	0.018811295	0.018718988	0.018840566
3	4103236553	0.011153801	0.008434299	0.028389932	0.056096724	0.022896176
4	4629261227	0.012368711	0.009138351	0.040768033	0.147237546	0.027177217

Tabla 5.15 Medidas en Aire con $L/W=1.0$ y $La/L=0.05$ [7]

# de punto	$B=(g\beta\Delta T)/(v\alpha)$	$\delta(m)$ ec. 5.1	$\delta(m)$ ec. 5.2	$\delta(m)$ ec. 5.7	$\delta(m)$ ec. 5.8	$\delta(m)$ ec. 5.9
1	2419591453	0.007092635	0.00593723	0.005821177	0.00082009	0.010809248
2	3430144656	0.009565883	0.007487352	0.016585249	0.013379027	0.017749454
3	4103236553	0.011153801	0.008434299	0.028389932	0.056096724	0.022896176
4	4418729310	0.011884965	0.008859965	0.035454951	0.101462193	0.025437792

Tabla 5.16 Medidas en Aire con $L/W=1.0$ y $La/L=0.10$ [7]

# de punto	$B=(g\beta\Delta T)/(v\alpha)$	$\delta(m)$ ec. 5.1	$\delta(m)$ ec. 5.2	$\delta(m)$ ec. 5.7	$\delta(m)$ ec. 5.8	$\delta(m)$ ec. 5.9
1	2735694448	0.0078798	0.006442104	0.008413708	0.002190109	0.012869862
2	3682172719	0.010165248	0.007848643	0.020516211	0.02359165	0.019630965
3	4208807630	0.01139933	0.00857792	0.030638107	0.068738123	0.023737815
4	4734832304	0.012610095	0.009276346	0.04362129	0.176344484	0.028062169

Tabla 5.17 Medidas en Aire con $L/W=1.0$ y $La/L=0.20$ [7]

# de punto	$B=(g\beta\Delta T)/(v\alpha)$	$\delta(m)$ ec. 5.1	$\delta(m)$ ec. 5.2	$\delta(m)$ ec. 5.7	$\delta(m)$ ec. 5.8	$\delta(m)$ ec. 5.9
1	2735694448	0.0078798	0.006442104	0.008413708	0.002190109	0.012869862
2	3682172719	0.010165248	0.007848643	0.020516211	0.02359165	0.019630965
3	4103236553	0.011153801	0.008434299	0.028389932	0.056096724	0.022896176

Tabla 5.18 Medidas en Agua con $L/W=0.33$ y $La/L=0.06$ [7]

# de punto	$B=(g\beta\Delta T)/(v\alpha)$	$\delta(m)$ ec. 5.1	$\delta(m)$ ec. 5.2	$\delta(m)$ ec. 5.7	$\delta(m)$ ec. 5.8	$\delta(m)$ ec. 5.9
1	97870000000	0.169105182	0.069446144	385.2418494	5876540982	2.076326694
2	1.489E+11	0.242307586	0.091786987	1356.653025	1.68687E+11	3.769429107
3	4.043E+11	0.570431283	0.178287647	27157.88332	4.98374E+14	15.58622936

Tabla 5.19 Medidas en Agua con $L/W=0.33$ y $La/L=0.11$ [7]

# de punto	$B=(g\beta\Delta T)/(v\alpha)$	$\delta(m)$ ec. 5.1	$\delta(m)$ ec. 5.2	$\delta(m)$ ec. 5.7	$\delta(m)$ ec. 5.8	$\delta(m)$ ec. 5.9
1	1.957E+11	0.306271475	0.110071515	3080.045776	1.50194E+12	5.558390119
2	3.617E+11	0.518508634	0.165569734	19445.99727	2.04509E+14	13.30533251
3	4.681E+11	0.646766525	0.196524864	42150.2949	1.60929E+15	19.19418183
4	5.532E+11	0.746324507	0.219601378	69571.47459	6.12326E+15	24.33648094
5	7.021E+11	0.915495871	0.257299915	142226.8571	4.12208E+16	34.14763279
6	7.872E+11	1.009821206	0.277628817	200465.6426	1.02945E+17	40.17604514
7	9.362E+11	1.171583495	0.311532464	337202.3592	4.11978E+17	51.39833754

Tabla 5.20 Medidas en Agua con $L/W=1.0$ y $La/L=0.05$ [7]

# de punto	$B=(g\beta\Delta T)/(v\alpha)$	$\delta(m)$ ec. 5.1	$\delta(m)$ ec. 5.2	$\delta(m)$ ec. 5.7	$\delta(m)$ ec. 5.8	$\delta(m)$ ec. 5.9
1	1.29798E+11	0.2154056	0.083781454	898.6357962	56241355977	3.101276906
2	2.46719E+11	0.37354696	0.128395154	6171.524658	9.58398E+12	7.72544739
3	3.31054E+11	0.480616771	0.156107734	14910.09711	1.0072E+14	11.73238694

4	3.95983E+11	0.560358295	0.175841425	25516.11595	4.22025E+14	15.13258264
5	4.47914E+11	0.622785685	0.190850468	36929.15958	1.13106E+15	18.02873915
6	5.3231E+11	0.722101856	0.214054057	61983.8948	4.50031E+15	23.04100428
7	5.97239E+11	0.796969399	0.231071388	87544.73038	1.13009E+16	27.13506683

Tabla 5.21 Medidas en Agua con $L/W=1.0$ y $La/L=0.10$ [7]

# de punto	$B=(g\beta\Delta T)/(v\alpha)$	$\delta(m)$ ec. 5.1	$\delta(m)$ ec. 5.2	$\delta(m)$ ec. 5.7	$\delta(m)$ ec. 5.8	$\delta(m)$ ec. 5.9
1	4.3156E+11	0.603243291	0.186189963	33029.95641	8.39951E+14	17.10054469
2	5.71304E+11	0.767211522	0.224352385	76627.94078	7.92255E+15	25.47602396

Tabla 5.22 Medidas en Aceite con $L/W=0.33$ y $La/L=0.06$ [7]

# de punto	$B=(g\beta\Delta T)/(v\alpha)$	$\delta(m)$ ec. 5.1	$\delta(m)$ ec. 5.2	$\delta(m)$ ec. 5.7	$\delta(m)$ ec. 5.8	$\delta(m)$ ec. 5.9
1	1810000000	0.005530357	0.004895456	0.002436803	8.04181E-05	0.007155709
2	3191000000	0.008991313	0.007136202	0.013352577	0.007504806	0.016017118
3	4468000000	0.011998465	0.008925507	0.036654237	0.110874169	0.025841807
4	5319000000	0.013932397	0.010022121	0.061840738	0.447265073	0.033107049
5	5957000000	0.015353069	0.010805873	0.086869535	1.10699552	0.038889545
6	6702000000	0.016984824	0.011686261	0.123708051	2.841583685	0.04597882
7	8085000000	0.019947905	0.013238234	0.217182469	12.74574591	0.060025936
8	8510000000	0.020843388	0.013696786	0.253263949	19.20266667	0.064558986

Tabla 5.23 Medidas en Aceite con $L/W=0.33$ y $La/L=0.11$ [7]

# de punto	$B=(g\beta\Delta T)/(v\alpha)$	$\delta(m)$ ec. 5.1	$\delta(m)$ ec. 5.2	$\delta(m)$ ec. 5.7	$\delta(m)$ ec. 5.8	$\delta(m)$ ec. 5.9
1	4042000000	0.011010969	0.008350424	0.027137737	0.049738827	0.02241213
2	4468000000	0.011998465	0.008925507	0.036654237	0.110874169	0.025841807
3	5106000000	0.013452787	0.009753541	0.054705013	0.322531062	0.03123906
4	6170000000	0.015822428	0.011061171	0.096525084	1.466244429	0.040880355
5	7659000000	0.019043537	0.012770414	0.184629419	8.266118346	0.055581837
6	8829000000	0.021511324	0.014035936	0.282825943	25.77609936	0.068024898