

TABLAS METEOROLÓGICAS Y ALTIMÉTRICAS

POR

ISMÆEL GAJARDO REYES



## DOS PALABRAS

---

La naturaleza humana busca siempre, por instinto natural, nuevos horizontes para desarrollar su insaciable espíritu de empresas y de conquistas.

Es éste el motivo por el cual el hombre, después de haber sometido el mar a su dominio, se ha lanzado victoriosamente hacia la conquista de la *Atmósfera*, dando así el más prodigioso ejemplo de evolución, puesto que, desafiando y contrariando las inmutables leyes de la naturaleza, se ha convertido súbitamente de morador de la tierra en ave del espacio.

Así, pues, ante una manifestación tan audaz de su inteligencia y de su energía, el hombre ha estado en su más perfecto derecho para pedirle a la *Metereología* los datos necesarios para la solución del difícil problema que iba a encarar; pero la ciencia de a atmósfera no le ha respondido como debiera ha-



berlo hecho, y será tal vez él mismo quien deberá arrancarle los secretos que tanto se necesita conocer en la hora actual.

Estas *Tablas Meteorológicas y Altimétricas* no tienen otro objeto que demostrar cuán numerosas son todavía las incógnitas de esta «*ciencia del aire*», y cuán múltiples y complejos son los «*problemas de la atmósfera*».

No pretendemos reclamar para ellas un derecho de *originalidad*, puesto que han sido recopiladas y extractadas de diversas fuentes; pero nos consideraríamos felices si estas *Tablas* sirviesen para orientar a los alumnos de la «*Escuela Militar de Aeronáutica de Chile*» hacia las investigaciones que hay necesidad de emprender para encontrar la solución de los muchos e interesantes problemas que nos ofrece la envoltura gaseosa de nuestro planeta.

El Bosque, Viernes 4 de Julio de 1919.

ISMAEL GAJARDO REYES.



## I

### TABLAS METEOROLOGICAS

---

#### **Reducción de las alturas barométricas:**

POR

ISMAEL GAJARDO REYES

---

CORRECCIONES PRINCIPALES

#### *1.<sup>a</sup> Depresión capilar*

Cuando se comparan las indicaciones de varios barómetros construidos con cuidado, y cuyos tubos son de calibres distintos, se nota que los de diámetro superior a 18 o 20 mm. dan exactamente la misma indicación; pero los *de un calibre menor* nos ofrecen



*una columna mercurial más baja.* Además, la diferencia entre las alturas del mercurio en un barómetro ancho y en un barómetro estrecho es tanto mayor cuanto menor es el diámetro de este último. Esta diferencia lleva el nombre de *depresión capilar*.

La explicación de este fenómeno es la que sigue:

La Física nos enseña que, si un líquido y otro fluido están separados por una superficie plana, no existe ningún cambio brusco en las presiones cuando se cruza la superficie de separación; pero no ocurre lo mismo cuando, por una causa cualquiera, la superficie es curva. En este caso, *al pasar del lado cóncavo al lado cóncavo de la superficie de separación, se produce un brusco aumento en el valor de la presión por unidad de superficie.* Por otra parte, este aumento es tanto mayor cuanto más pronunciada es la curvatura, y su valor depende también de la naturaleza de los dos fluidos en contacto.

Resulta de aquí que *un elemento de la superficie colocado inmediatamente abajo de la superficie libre del mercurio, en la cámara barométrica, no soporta ninguna presión si la superficie es plana.* Por otra parte, *soporta una presión más o menos grande si la superficie es convexa, que será tanto mayor cuanto más acentuada sea la curvatura;* la columna mercurial se elevará entonces tanto menos en el tubo cuanto mayor sea la presión producida sobre el elemento considerado. Por consiguiente, es claro que para tener la verdadera altura de la columna mercurial, que hace equilibrio a la fuerza elástica del gas actuante en la cubeta, *será necesario agregar a la altura leída el valor de la depresión capilar.* Es lo que se llama

hacer la corrección *de capilaridad a la lectura del barómetro*.

El conocimiento del diámetro de los tubos, y la medida de *la flecha FF' del menisco*, (Fig. 1.) permiten conocer la curvatura de éste, y, por lo tanto, *el valor de la depresión capilar*, según la siguiente fórmula establecida por Laplace:

$$p = A \left( \frac{1}{R} + \frac{1}{R'} \right),$$

en la que  $p$  es la diferencia de presión hidrostática que tiene lugar, en virtud de las acciones capilares de un líquido, en dos superficies cuyos radios principales de curvatura son  $R$

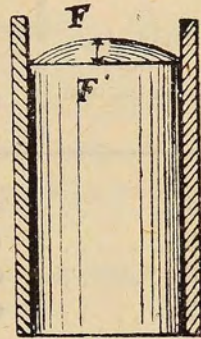


Fig. 1

y  $R'$ . La presión  $p$  se expresa en milímetros de agua.  $A$  es una constante, cuyo valor se encuentra en todas *las tablas de las constantes capilares*.

La tabla de doble entrada que viene en seguida ha sido calculada también por medio de esta fórmula.



CORRECCIÓN EN MM. A LA LECTURA DEL BARÓMETRO  
DE LA DEPRESIÓN PRODUCIDA POR CAPILARIDAD

*La corrección es siempre aditiva*

Diámetro del tubo en mm.	FLECHA DEL MENISCO EN MM.							
	0,4	0,6	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8
4.....	0,83	1,22	1,54	1,98	2,37			
5.....	0,47	0,65	0,86	1,19	1,45	1,80		
6.....	0,27	0,41	0,56	0,78	0,98	1,21	1,43	
7.....	0,18	0,28	0,40	0,53	0,67	0,82	0,97	1,13
8.....		0,20	0,29	0,38	0,46	0,56	0,65	0,77
9.....		0,15	0,21	0,28	0,33	0,40	0,46	0,52
10.....			0,15	0,20	0,25	0,29	0,33	0,37
11.....			0,10	0,14	0,18	0,21	0,24	0,27
12.....			0,07	0,10	0,13	0,15	0,18	0,19
13.....				0,07	0,10	0,12	0,13	0,14

En resumen, los barómetros de alta precisión deben ser bastante anchos para que la depresión capilar sea insignificante.

2.<sup>a</sup>.—CORRECCIÓN DE TEMPERATURA

*Reducción a 0° de las lecturas barométricas hechas  
con instrumentos de escala de latón*

*Las escalas que sirven para medir las alturas del mercurio en un barómetro no dan indicaciones exactas sino cuando su temperatura es de 0°, porque es a 0° cuando cada una de las divisiones vale 1 mm.*

La fórmula que sirve para encontrar la corrección a 0° es la siguiente:

$$C = \frac{(\mu - \lambda) t}{1 + \mu t} H ,$$

en la que  $\mu$  es el coeficiente de la dilatación cúbica del mercurio = 0,0001818 (según Regnaült);  $\lambda$  el coeficiente de dilatación lineal del latón = 0,0000184 (según Benoit);  $t$  la temperatura del termómetro fijo en el momento de la observación y  $H$  la presión observada.

Substituyendo los valores numéricos en esta fórmula quedará:

$$C = \frac{0,0001634 \times t}{1 + 0,0001818 \times t} \times H$$

Con esta fórmula se han calculado las tablas que damos a continuación, tomadas de las *Tablas Meteorológicas Internacionales*.

Damos en seguida una explicación de su manejo, ilustrándolo con ejemplos para aquellas personas que por primera vez hagan uso de dichas tablas.

Búsquese en la primera columna horizontal el número que más se acerque a la presión observada, y en la vertical los grados enteros marcados por el termómetro fijo; en el punto en que se cruce la prolongación de las dos columnas, encontraremos la corrección deseada. La interpolación, por las fracciones de grado del termómetro fijo, se hace fácilmente de memoria.



Debe advertirse que para todas las temperaturas superiores a cero, la corrección es *siempre negativa*, y *positiva* para las inferiores a dicho punto.

### Ejemplos

	mm.
Altura barométrica observada.....	615,80
Temperatura del termómetro fijo = 20°,7	
Corrección correspondiente.....	—2,07
	<hr/>
Altura reducida a 0°.....	613,73

	mm.
Altura barométrica observada.....	610,30
Temperatura del termómetro fijo = —2°,5	
Corrección correspondiente.....	+0,25
	<hr/>
Altura reducida a 0°.....	610,55

Tabla I para la reducción del barómetro a 0°

Grados Centígrados	Altura barométrica en milímetros						
	460	470	480	490	500	510	520
—20	1,51	1,54	1,57	1,61	1,64	1,67	1,71
—19	43	46	50	53	56	56	62
—18	36	39	42	45	48	50	53
—17	28	31	34	37	39	42	45
—16	21	23	26	28	31	34	36
—15	1,13	1,16	1,18	1,20	1,23	1,25	1,28
—14	05	08	10	12	15	17	19
—13	0,98	1,00	1,02	1,04	1,06	09	11
—12	90	0,92	0,94	0,96	0,98	1,00	1,02
—11	83	85	86	88	90	0,92	0,94
—10	0,75	0,77	0,79	0,80	0,82	0,83	0,85
— 9	68	69	71	72	74	75	77
— 8	60	62	63	64	65	67	68
— 7	53	54	55	56	57	58	60
— 6	45	46	47	48	49	50	51
— 5	0,38	0,38	0,39	0,40	0,41	0,42	0,43
— 4	30	31	31	32	33	33	34
— 3	23	23	24	24	25	25	26
— 2	15	15	16	16	16	17	17
— 1	08	08	0 8	08	08	08	08
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1	08	08	08	08	08	08	08
2	15	15	16	16	16	17	17
3	23	23	24	24	24	25	25
4	30	31	31	32	33	33	34
5	0,38	0,38	0,39	0,40	0,41	0,42	0,42
6	45	46	47	48	49	50	51
7	53	54	55	56	57	58	59
8	60	61	63	64	65	67	68
9	68	69	70	72	73	75	76



Tabla I para la reducción del barómetro a 0°

Grados Centígrados	Altura barométrica en milímetros						
	530	540	550	560	570	580	590
—20	1,74	1,77	1,80	1,84	1,87	1,90	1,94
—19	65	68	71	74	78	81	84
—18	56	59	62	65	68	71	74
—17	48	50	53	56	59	62	64
—16	39	42	44	47	49	52	55
—15	1,30	1,33	1,35	1,38	1,40	1,43	1,45
—14	22	24	26	28	31	33	35
—13	13	15	17	19	21	23	26
—12	04	06	08	10	12	14	16
—11	0,95	0,97	0,99	01	03	04	06
—10	0,87	0,88	0,90	0,92	0,93	0,95	0,97
— 9	78	80	81	82	84	85	87
— 8	69	71	72	73	75	76	77
— 7	61	62	63	64	65	66	68
— 6	52	53	54	55	56	57	58
— 5	0,43	0,44	0,45	0,46	0,47	0,47	0,48
— 4	35	35	36	37	37	38	39
— 3	26	26	27	27	28	28	29
— 2	17	18	18	18	19	18	19
— 1	09	09	09	09	09	09	10
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1	09	09	09	09	09	09	10
2	17	18	18	18	19	19	19
3	26	26	27	27	28	28	29
4	35	35	36	37	37	38	39
5	0,43	0,44	0,45	0,46	0,47	0,47	0,48
6	52	53	54	55	56	56	58
7	61	62	63	64	65	66	67
8	69	70	72	73	74	76	77
9	78	79	81	82	84	85	87

Tabla I para la reducción del barómetro a 0°

Grados Centígrados	Altura barométrica en milímetros						
	600	610	620	630	640	650	660
—20°	1,97	2,00	2,03	2,07	2,10	2,13	2,16
—19	87	1,90	1,93	1,96	1,99	02	06
—18	77	80	83	86	89	1,92	1,95
—17	67	70	73	76	78	81	84
—16	57	60	63	65	68	70	73
—15	1,47	1,50	1,52	1,55	1,57	1,60	1,62
—14	38	40	42	44	47	49	51
—13	28	30	32	34	36	38	41
—12	18	20	22	24	26	28	30
—11	08	10	12	13	15	17	19
—10	0,98	1,00	1,01	1,03	1,05	1,06	1,08
— 9	88	0,90	0,91	0,93	0,94	0,96	0,97
— 8	79	80	81	82	84	85	86
— 7	69	70	71	72	73	74	76
— 6	59	60	61	62	63	64	65
— 5	0,49	0,50	0,51	0,52	0,52	0,53	0,54
— 4	39	40	41	41	42	43	43
— 3	29	30	30	31	31	32	32
— 2	20	20	20	21	21	21	22
— 1	10	10	10	10	10	11	11
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1	10	10	10	10	10	11	11
2	20	20	20	21	21	21	22
3	29	30	30	31	31	32	32
4	39	40	40	41	42	42	43
5	0,49	0,50	0,51	0,51	0,52	0,53	0,54
6	59	60	61	62	63	64	65
7	69	70	71	72	73	74	75
8	78	80	81	82	84	85	86
9	88	90	91	92	94	95	97



Tabla I para la reducción del barómetro a 0°

Grados centígrados	Altura barométrica en milímetros.						
	670	680	690	700	710	720	730
—20 <sup>o</sup>	2,20	2,23	2,26	2,30	2,33	2,36	2,39
—19	09	12	15	18	21	24	27
—18	1,98	01	04	07	10	12	15
—17	87	1,89	1,92	1,95	1,98	01	03
—16	76	78	81	84	86	1,89	1,91
—15	1,65	1,67	1,70	1,72	1,74	1,77	1,79
—14	54	53	58	61	63	65	67
—13	43	45	47	49	51	53	55
—12	32	34	36	38	40	41	43
—11	21	22	24	26	28	30	31
—10	1,10	1,11	1,13	1,15	1,16	1,18	1,19
— 9	0,99	00	02	03	05	06	08
— 8	88	0,89	0,90	0,92	0,93	0,94	0,96
— 7	77	78	79	80	81	82	84
— 6	66	67	68	69	70	71	72
— 5	0,55	0,56	0,56	0,57	0,58	0,59	0,60
— 4	44	44	45	46	46	47	48
— 3	33	33	34	34	35	35	36
— 2	22	22	23	23	23	24	24
— 1	11	11	11	11	12	12	12
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1	11	11	11	11	12	12	12
2	22	22	23	23	23	24	24
3	33	33	34	34	35	35	36
4	44	44	45	46	46	47	48
5	0,55	0,56	0,56	0,57	0,58	0,59	0,60
6	66	67	68	69	70	71	71
7	77	78	79	80	81	82	83
8	87	89	90	91	93	94	95
9	98	1,00	1,01	1,03	1,04	1,06	1,07

Tabla I para la reducción del barómetro a 0°

Grados Centígrados	Altura barométrica en milímetros					
	740	750	760	770	780	790
—20°	2,43	2,46	2,49	2,53	2,56	2,59
—19	31	34	37	40	43	46
—18	18	21	24	27	30	33
—17	06	09	12	15	17	20
—16	1,94	1,97	1,99	02	05	07
—15	1,82	1,84	1,87	1,89	1,92	1,94
—14	70	72	64	77	79	81
—13	58	60	72	64	66	68
—12	45	47	49	51	53	55
—11	33	35	37	39	40	42
—10	1,21	1,23	1,24	1,26	1,28	1,29
— 9	09	10	12	13	15	16
— 8	0,97	0,98	0,98	01	02	03
— 7	85	86	87	0,88	0,89	0,90
— 6	73	74	75	76	77	78
— 5	0,61	0,61	0,62	0,63	0,64	0,65
— 4	48	49	50	50	51	52
— 3	36	37	37	38	38	39
— 2	24	25	25	25	25	26
— 1	12	12	12	13	13	13
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1	12	12	12	13	13	13
2	24	25	25	25	25	26
3	36	37	37	38	38	39
4	48	50	50	50	51	52
5	0,60	0,61	0,62	0,63	0,64	0,64
6	72	73	74	75	76	77
7	85	86	87	88	89	90
8	97	98	99	1,01	1,02	1,03
9	1,09	1,10	1,12	13	15	16



*Tabla I para la reducción del barómetro a 0°*

Grados Centígrados	Altura barométrica en milímetros						
	460	470	480	490	500	510	520
10 <sup>o</sup>	0,75	0,77	0,78	0,80	0,82	0,83	0,85
11	83	84	86	88	90	91	93
12	90	92	94	96	98	1,00	1,02
13	97	1,00	1,02	1,04	1,06	08	10
14	1,05	07	10	12	14	16	19
15	1,12	1,15	1,17	1,20	1,22	1,25	1,27
16	20	23	25	28	30	33	36
17	27	30	33	36	38	41	44
18	35	38	41	44	47	50	52
19	42	45	49	52	55	58	61
20	1,50	1,53	1,56	1,60	1,63	1,66	1,69
21	57	61	64	67	71	74	78
22	65	68	72	75	78	83	86
23	72	76	80	83	87	91	95
24	80	84	87	91	95	99	2,03
25	1,87	1,91	1,95	1,99	2,03	2,07	2,11
26	95	99	2,03	2,07	11	16	20
27	2,02	2,06	11	15	20	24	28
28	09	14	18	23	28	32	37
29	17	22	26	31	36	40	45
30	2,24	2,29	2,34	2,39	2,44	2,49	2,54
31	32	37	42	47	52	57	62
32	39	44	50	55	60	65	70
33	47	52	57	63	68	73	79
34	51	60	65	71	76	82	87
35	2,61	2,67	2,73	2,78	2,84	2,90	2,96
36	69	75	81	86	92	98	3,04
37	76	82	88	94	3,00	3,06	12
38	84	90	96	3,02	08	14	21
39	91	97	3,04	10	16	23	29
40	2,98	3,05	3,11	3,18	3,24	3,31	3,37

Grados Centígrados	Altura barométrica en milímetros						
	530	540	550	560	570	580	590
10 <sup>o</sup>	0,86	0,88	0,90	0,91	0,93	0,95	0,96
11	95	97	99	1,00	1,02	1,04	1,06
12	1,04	1,06	1,08	10	12	13	15
13	12	14	17	19	21	23	25
14	21	23	25	28	30	32	35
15	1,30	1,32	1,34	1,37	1,39	1,42	1,44
16	38	41	43	46	49	51	54
17	47	50	52	55	58	61	63
18	55	58	61	64	67	70	73
19	64	67	70	73	76	79	83
20	1,73	1,76	1,79	1,82	1,86	1,89	1,92
21	81	85	88	91	95	98	2,02
22	90	93	97	2,01	2,04	2,08	11
23	98	2,02	2,06	10	13	17	21
24	2,07	11	15	19	23	26	30
25	2,16	2,20	2,24	2,28	2,32	2,35	2,40
26	24	28	33	37	41	45	49
27	33	37	41	46	50	55	59
28	41	46	50	55	59	64	69
29	50	55	59	64	69	73	78
30	2,58	2,63	2,68	2,73	2,78	2,83	2,88
31	67	72	77	82	87	92	97
32	76	81	86	91	96	3,02	3,07
33	84	89	95	3,00	3,06	11	16
34	93	98	3,04	09	15	20	26
35	3,01	3,07	3,13	3,18	3,24	3,30	3,35
36	10	16	21	27	33	39	45
37	18	24	30	36	42	48	54
38	27	33	38	45	51	58	64
39	35	42	48	54	61	67	73
40	3,44	3,50	3,57	3,63	3,70	3,76	3,83



Grados Centígrados	Altura barométrica en milímetros						
	600	610	620	630	640	650	660
10 <sup>o</sup>	0,98	0,99	1,01	1,03	1,04	1,06	1,08
11	1,08	1,09	11	13	15	17	18
12	17	19	21	23	25	27	29
13	27	29	31	34	36	38	40
14	37	39	41	44	46	48	51
15	1,47	1,49	1,52	1,54	1,56	1,59	1,61
16	56	59	62	64	67	70	72
17	66	69	72	74	77	80	83
18	76	79	82	85	88	91	93
19	86	89	92	95	98	2,01	2,04
20	1,95	1,99	2,02	2,05	2,08	2,12	2,15
21	2,05	2,09	12	15	19	22	26
22	15	18	22	26	29	33	36
23	25	28	32	36	40	43	47
24	34	38	42	46	50	54	58
25	2,44	2,48	2,52	2,56	2,60	2,64	2,68
26	54	58	62	66	71	75	79
27	63	68	72	77	81	85	90
28	73	78	82	87	91	96	3,00
29	83	88	92	97	3,02	3,06	11
30	2,93	2,97	3,02	3,07	3,12	3,17	3,22
31	3,02	3,07	12	17	22	27	32
32	12	17	22	28	33	38	43
33	22	27	32	38	43	48	54
34	31	37	42	48	53	59	64
35	3,41	3,47	3,52	3,58	3,64	3,69	3,75
36	51	56	62	68	74	80	86
37	60	66	72	78	84	90	96
38	70	76	82	88	95	4,09	4,07
39	80	86	92	99	4,05	11	18
40	3,89	3,96	4,02	4,09	4,15	4,22	4,28

Grados Centígrados	Altura barométrica en milímetros						
	670	680	690	700	710	720	730
10 <sup>o</sup>	1,09	1,11	1,13	1,14	1,16	1,17	1,19
11	20	22	24	26	27	29	31
12	31	33	35	37	39	41	43
13	42	44	46	48	50	53	55
14	53	55	57	60	62	64	67
15	1,64	1,66	1,69	1,71	1,74	1,76	1,78
16	75	77	80	82	85	88	90
17	86	88	91	94	97	99	2,02
18	96	99	2,02	2,05	2,08	2,11	14
19	2,07	2,10	13	17	20	23	26
20	2,18	2,21	2,25	2,28	2,31	2,34	2,38
21	29	32	36	39	43	46	50
22	40	43	47	51	54	58	61
23	51	54	58	62	66	69	73
24	62	66	69	73	77	81	85
25	2,72	2,77	2,81	2,85	2,89	2,93	2,97
26	83	88	92	96	00	3,04	3,09
27	94	99	3,03	3,07	3,12	16	20
28	3,05	3,10	14	19	23	28	32
29	16	21	25	30	35	39	44
30	3,27	3,32	3,36	3,41	3,46	3,51	3,56
31	37	43	48	53	58	63	68
32	48	54	59	64	69	74	79
33	59	64	70	75	81	86	91
34	70	75	81	87	92	98	4,03
35	3,81	3,86	3,92	3,98	4,03	4,09	4,15
36	92	97	4,03	4,09	15	21	27
37	4,02	4,08	14	20	26	32	38
38	13	19	25	32	38	44	50
39	24	30	37	43	49	56	62
40	4,35	4,41	4,48	4,54	4,61	4,67	4,74



Grados centígrados	Altura barométrica en milímetros					
	740	750	760	770	780	790
10°	1,21	1,22	1,24	1,26	1,27	1,29
11	33	35	36	38	40	42
12	45	47	49	51	53	55
13	57	59	61	63	65	67
14	68	71	73	76	78	80
15	1,81	1,83	1,86	1,88	1,91	1,93
16	93	96	98	2,01	2,03	2,06
17	2,05	2,08	2,10	13	16	19
18	17	20	23	26	29	32
19	29	32	35	38	41	44
20	2,41	2,44	2,47	2,51	2,54	2,57
21	53	56	60	63	67	70
22	65	69	72	76	79	83
23	77	81	84	88	92	96
24	89	93	97	3,01	3,05	3,08
25	3,01	3,05	3,09	3,13	3,17	3,21
26	13	17	21	26	30	34
27	25	29	34	38	42	47
28	37	41	46	51	55	60
29	49	54	58	63	68	72
30	3,61	3,66	3,71	3,75	3,80	3,85
31	73	78	83	88	93	98
32	85	90	95	4,00	4,05	4,11
33	97	4,02	4,07	13	18	23
34	4,09	14	20	25	31	36
35	4,21	4,26	4,32	4,38	4,43	4,49
36	32	38	44	50	56	62
37	44	50	56	63	68	74
38	56	62	69	75	81	87
39	68	75	81	87	94	5,00
40	4,80	4,87	4,93	5,00	5,06	5,13

### 3.<sup>a</sup> REDUCCIÓN DE LA PRESIÓN A LA GRAVEDAD NORMAL

Es sabido que *la pesantez aumenta del ecuador al polo y disminuye con la altitud*; de aquí resulta que dos columnas de mercurio de la misma altura ejercerán diferente presión en lugares de latitud diferente, y que para que puedan tomarse las indicaciones del barómetro como medida de la presión, o, como se dice, para que sean comparables, es necesario reducirlas a lo que serían si la intensidad de la pesantez fuese la misma en todos los puntos donde se observó.

No nos detendremos en explicar detalladamente esta corrección.

Nos limitaremos a dar solamente la fórmula que nos da la altura  $H_0$  del barómetro reducida a la latitud de  $45^\circ$  y al nivel del mar. Dicha fórmula es la siguiente

$$H_0 = H (1 - 0,00259 \cos 2\phi) (1 - 0,000000196Z),$$

en la que  $Z$  es la altitud del lugar.

Inútil es decir que la indicación  $H$  del barómetro se supone corregida de los errores instrumentales y reducida a  $0^\circ$ .

En virtud de la pequeñez de los coeficientes de  $\cos 2\phi$  y  $Z$ , puede ponerse la expresión anterior bajo esta forma:

$$H_0 = H - 0,00259 H \cos 2\phi - 0,000000196 ZH$$



*prescindiendo del producto de los términos que contienen a  $\cos 2\phi$  y Z, porque es muy pequeño.*

Ponemos unos ejemplos por vía de ilustración:

Presión observada.....	H=710,0 mm.
Latitud.....	$\phi=33^{\circ}34'$
Altitud.....	Z=600 m.

$$0,00259\cos 2\phi = 0,00101$$

$$710,0 \times 0,00101 = 0,717$$

$$710,0 - 0,717 = 709,28$$

709,28 mm. será la presión reducida a la latitud de  $45^{\circ}$ .

Calculemos ahora el término que dé la corrección por altitud.

$$0,000000196 \times 600 = 0,00012$$

$$0,00012 \times 710,0 = 0,085 \text{ mm.}$$

Los términos que nos dan las correcciones por latitud y altitud han sido tabulados. A continuación damos dos tablas tomadas de las METEOROLÓGICAS INTERNACIONALES para todas las latitudes de la República y para alturas comprendidas entre 0 y 3 000 m.

En la fórmula de reducción indicada, se ve claramente que, para reducir las columnas de mercurio a la gravedad normal, *es preciso restar* de la altura observada dos términos, que representan separadamente la influencia de la variación de la pesantez, según *la latitud* y según *la altitud* del punto donde

se efectúa la observación. *El segundo término es siempre negativo*, excepto para las regiones que están situadas debajo del nivel del mar (Países Bajos, depresión del Mar Muerto, etc). Por el contrario, el primer término *es negativo para las latitudes comprendidas entre 0° y 45°, y positivo entre 45° y el polo*, siendo entonces  $\cos 2\phi$  una cantidad negativa, pero lo esencial es hacer notar que el signo de este término es el mismo, sea que la estación esté al N. o al S. del ecuador: no depende sino del valor absoluto de la latitud.

Las tablas que vienen a continuación están destinadas para facilitar el cálculo de estas reducciones.





T A B								
B.—Corrección								
Altitud en metros	460	480	500	520	540	560	580	600
100	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
200	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
300	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
400	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
500	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
600	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
700	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
800	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
900	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
1000	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
1100	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
1200	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
1300	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	0,15
1400	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	16
1500	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	18
1600	.....	.....	.....	.....	.....	.....	0,18	19
1700	.....	.....	.....	.....	.....	.....	19	20
1800	.....	.....	.....	.....	.....	.....	20	21
1900	.....	.....	.....	.....	.....	0,21	22	22
2000	.....	.....	.....	.....	.....	22	23	24
2100	.....	.....	.....	.....	0,22	23	24	25
2200	.....	.....	.....	.....	23	24	25	26
2300	.....	.....	.....	0,23	24	25	26	27
2400	.....	.....	.....	24	25	26	27	28
2500	.....	.....	0,25	25	26	27	28	29
2600	.....	.....	25	26	27	29	30	0,31
2700	.....	0,25	26	28	29	30	31	
2800	.....	26	27	29	30	31	0,32	
2900	0,26	27	28	30	31	32		
3000	0,27	0,28	0,29	0,31	0,32	0,33		





#### 4.<sup>a</sup> REDUCCIÓN DE LA PRESIÓN AL NIVEL DEL MAR

La presión atmosférica disminuye rápidamente cuando se va hacia arriba. Por consiguiente, para estudiar la distribución de la presión sobre una cierta área, es preciso, pues, eliminar la influencia de la altitud, y reducir todas las observaciones a un mismo nivel.

Ordinariamente se toma para este nivel el del mar, o de altitud nula, y la *reducción de la presión al nivel del mar* consiste así en calcular *qué presión debería indicar un barómetro que, en lugar de estar a la altitud de la estación, se encontrara en el mismo momento sobre la misma vertical, pero al nivel del mar*. Esta reducción se hace generalmente por medio de fórmulas largas y complicadas, que expresan la ley de variación de la presión con la altura en una atmósfera en equilibrio.

Diversas compilaciones, y especialmente las «*Tablas Meteorológicas Internacionales*», facilitan mucho esta reducción al nivel del mar; pero, como el cálculo es siempre largo y engorroso, es útil preparar de antemano una tablita que dé, en el acto, la cantidad que es preciso agregar a la altura barométrica observada  $H$ , para tener la altura reducida al nivel del mar.

La tablita que viene en seguida, preparada por el competente y laborioso meteorologista don Miguel Whittaker, del Instituto Central Meteorológico de Chile, nos da inmediatamente la corrección que es necesario aplicar a la altura barométrica observada en el «*Aeródromo Militar de «El Bosque»*» para tenerla reducida al nivel del mar.



TABLA PARA LA REDUCCIÓN DE LA PRESIÓN AL NIVEL DEL MAR, EN EL AERÓDROMO MILITAR DE EL BOSQUE (ESCUELA MILITAR DE AERONÁUTICA DE CHILE)

*La corrección es siempre aditiva*

Temperatura del aire T	Presión atmosférica reducida a 0		
	700 mm.	710 mm.	720 mm.
0° .....	52,0	52,7	53,5
10° .....	50,1	50,7	51,5
20° .....	48,3	49,0	49,7
30° .....	46,6	47,3	47,9

*Ejemplo*

Presión atmosférica reducida a 0..... =712,2 mm.

Corrección correspondiente para esta presión y para 13°,9 de temperatura del aire, (obtenida por la tablita anterior)..... +50,2

Presión atmosférica reducida al nivel del mar..... =762,4 mm.

TABLA DE LAS TENSIONES MÁXIMAS DEL VAPOR  
DE AGUA

La tensión  $f$  del vapor de agua se calcula por medio de la fórmula

$$f=f'-0,00079h(t-t')$$

en la que  $h$  es la presión atmosférica,  $t$  y  $t'$  las temperaturas indicadas por los termómetros seco y húmedo del psicrómetro, y  $f'$  la tensión máxima del vapor de agua correspondiente a la temperatura  $t'$ .

Cuando la temperatura  $t'$  es inferior a cero, entonces el coeficiente 0,00079 se convierte en 0,00069, en cuyo caso la fórmula queda así:

$$f=f'-0,00069h(t-t')$$

La pequeñez del coeficiente de  $h$  hace que se pueda, sin inconveniente, usar el valor medio que  $h$  tiene en la estación. En efecto, una variación de 10 mm. en la presión no produce, para  $t-t'=10^{\circ}$ , un error mayor de 0,08 en el valor de  $f$ , cantidad muy pequeña no sólo si se atiende a la precisión que pueden dar los instrumentos, sino también a la de las tablas que dan la tensión del vapor de agua.

*Ejemplo*

Termómetro seco.....	=	23°,9
Termómetro húmedo.....	=	13,8
		-----
$t-t'$ .....	=	10,1

$h= 712,2$  mm.



$$0,00079 \times 712,2 = 0,563$$

$$0,563 \times 10,1 = 5,69$$

tensión máxima correspondiente a  $13^{\circ},8 = 11,73$  mm.  
(véase Tabla A).

$$11,73$$

$$-5,69$$

$$f = 6,04$$

Para calcular el valor de la humedad relativa, simplemente se divide  $f$  por la tensión máxima correspondiente al termómetro seco.

Así:

Tensión máxima correspondiente a  $23^{\circ},9 = 22,02$  mm. (véase Tabla A).

$$\text{(Humedad relativa) } E = \frac{6,04}{22,02} = 0,27. (*)$$

Sin embargo, para evitar todos estos cálculos, se puede de antemano calcular en cada estación una

(\*) El valor de  $E$  (humedad relativa) fluctúa siempre entre 0 y 1, puesto que el numerador de esta fracción es siempre menor que el denominador y a lo sumo puede llegar a ser igual a éste. Pero los meteorologistas, buscando mayor comodidad, han adoptado como *expresión* de la humedad relativa un número  $\epsilon$  que es igual a 100 veces  $E$ .

Es decir que

$$\epsilon = 100 E$$

Así, pues, este número  $\epsilon$ , que servirá para medir la humedad relativa, estará siempre comprendido entre 0 y 100.

tabla de doble entrada, cuyos argumentos sean ( $t-t'$ ) y  $t'$ ; semejante a las Tablas IX (A) y IX (B) insertas en las páginas 506—511 del «*Manual de Meteorología Práctica*» compilado por el Capitán de Navío don Recaredo Amengual N., que dé inmediatamente la *tensión y la humedad relativa*. Para esto, en lugar de la  $h$  del momento de la observación, se toma la *presión media normal de la estación*, que llamaremos  $h'$ , y se forma el producto

$$0,00079 \times h'$$

Este valor, que permanece ya constante, se multiplica por todas las diferencias posibles entre  $t$  y  $t'$ , y este nuevo producto, restado de las tensiones correspondientes a  $t'$ , dará el valor de la tensión.

NOTA:—Las cifras de la tabla adjunta expresan milímetros de mercurio normal, es decir, a  $0^\circ$ , al nivel del mar y a la latitud de  $45^\circ$ , siendo su densidad 13,59593.



TABLA A PARA LA TENSIÓN MÁXIMA DEL VAPOR  
DE AGUA

Grados	Décimos de grado				
	0,0	0,1	0,2	0,3	0,4
	mm.	mm.	mm.	mm.	mm
—9	2,33	2,31	2,29	2,27	2,26
8	2,51	2,50	2,48	2,46	2,44
7	2,72	2,69	2,67	2,65	2,63
6	2,93	2,91	2,89	2,86	2,84
5	3,16	3,14	3,11	3,09	3,07
4	3,41	3,38	3,36	3,33	3,31
3	3,67	3,64	3,62	3,59	3,56
2	3,95	3,92	3,89	3,87	3,84
1	4,25	4,22	4,19	4,16	4,13
—0	4,57	4,54	4,50	4,47	4,44
+0	4,57	4,60	4,64	4,67	4,70
1	4,91	4,94	4,98	5,02	5,05
2	5,27	5,31	5,35	5,39	5,42
3	5,66	5,70	5,74	5,78	5,82
4	6,07	6,11	6,15	6,20	6,24
5	6,51	6,55	6,60	6,64	6,69
6	6,97	7,02	7,07	7,12	7,17
7	7,47	7,52	7,57	7,62	7,67
8	7,99	8,05	8,10	8,15	8,21
9	8,55	8,61	8,66	8,72	8,78
10	9,14	9,20	9,26	9,32	9,39
11	9,77	9,83	9,90	9,96	10,03
12	10,43	10,50	10,57	10,64	10,71
13	11,14	11,21	11,28	11,36	11,43
14	11,88	11,96	12,04	12,12	12,19
15	12,67	12,76	12,84	12,92	13,00

GRADOS	Dé imos de grado				
	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
	mm	mm	mm	mm	mm
—9	2,24	2,22	2,20	2,19	2,17
8	2,42	2,40	2,38	2,36	2,34
7	2,61	2,59	2,57	2,55	2,53
6	2,82	2,80	2,78	2,76	2,74
5	3,04	3,02	3,00	2,98	2,95
4	3,28	3,26	3,23	3,21	3,18
3	3,54	3,51	3,48	3,46	3,43
2	3,81	3,78	3,75	3,72	3,70
1	4,10	4,07	4,04	4,01	3,98
—0	4,41	4,37	4,34	4,31	4,28
+0	4,74	4,77	4,80	4,84	4,87
1	5,09	5,12	5,16	5,20	5,23
2	5,46	5,50	5,54	5,58	5,62
3	5,86	5,90	5,94	5,99	6,03
4	6,28	6,33	6,37	6,42	6,46
5	6,74	6,78	6,83	6,88	6,92
6	7,22	7,26	7,31	7,36	7,42
7	7,72	7,78	7,83	7,88	7,94
8	8,27	8,32	8,38	8,43	8,49
9	8,84	8,90	8,96	9,02	9,08
10	9,45	9,51	9,58	9,64	9,70
11	10,09	10,16	10,23	10,30	10,36
12	10,78	10,85	10,92	10,99	11,07
13	11,50	11,58	11,66	11,73	11,81
14	12,27	12,35	12,43	12,51	12,59
15	13,09	13,17	13,25	13,34	13,42



GRADOS	Décimos de grado				
	0,0	0,1	0,2	0,3	0,4
	mm	mm	mm	mm	mm
+16	13,51	13,60	13,68	13,77	13,86
17	14,40	14,49	14,58	14,67	14,76
18	15,33	15,43	15,52	15,62	15,72
19	16,32	16,42	16,52	16,63	16,73
20	17,36	17,47	17,58	17,69	17,80
21	18,47	18,58	18,69	18,81	18,92
22	19,63	19,75	19,87	19,99	20,11
23	20,86	20,98	21,11	21,24	21,37
24	22,15	22,29	22,42	22,55	22,69
25	23,52	23,66	23,80	23,94	24,08
26	24,96	25,10	25,25	25,40	25,55
27	26,47	26,63	26,78	26,94	27,10
28	28,07	28,23	28,39	28,56	28,73
29	29,74	29,92	30,09	30,26	30,44
30	31,51	31,69	31,87	32,06	32,24
31	33,37	33,56	33,75	33,94	34,14
32	35,32	35,52	35,72	35,92	36,13
33	37,37	37,58	37,79	38,00	38,22
34	39,52	39,74	39,97	40,19	40,41
35	41,78	42,02	42,25	42,48	42,72
36	44,16	44,40	44,65	44,89	45,14
37	46,65	46,90	47,16	47,42	47,68
38	49,26	49,53	49,80	50,07	50,34
39	52,00	52,28	52,56	52,84	53,13
40	54,87	55,16	55,46	55,75	56,05
41	57,87	58,18	58,49	58,80	59,11
42	61,02	61,34	61,66	61,99	62,32
43	64,31	64,65	64,99	65,33	65,67
44	67,76	68,11	68,47	68,82	69,18
45	71,36	71,73	72,10	72,48	72,85

Grados	Décimos de grado				
	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
	mm	mm	mm	mm	mm
+16	13,95	14,04	14,12	14,21	14,38
17	14,86	14,95	15,04	15,14	15,23
18	15,82	15,92	16,02	16,12	16,22
19	16,83	16,94	17,04	17,15	17,26
20	17,91	18,02	18,13	18,24	18,35
21	19,04	19,16	19,27	19,39	19,51
22	20,24	20,36	20,48	20,61	20,73
23	21,50	21,63	21,76	21,89	22,02
24	22,83	22,96	23,10	23,24	23,38
25	24,23	24,37	24,52	24,66	24,81
26	25,70	25,86	26,01	26,16	26,32
27	27,26	27,42	27,58	27,74	27,90
28	28,89	29,06	29,23	29,40	29,57
29	30,62	30,79	30,97	31,15	31,33
30	32,43	32,61	32,80	32,99	33,18
31	34,33	34,53	34,72	34,92	35,12
32	36,33	36,54	36,74	36,95	37,16
33	38,43	38,65	38,87	39,08	39,30
34	40,64	40,87	41,09	41,32	41,55
35	42,96	43,19	43,43	43,67	43,92
36	45,39	45,64	45,89	46,14	46,39
37	47,94	48,20	48,46	48,73	48,99
38	50,61	50,89	51,16	51,44	51,72
39	53,41	53,70	53,99	54,28	54,57
40	56,35	56,65	56,95	57,26	57,56
41	59,43	59,74	60,06	60,38	60,70
42	62,65	62,98	63,31	63,64	63,97
43	66,01	66,36	66,71	67,05	67,41
44	69,54	69,90	70,26	70,63	70,99
45	73,23	73,60	73,98	74,36	74,75



Grados	Décimos de grado				
	0,0	0,1	0,2	0,3	0,4
	mm	mm	mm	mm	mm
+46	75,13	75,52	75,91	76,30	76,69
47	79,07	79,47	79,88	80,29	80,70
48	83,19	83,61	84,03	84,46	84,89
49	87,49	87,93	88,37	88,81	89,36
50	91,98	92,44	92,90	93,36	93,83

GRADOS	Décimos de grado				
	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
	mm	mm	mm	mm	mm
+46	77,08	77,47	77,87	78,27	78,67
47	81,11	81,52	81,93	82,35	82,77
48	85,32	85,75	86,18	86,61	87,05
49	89,71	90,16	90,61	91,06	91,52
50	94,30	94,77	95,24	95,71	96,19



TABLA DE LOS COEFICIENTES DE GLAISHER PARA  
CALCULAR LA TEMPERATURA DEL PUNTO DE RO-  
CÍO CON LOS DATOS DEL PSICRÓMETRO.

Si enfriamos progresivamente un cuerpo, tal como un vaso de vidrio, colocado en una atmósfera no saturada de vapor de agua, llega un momento en que el aire que está en contacto con la superficie del vaso, y que se enfría al mismo tiempo que éste, adquiere la temperatura en que el vapor de agua que contiene lo satura. Este vapor se condensa entonces, y se deposita en forma de *vaho* o de *rocío* en la superficie enfriada. Un termómetro colocado en el interior del vaso indicará, en ese instante, la temperatura del *punto de rocío*, es decir, *la temperatura de saturación de la capa del aire ambiente*.

Pues bien, de observaciones comparativas entre el psicrómetro y el higrómetro de condensación hechas en Greenwich, Glaisher dedujo unos coeficientes empíricos que, multiplicados por la diferencia  $t-t'$  de las temperaturas de los termómetros seco y húmedo del psicrómetro y restando el producto de la temperatura del aire  $T$ , dan LA TEMPERATURA DEL PUNTO DE ROCÍO.

Así:

$$t_0 = T - K (t - t')$$

*Ejemplo:*

Calculemos la temperatura del punto de rocío con los siguientes datos:

Termómetro seco del psicrómetro		= 18°,3
» húmedo »		= 11,0
		t—t' = 7°,3

Coeficiente K para 18°,3 (Tabla anexa) = 1,7

$$1,7 \times 7°,3 = 12°,4$$

$$18°,3 - 12°,4 = 5°,9$$

5°,9 sería entonces la temperatura del punto de rocío, cuando la temperatura del aire fuera de 18°,3.

Temperatura del aire	K	Temperatura del aire	K	Temperatura del aire	K
0.....	2,1	11.....	2,0	22.....	1,2
1.....	2,7	12.....	2,0	23.....	1,3
2.....	2,6	13.....	1,9	24.....	1,4
3.....	2,5	14.....	1,9	25.....	1,5
4.....	2,5	15.....	1,8	26.....	1,6
5.....	2,4	16.....	1,8	27.....	1,7
6.....	2,4	17.....	1,7	28.....	1,8
7.....	2,3	18.....	1,7	29.....	1,9
8.....	2,3	19.....	1,6	30.....	1,0
9.....	2,3	20.....	1,6	31.....	1,1
10.....	2,1	21.....	1,6	32.....	1,1



## TABLA

QUE INDICA LA CORRESPONDENCIA DE LOS TERMÓMETROS DE CELSIO O CENTÍGRADO CON LOS DE FAHRENHEIT Y RÉAUMUR O DE 80°.

Centigrado	Fahrenheit	Réaumur	Centigrado	Fahrenheit	Réaumur
—20°	— 4,00	—16,00	— 3°	+26,06	— 2,04
—19	— 2, 2	—15, 2	— 2	+28, 4	— 1, 6
—18	— 0, 4	—14, 4	— 1	+30, 2	— 0, 8
—17	+ 1, 4	—13, 6	0	+32, 0	0, 0
—16	+ 3, 2	—12, 8	+ 1	+33, 8	+ 0, 8
—15	+ 5, 0	—12, 0	+ 2	+35, 6	+ 1, 6
—14	+ 6, 8	—11, 2	+ 3	+37, 4	+ 2, 4
—13	+ 8, 6	—10, 4	+ 4	+39, 2	+ 3, 2
—12	+10, 4	— 9, 6	+ 5	+41, 0	+ 4, 0
—11	+12, 2	— 8, 8	+ 6	+42, 8	+ 4, 8
—10	+14, 0	— 8, 0	+ 7	+44, 6	+ 5, 6
— 9	+15, 8	— 7, 2	+ 8	+46, 4	+ 6, 4
— 8	+17, 6	— 6, 4	+ 9	+48, 2	+ 7, 2
— 7	+19, 4	— 5, 6	+10	+50, 0	+ 8, 0
— 6	+21, 2	— 4, 8	+11	+51, 8	+ 8, 8
— 5	+23, 0	— 4, 0	+12	+53, 6	+ 9, 6
— 4	+24, 8	— 3, 2	+13	+55, 4	+10, 4

Centigrado	Fahrenheit	Réaumur	Centigrado	Fahrenheit	Réaumur
+14 <sup>o</sup>	+57,02	+11,02	+30 <sup>o</sup>	+86,00	+24,00
+15	+59,0	+12,0	+31	+87,8	+24,8
+16	+60,8	+12,8	+32	+89,6	+25,6
+17	+62,6	+13,6	+33	+91,4	+26,4
+18	+64,4	+14,4	+34	+93,2	+27,2
+19	+66,2	+15,2	+35	+95,0	+28,0
+20	+68,0	+16,0	+36	+96,8	+28,8
+21	+69,8	+16,8	+37	+98,6	+29,6
+22	+71,6	+17,6	+38	+100,4	+30,4
+23	+73,4	+18,4	+39	+102,2	+31,2
+24	+75,2	+19,2	+40	+104,0	+32,0
+25	+77,0	+20,0	+41	+105,8	+32,8
+26	+78,8	+20,8	+42	+107,6	+33,6
+27	+80,6	+21,6	+43	+109,4	+34,4
+28	+82,4	+22,4	+44	+111,2	+35,2
+29	+84,2	+23,2	+45	+113,0	+36,0
			+100	+212,0	+80,0





## II

### TABLAS ALTIMÉTRICAS

---

#### **Determinación de alturas por medio del barómetro**

---

##### 1.º *Fórmula de Laplace*

Adoptando los signos usados en las *Tablas Meteorológicas Internacionales*, llamaremos:  $Z$ , el desnivel entre las dos estaciones;  $B$  y  $b$ , las presiones en las estaciones inferior y superior respectivamente;  $R$ , el radio medio de la Tierra;  $r$ , la elevación sobre el nivel del mar de la estación inferior;  $Z'$ , un valor aproximativo del desnivel, que se calcula como in-

dicaremos después. Con estos signos, la fórmula de Laplace puede ponerse así:

$$Z = A \times D \times (\log B - \log b) + Z' \frac{2r + Z'}{R}$$

en la que  $Z'$  se obtiene así:

$$Z' = A \times D \times (\log B - \log b)$$

A es un factor que varía con la Latitud; su valor es:

$$A = 18429 (1 + 0,00259 \cos 2\lambda)$$

tomando el metro como unidad; pero no es necesario calcularlo, pues lo da la tabla I, con *la Latitud como argumento*.

El factor D depende de la temperatura; se obtiene con la Tabla II, entrando con *la suma de las temperaturas de las dos estaciones como argumento*; la fórmula que lo da es la siguiente:

$$D = \left\langle 1 + 0,002 (T + t) \right\rangle$$

Por último, la Tabla III, en la que el argumento horizontal es la elevación  $r$  de la estación inferior y el argumento vertical el desnivel  $Z'$ , nos da el término

$$Z' \frac{2r + Z'}{R}$$



Vamos a aplicar la fórmula a un ejemplo.

Se trata de hallar el desnivel entre dos estaciones, con las observaciones simultáneas hechas en esos dos puntos. La Latitud media de ellas es de  $18^{\circ}30'$  y la altura aproximada de la estación inferior es de 2300 metros.

	Presión mm	Temp.
Estación inferior.....	B=588,85	T= $13^{\circ},5$
» superior.....	b=491,27	t = $6^{\circ},2$

Estas presiones están reducidas a 0.

log B=	2,77000	A (Tabla I)=	4,26640
log b=	2,69132	D (Tabla II)=	0,01678
<hr/>			
log B—log b=	0,07868	log. ....	=8,89586
<hr/>			
		log Z =	3,17904
<hr/>			
		Z =	1510,2
Corrección por r=2300 y Z =1500 (Tabla III)=	1,4		
<hr/>			
		Z =	<u>1511,6 m.</u>

## TABLA I

FACTOR DEPENDIENTE DE LA LATITUD

*Argumento: Latitud media de las dos estaciones*

$\lambda$	A	$\lambda$	A	$\lambda$	A
0°	4,26662	15°	4,26647	30°	4,26606
1	26662	16	26645	31	26603
2	26662	17	26643	32	26599
3	26661	18	26641	33	26596
4	26661	19	26639	34	26592
5	26661	20	26636	35	26588
6	26660	21	26634	36	26585
7	26659	22	26631	37	26581
8	26658	23	26628	38	26577
9	26657	24	26625	39	26573
10	26656	25	26622	40	26570
11	26654	26	26619	41	26566
12	26653	27	26616	42	26562
13	26651	28	26613	43	26558
14	26648	29	26610	44	26554
15	4,26647	30	4,26606	45	4,26550



## TABLA II

FACTOR BAROMÉTRICO DEPENDIENTE DE LA TEMPERATURA DEL AIRE

T+t	Log D	Dif.	T+t	Log D	Dif.	T+t	Log D	Dif.
2	0,00173		5	0,00433		8	0,00689	
		87			86			86
3	00260		6	00518		9	00775	
		86			86			85
4	00346		7	00604		10	00860	
		86			85			85
5	00432		8	00689		11	00945	
		...			...			...
11	0,00945		24	0,02036		37	0,03100	
		85			83			81
12	01030		25	02119		38	03181	
		85			83			81
13	01115		26	02202		39	03262	
		84			82			80
14	01199		27	02284		40	03342	
		85			82			81
15	01284		28	02366		41	03423	
		84			83			80
16	01368		29	02449		42	03503	
		84			82			80
17	01452		30	02531		43	03583	
		84			81			80
18	01536		31	02612		44	03363	
		83			82			80
19	01620		32	02694		45	03743	
		83			82			6L
20	01703		33	02776		46	03822	

T+t	Log D	Dif.	T+t	Log D	Dif.	T+t	Log D	Dif.
21	0,01787		34	0,02857		47	0,03902	
		83			81			79
22	01870		35	02938		48	03981	
		83			81			79
23	01953		36	03019		49	03060	
		83			81			79
24	02036		37	03310		50	04139	



TABLA III

*Corrección por altura de la estación inferior (r) y desnivel (Z')*

$Z' \backslash r$	0	500	1000	1500	2000	2500	3000
500	0,0	0,1	0,2	0,3	0,3	0,4	0,5
1000	0,2	0,3	0,5	0,6	0,8	1,0	1,1
1500	0,4	0,6	0,8	1,1	1,3	1,5	1,8
2000	0,6	0,9	1,3	1,6	1,9	2,2	2,5
2500	1,0	1,4	1,8	2,2	2,6	3,0	3,3
3000	1,4	1,9	2,4	2,8	3,3	3,8	4,2

## 2.º FÓRMULA APROXIMADA

En ciertos casos puede bastar con la fórmula siguiente:

$$Z = \frac{B-b}{B+b} 16022 + 2 (T+t) \frac{Z'}{1000}$$

en la que  $Z'$  corresponde al primer término

$$\frac{B-b}{B+b} 16022.$$

Con esta fórmula se cometen errores que, cuando  $\frac{B-b}{B+b}$  llega a 0,1, alcanzan a 0,0033 del valor del desnivel.

Para facilitar su empleo insertamos la Tabla Ia, que da el factor

$$\frac{16022}{B+b}$$

Apliquemos la fórmula al ejemplo anterior:

$$B = 588,9 \text{ mm.} \quad T = 13^{\circ},5$$

$$b = 491,3 \text{ mm.} \quad t = 6^{\circ},2$$

$$\frac{B-b}{B+b} = \frac{97,6 \text{ mm.}}{1080,2 \text{ mm.}} \quad T+t = 19^{\circ},7$$

$$\frac{16022}{B+b} \text{ (Tabla Ia.)} = 14,83 \times 97,6 = 1447$$

$$\frac{Z'}{1000} = \frac{1447}{1000} = 1,45$$

$$2(T+t) \frac{Z'}{1000} = 39,4 \times 1,45 = 57$$

$$Z = \underline{\underline{1504 \text{ m.}}}$$



TABLA I.

B+b	$\frac{16022}{B+b}$	B+b	$\frac{16022}{B+b}$
mm	m	mm	m
1540	10,40	1180	13,57
1530	10,52	1160	13,81
1500	10,67	1140	14,06
1480	10,72	1120	14,31
1460	10,97	1100	14,57
1440	11,11	1080	14,84
1420	11,27	1060	15,11
1400	11,44	1040	15,40
1380	11,60	1020	15,69
1360	11,77	1000	16,02
1340	11,95	980	16,35
1320	12,13	960	16,79
1300	12,33	940	17,04
1280	12,53	920	17,41
1260	12,71	900	17,80
1240	12,93		
1220	13,13		
1200	13,34		

3.º FÓRMULA DEL METEOROLOGISTA MEJICANO  
SEÑOR ANGEL ZAMORA

La fórmula siguiente, que es una transformación de la de Babinet, se debe al inteligente meteorologista mejicano señor Angel Zamora, y fué publicada por primera vez en el «*Boletín del Observatorio Meteorológico Central de Méjico del año 1888*».

$$Z = \frac{\{ 500 + (T + t) \} (H - H') 32}{H + H'}$$

en la que  $T$  y  $t$  expresan las temperaturas respectivas del aire libre en las dos estaciones.

$H$  y  $H'$  las presiones en milímetros y reducidas a 0 en ambas estaciones.

Calculemos el mismo ejemplo anterior:

$$\begin{array}{rcl} H & = & 588,85 \text{ mm.} \quad T = 13^{\circ},5 \\ H' & = & 491,27 \text{ mm.} \quad t = 6^{\circ},2 \\ \hline H - H' & = & 97,58 \text{ mm.} \quad T + t = 19^{\circ},7 \\ H + H' & = & 1080,12 \text{ mm.} \end{array}$$

$$\log 32 = 1,50515$$

$$\log H - H' = 1,98936$$

$$\log \{ 500 + (T + t) \} = 519,7 = 2,71575$$

$$\text{colog } H + H' = 6,96654$$

$$\log Z = 3,17680$$

$$Z = \underline{\underline{1502,5 \text{ m.}}}$$



## 4.º FÓRMULA DE MR. R. RADAU

La que se expresa a continuación es la fórmula de Mr. R. Radau.

$$Z=(A-A')\left(1-2\frac{t+t'}{1000}\right)$$

en la que A, significa la altura que corresponde a la presión H, reducida a cero, de *la estación superior*.

A', la de la presión H', reducida a cero, de *la estación inferior*.

t y t', la *temperatura al aire libre* de las respectivas estaciones.

Las tablas que vienen en seguida, tienen el uso siguiente:

Después de reducir a cero la lectura del barómetro, se entra en la Tabla I, que consta de tres columnas: *presión en milímetros, altura en metros y diferencia para hacer la interpolación para las fracciones de milímetros*. Las tablas correspondientes van a continuación de la Tabla I y la complementan.

La Tabla II sirve para corregir por el factor  $2\frac{t+t'}{1000} = 0,002(t+t')$ . Consta de dos columnas: una corresponde a  $t+t'$  y la otra da un factor que, multiplicado por el valor de Z' (desnivel aproximado) deducido antes, da un valor que se le agrega, teniendo en cuenta el signo.

La Tabla III también consta de dos columnas y da otro factor para corregir por la latitud media de las estaciones.

Tiene también anexa su tablita para interpolar.  
 Apliquemos las tablas de Radau al ejemplo anterior.

A para 491,27 mm., hecha la interpolación.....	3506,1 m.
A' para 588,85, mm., hecha la interpolación.....	2058,4
Desnivel aproximado (Z).....	1447,7 m.
Corrección por $t+t'=19,07$ , que da $0,039 \times 1448$ (Tabla II).....	56,5 m.
	1504,2 m.
Corrección por $18^{\circ}30'$ de latitud = $0,0021 \times 1504$ (Tabla III).....	3,2 m.
	<u>Z = 1507,4 m.</u>



## TABLA I

(TABLA DE R. RADAU)

*Altura barométrica a cero grados*

Cota teórica sobre el nivel del mar

Millímetros	Metros	Diferencia	Millímetros	Metros	Diferencia	Millímetros	Metros	Diferencia
380	5559,3		408	4990,9		436	4460,2	
381	5538,3	21,0	409	4971,3	19,6	437	4441,8	18,4
382	5517,4	20,9	410	4951,7	19,6	438	4423,6	18,2
383	5496,5	20,9	411	4932,3	19,4	439	4405,4	18,2
384	5475,6	20,9	412	4912,9	19,4	440	4387,2	18,2
385	5454,8	20,8	413	4893,5	19,4	441	4369,1	18,1
386	5434,1	20,7	414	4874,1	19,4	442	4351,0	18,1
387	5413,4	20,7	415	4854,8	19,3	443	4333,9	18,0
388	5392,8	20,6	416	4835,6	19,2	444	4314,8	18,2
389	5372,2	20,6	417	4816,4	19,2	445	4296,8	18,0
390	5351,6	20,6	418	4797,2	19,2	446	4278,9	17,9
391	5331,3	20,4	419	4778,1	19,1	447	4261,0	17,9
392	5310,7	20,5	420	4759,1	19,0	448	4243,1	17,9
393	5290,4	20,3	421	4740,1	19,0	449	4225,3	17,8
394	5270,0	20,4	422	4721,1	19,0	450	4207,5	17,8
395	5249,8	20,2	423	4702,2	18,9	451	4189,8	17,7
396	5229,6	20,2	424	4683,3	18,9	452	4172,0	17,8
397	5209,4	20,2	425	4664,5	18,8	453	4154,4	17,6
398	5189,3	20,1	426	4645,6	18,9	454	4136,8	17,6
399	5169,2	20,1	427	4626,9	18,7	455	4119,2	17,6
400	5149,2	20,0	428	4608,2	18,7	456	4101,6	17,6
401	5129,2	20,0	429	4589,6	18,6	457	4084,1	17,5
402	5109,3	19,9	430	4571,0	18,6	458	4066,6	17,5
403	5089,4	19,9	431	4552,4	18,6	459	4049,2	17,4
404	5069,6	19,8	432	4533,9	18,5	460	4031,8	17,4
405	5049,9	19,7	433	4515,4	18,5	461	4014,5	17,3
406	5030,1	19,8	434	4496,9	18,5	462	3997,2	17,3
407	5010,5	19,6	435	4478,5	18,4	463	3979,9	17,3
408	4990,9	19,6	436	4460,2	18,3	464	3962,7	17,2



Milímetros	Metros	Diferencia	Milímetros	Metros	Diferencia	Milímetros	Metros	Diferencia
464	3962,7		503	3317,6		542	2720,9	
		17,2			15,9			14,8
465	3945,5		504	3301,7		543	2706,1	
		17,2			15,8			14,7
466	3918,3		505	3285,9		544	2691,4	
		17,2			15,8			14,6
467	3911,1		506	3270,1		545	2676,8	
		17,1			15,8			14,7
468	3894,0		507	3254,3		546	2662,1	
		17,0			15,8			14,6
469	3877,0		508	3238,5		547	2647,5	
		17,1			15,7			14,6
470	3859,9		509	3222,8		548	2632,9	
		16,9			15,7			14,6
471	3843,0		510	3207,1		549	2618,3	
		17,0			15,6			14,5
472	3826,0		511	3191,5		550	2603,8	
		17,0			15,6			14,5
473	3809,0		512	3175,9		551	2589,3	
		16,8			15,6			14,5
474	3792,2		513	3160,3		552	2574,8	
		16,8			15,6			14,5
475	3775,4		514	3144,7		553	2560,3	
		16,8			15,5			14,4
476	3758,6		515	3129,2		554	2541,9	
		16,8			15,5			14,4
477	3741,8		516	3113,7		555	2531,5	
		16,8			15,5			14,4
478	3725,0		517	3098,2		556	2517,1	
		16,6			15,4			14,4
479	3708,4		518	3082,8		557	2502,7	
		16,7			15,4			14,3
480	3691,7		519	3067,4		558	2488,4	
		16,7			15,4			14,3
481	3685,0		520	3052,0		559	2474,1	
		16,6			15,3			14,3
482	3658,4		521	3036,6		560	2459,8	
		16,6			15,3			14,2
483	3641,8		522	3021,3		561	2445,6	
		16,5			15,3			14,2
484	3625,8		523	3006,0		562	2431,4	
		16,5			15,2			14,2
485	3608,8		524	2990,7		563	2417,2	
		16,4			15,2			14,2
486	3592,4		525	2975,5		564	2403,0	
		16,5			15,2			14,2
487	3575,9		526	2960,3		565	2388,8	
		16,5			15,1			14,1
488	3559,4		527	2945,1		566	2374,7	
		16,3			15,1			14,1
489	3543,1		528	2930,0		567	2360,6	
		16,3			15,1			14,1
490	3526,8		529	2914,9		568	2346,5	
		16,3			15,1			14,0
491	3510,5		530	2899,8		569	2332,5	
		16,2			15,0			14,1
492	3494,3		531	2884,7		570	2318,4	
		16,2			15,0			14,0
493	3478,1		532	2869,7		571	2304,4	
		16,2			15,0			14,0
494	3461,9		533	2854,7		572	2290,4	
		16,2			15,0			13,9
495	3445,7		534	2839,7		573	2276,5	
		16,1			15,0			13,9
496	3429,6		535	2821,7		574	2262,6	
		16,1			14,9			13,9
497	3413,5		536	2809,8		575	2248,7	
		16,0			14,9			13,9
498	3397,5		537	2794,9		576	2234,8	
		16,1			14,9			13,9
499	3381,4		538	2780,0		577	2220,9	
		16,0			14,8			13,8
500	3365,4		539	2765,2		578	2207,1	
		16,0			14,8			13,8
501	3349,4		540	2750,4		579	2193,3	
		15,9			14,8			13,8
502	3333,5		541	2735,6		580	2179,5	
		15,9			14,7			13,8
503	3317,6		542	2720,9		581	2165,7	



Milímetros	Metros	Diferencia	Milímetros	Metros	Diferencia	Milímetros	Metros	Diferencia
581	2165,7		620	1646,8		659	1159,5	
		13,7			12,9			12,1
582	2152,0	13,7	621	1633,9	12,9	660	1147,4	12,1
583	2138,3	13,7	622	1621,0	12,8	661	1135,3	12,0
584	2124,6	13,7	623	1608,2	12,8	662	1123,3	12,0
585	2110,9	13,6	624	1595,4	12,8	663	1111,3	12,1
586	2097,3	13,6	625	1582,6	12,8	664	1099,2	12,0
587	2083,7	13,6	626	1569,8	12,7	665	1087,2	12,0
588	2070,1	13,6	627	1557,1	12,7	666	1075,2	12,0
589	2056,5	13,6	628	1544,4	12,7	667	1063,2	12,0
590	2042,9	13,5	629	1531,7	12,7	668	1051,2	11,9
591	2029,4	13,5	630	1519,0	12,7	669	1039,3	12,0
592	2015,9	13,5	631	1506,3	12,6	670	1027,3	11,9
593	2002,4	13,4	632	1493,7	12,7	671	1015,4	11,9
594	1989,0	13,5	633	1481,0	12,6	672	1003,5	11,8
595	1975,5	13,5	634	1468,4	12,6	673	991,7	11,9
596	1962,1	13,4	635	1455,8	12,5	674	979,8	11,8
597	1948,7	13,3	636	1443,3	12,6	675	968,0	11,9
598	1935,4	13,4	637	1430,7	12,5	676	956,1	11,8
599	1922,0	13,3	638	1418,2	12,5	677	944,3	11,7
600	1908,7	13,3	639	1405,7	12,5	678	932,6	11,8
601	1895,4	13,3	640	1393,2	12,5	679	920,8	11,8
602	1882,1	13,3	641	1380,7	12,4	680	909,0	11,7
603	1868,8	13,2	642	1368,3	12,5	681	897,3	11,7
604	1855,6	13,2	643	1355,8	12,4	682	885,6	11,7
605	1842,4	13,2	644	1343,4	12,4	683	873,9	11,7
606	1829,2	13,2	645	1331,0	12,3	684	862,2	11,7
607	1816,0	13,1	646	1318,7	12,4	685	850,5	11,6
608	1802,9	13,1	647	1306,3	12,3	686	838,9	11,6
609	1789,8	13,1	648	1294,0	12,3	687	827,3	11,6
610	1776,7	13,1	649	1281,7	12,3	688	815,6	11,6
611	1763,6	13,1	650	1269,4	12,3	689	804,0	11,5
612	1750,5	13,0	651	1257,1	12,3	690	792,5	11,6
613	1737,5	13,1	652	1244,8	12,2	691	780,9	11,6
614	1724,4	13,0	653	1232,6	12,2	692	769,3	11,5
615	1711,4	12,9	654	1220,4	12,2	693	757,8	11,5
616	1698,5	13,0	655	1208,2	12,2	694	746,3	15,5
617	1685,5	12,9	656	1196,0	12,2	695	734,8	11,5
618	1672,6	12,9	657	1183,8	12,1	696	723,3	11,4
619	1659,7	12,9	658	1171,7	12,2	697	711,9	11,5
620	1646,8		659	1159,5		698	700,4	



Milímetros	Metros	Diferencia	Milímetros	Metros	Diferencia	Milímetros	Metros	Diferencia
698	700,4	11,4	726	386,4	11,0	754	84,3	10,6
699	689,0	11,4	727	375,4	11,0	755	73,7	10,6
700	677,6	11,4	728	364,4	10,9	756	63,1	10,5
701	666,2	11,4	729	353,5	11,0	757	52,6	10,6
702	654,8	11,4	730	342,5	10,9	758	42,0	10,5
703	643,4	11,3	731	331,6	10,9	759	31,5	10,5
704	632,1	11,4	732	320,7	10,9	760	21,0	10,5
705	620,7	11,3	733	309,8	10,9	761	10,5	10,5
706	609,4	11,3	734	298,9	10,9	762	0,0	10,5
707	598,1	11,3	735	288,0	10,8	763	10,5	10,4
708	586,8	11,2	736	277,2	10,9	764	20,9	10,5
709	575,6	11,3	737	266,3	10,8	765	31,4	10,4
710	564,3	11,2	738	255,5	10,8	766	41,8	10,4
711	553,1	11,3	739	244,7	10,8	767	52,2	10,4
712	541,8	11,2	740	233,9	10,8	768	62,6	10,4
713	530,6	11,1	741	223,1	10,8	769	73,0	10,4
714	519,5	11,2	742	212,3	10,7	770	83,4	10,3
715	508,3	11,2	743	201,6	10,8	771	93,7	10,4
716	497,1	11,1	744	190,8	10,7	772	104,1	10,3
717	486,0	11,2	745	180,1	10,7	773	114,4	10,3
718	474,8	11,1	746	169,4	10,7	774	124,7	10,3
719	463,7	11,1	747	158,7	10,7	775	135,0	10,3
720	452,6	11,0	748	148,0	10,6	776	145,3	10,3
721	441,6	11,1	749	137,4	10,7	777	155,6	10,3
722	430,5	11,1	750	126,7	10,6	778	165,9	10,2
723	419,4	11,0	751	116,1	10,6	779	176,1	10,3
724	408,4	11,0	752	105,5	10,6	780	186,4	
725	397,4	11,0	753	94,9	10,6			
726	386,4		754	84,3				



TABLA II

*Coficiente  $\{ 0,002 (t+t') \}$  para corregir los efectos de la temperatura en las dos estaciones*

$t+t'$ cent.	Coficiente	$t+t'$ cent.	Coficiente	$t+t'$ cent.	Coficiente
—10	—0,020	+14	+0,028	+38	+0,076
— 9	—0,018	15	0,030	39	0,078
— 8	—0,016	16	0,032	40	0,080
— 7	—0,014	17	0,034	41	0,082
— 6	—0,012	18	0,036	42	0,084
— 5	—0,010	19	0,038	43	0,086
— 4	—0,008	20	0,040	44	0,088
— 3	—0,006	21	0,042	45	0,090
— 2	—0,004	22	0,044	46	0,092
— 1	—0,002	23	0,046	47	0,094
0	0,000	24	0,048	48	0,096
+ 1	+0,002	25	0,050	49	0,098
2	0,004	26	0,052	50	0,100
3	0,006	27	0,054	51	0,102
4	0,008	28	0,056	52	0,104
5	0,010	29	0,058	53	0,106
6	0,012	30	0,060	54	0,108
7	0,014	31	0,062	55	0,110
8	0,016	32	0,064	56	0,112
9	0,018	33	0,066	57	0,114
10	0,020	34	0,068	58	0,116
11	0,022	35	0,070	59	0,118
12	0,024	36	0,072	60	0,120
13	0,026	37	0,074		

## TABLA III

## COEFICIENTE DE CORRECCIÓN POR LATITUD

A la latitud de	Coefficiente positivo entre el Ecuador y 45° y negativo entre 45° y el Polo	Diferencia — Unidades del 5° orden
45°	0,00000	
40° y 50°	±0,00046	46
35° 55°	±0,00091	45
30° 60°	±0,00132	41
25° 65°	±0,00170	38
20° 70°	±0,00203	33
15° 75°	±0,00229	26
10° 80°	±0,00249	20
5° 85°	±0,00261	12
0° 90°	±0,00265	4

## PARTES PROPORCIONALES

Grados	46	45	41	38	33	26	20	12	4
1°	9	9	8	8	7	5	4	2	1
2°	18	18	16	15	13	10	8	5	2
3°	27	27	25	23	20	16	12	7	3
4°	36	36	33	30	26	21	16	10	3



## DETERMINACIÓN DE ALTURAS POR MEDIO DEL HIP- SÓMETRO

El hipsómetro o termo-barómetro, como se le llama también, es un instrumento que, usado convenientemente, puede suplir al barómetro de mercurio en estudios altimétricos.

Búsqese en la Tabla I las altitudes aproximadas  $A$ ,  $A'$ , correspondientes a los grados y décimos marcados por el hipsómetro  $H$  en las estaciones superior e inferior, y cuya diferencia de nivel aproximada será

$$A - A'$$

Con la latitud del lugar de observación por argumento, búsqese en la Tabla II la corrección  $a$  y adiciónesele a la suma  $T + t$ , temperaturas del aire observadas en ambas estaciones.

La suma  $T + t + a$  multiplicada por

$$2 \frac{A - A'}{1000}$$

es la *corrección final* que debe aplicarse a la altitud aproximada  $A - A'$  para *tener la altura exacta que buscamos*.

### EJEMPLO:

En las estaciones inferior y superior se obtuvieron los siguientes datos:

$$\text{Estación inferior } \left\{ \begin{array}{l} H=92^{\circ},9 \\ T=17^{\circ},6 \end{array} \right\} \text{ Latitud}=19^{\circ}$$

$$\text{Estación superior } \left\{ \begin{array}{l} H'=88^{\circ},1 \\ t=5^{\circ},7 \end{array} \right\}$$

$$\text{Tabla I} \dots\dots\dots \left\{ \begin{array}{l} \text{Para } 92,^{\circ}9 \text{ } A=2068,2 \\ \text{» } 88,1 \text{ } A'=3520,3 \end{array} \right.$$

$$\text{Desnivel aproximado } A-A'=\underline{1452,1}$$

La Tabla II da para  $19^{\circ}$  de latitud

$$a=1,0$$

Tendremos entonces:

$$2(T+t+a)\dots\dots\dots = 48,6$$

$$\frac{A-A'}{1000}\dots\dots\dots = 1,45$$

$$2(T+t+a)\frac{A-A'}{1000}\dots\dots\dots = 70,5$$

$$\text{Desnivel aproximado}\dots\dots\dots =1452,1$$

$$Z=\underline{\underline{1522,6}}$$



TABLA I

DETERMINACIÓN DE ALTURAS POR OBSERVACIONES  
HIPSOMÉTRICAS

H	A	Diferencia por 0 <sup>o</sup> ,01	H	A	Diferencia por 0 <sup>o</sup> ,01
	m	m		m	m
79 <sup>o</sup> ,0	6400,4	3,26	82 <sup>o</sup> ,0	5431,9	3,20
1	6367,8		1	5400,0	
2	6335,2		2	5368,1	
3	6302,7		3	5336,2	
4	6270,2		4	5304,3	
5	6237,7	3,25	5	5272,4	3,19
6	6205,2		6	5240,5	
7	6172,7		7	5208,7	
8	6140,2		8	5176,9	
9	6107,8		9	5145,1	
80,0	6065,4	3,24	83,0	5113,3	3,18
1	6043,0		1	5081,5	
2	6010,7		2	5049,8	
3	5978,3		3	5018,1	
4	5946,0		4	4986,4	
5	5913,7	3,23	5	4954,7	3,17
6	5881,4		6	4923,1	
7	5849,2		7	4891,5	
8	5817,0		8	4859,9	
9	5784,8		9	4828,3	
81,0	5752,6	3,22	84,0	4796,8	3,16
1	5720,4		1	4765,2	
2	5688,3		2	4733,7	
3	5656,2		3	4702,2	
4	5624,1		4	4670,7	
5	5592,0	3,21	5	4639,2	3,15
6	5560,0		6	4607,8	
7	5527,9		7	4576,4	
8	5495,9		8	4545,0	
9	5463,9		9	4513,7	

H	A	Diferencia por 0°,01	H	A	Diferencia por 0°,01
	m	m		m	m
85,0	4482,4	3,14	88,5	3397,6	3,07
1	4451,0		6	3367,0	
2	4419,7		7	3336,4	
3	4388,4		8	3305,8	
4	4357,1		9	3275,2	
5	4323,8	3,13			
6	4295,6		89,0	3244,7	3,06
7	4263,4		1	3214,2	
8	4232,2		2	3183,7	
9	4201,1		3	3153,2	
			4	3122,7	
86,0	4170,0	3,12	5	3092,2	3,05
1	4138,8		6	3061,8	
2	4107,7		7	3031,4	
3	4076,6		8	3001,0	
4	4045,5		9	2970,6	
5	4014,5	3,11			
6	3983,4		90,0	2940,3	3,04
7	3952,4		1	2909,9	
8	3921,4		2	2879,5	
9	3890,4		3	2849,2	
			4	2818,9	
87,0	3859,5	3,10	5	2788,6	3,06
1	3828,5		6	2758,4	
2	3797,6		7	2728,2	
3	3766,7		8	2698,9	
4	3735,8		9	2667,8	
5	3705,0	3,09			
6	3674,2		91,0	2637,7	3,02
7	3643,4		1	2607,5	
8	3612,6		2	2577,4	
9	3581,8		3	2547,3	
			4	2517,2	
88,0	3551,1	3,08	5	2487,1	3,01
1	3520,3		6	2457,1	
2	3489,6		7	2427,1	
3	3458,9		8	2397,1	
4	3428,3		9	2367,1	



H	A	Diferencia por 0°,01	H	A	Diferencia por 0°,01
	m	m		m	m
92°,0	2337,1	3,00	95°,5	1299,9	2,93
1	2307,2		6	1270,4	
2	2277,3		7	1241,1	
3	2247,4		8	1211,8	
4	2217,5		9	1182,6	
5	2188,6	2,99			
6	2157,7		96,0	1153,4	2,92
7	2128,9		1	1124,2	
8	2088,0		2	1095,0	
9	2068,2		3	1065,8	
			4	1036,7	
93,0	2038,4	2,98	5	1007,6	2,91
1	2008,6		6	978,5	
2	1978,9		7	949,4	
3	1949,2		8	929,3	
4	1919,5		9	891,2	
5	1889,8	2,97			
6	1860,1		97,0	862,1	2,90
7	1830,4		1	833,1	
8	1800,8		2	804,1	
9	1771,2		3	775,1	
			4	746,1	
94,0	1741,6	2,96	5	717,3	2,89
1	1712,0		6	688,4	
2	1682,5		7	659,5	
3	1652,4		8	630,6	
4	1623,4		9	601,8	
5	1593,9	2,95			
6	1564,4		98,0	573,0	2,88
7	1534,9		1	544,2	
8	1505,4		2	515,4	
9	1476,0		3	486,6	
			4	457,9	
95,0	1446,6	2,94	5	429,2	2,87
1	1417,2		6	400,5	
2	1387,8		7	371,8	
3	1358,4		8	363,1	
4	1329,0		9	314,4	

H	A	Diferencia por 0°.01	H	A	Diferencia por 0°.01
	m	m		m	m
99,0	285,8	2,86	100,5	-142,3	2,84
1	257,1		6	-170,8	
2	228,5		7	-199,2	
3	199,9		8	-227,6	
4	171,3		9	-256,0	
5	142,7	2,86			
6	114,1		101,0	-284,3	2,83
7	85,3		1	-312,7	
8	57,0		2	-341,1	
9	28,2		3	-369,4	
			4	-397,7	
100,0	0,0	2,85	5	-426,0	2,83
1	- 28,5		6	-454,3	
2	- 57,0		7	-482,6	
3	- 85,4		8	-510,8	
4	-113,9		9	-539,0	
			102,0	-567,8	2,82



TABLA II SUBSIDIARIA RELATIVA A LA LATITUD (1)

Latitud	Corrección	Latitud	Corrección
De 0 a 9	+1,3	De 44 a 46	0,0
10 14	+1,2	47 48	-0,1
15 18	+1,1	49 50	-0,2
19 22	+1,0	51 52	-0,3
23 25	+0,9	53 54	-0,4
26 27	+0,8	55 57	-0,5
28 30	+0,7	58 59	-0,6
31 32	+0,6	60 62	-0,7
33 35	+0,5	63 64	-0,8
36 37	+0,4	65 67	-0,9
38 39	+0,3	68 71	-1,0
40 41	+0,2	72 75	-1,1
42 43	+0,1	76 80	-1,2
44 46	0,0	81 90	-1,3

(1) Esta corrección se aplica a la suma de las temperaturas del aire.

PRESIÓN ATMOSFÉRICA CORRESPONDIENTE A LA TEMPERATURA DE EBULLICIÓN DEL AGUA MARCADA POR EL TERMÓMETRO HIPSOMÉTRICO.

Los números contenidos en la Tabla C, que viene a continuación, *sirven para encontrar la presión atmosférica correspondiente a la temperatura de ebullición del agua marcada por el termómetro hipsométrico*, instrumento de presión que, debidamente usado, presta grandes servicios en las excursiones científicas. La escala de este termómetro está generalmente dividida en décimos de grado, lo que permite llevar la aproximación hasta los centésimos, empleando para ello una lente de mano.

En la primera columna vertical figuran los grados y décimos y en la primera horizontal los centésimos.

Si, por ejemplo, el termómetro ha marcado  $92^{\circ}, 45$ , a esa temperatura corresponde la presión 576,36 mm.



## TABLA C

TENSIÓN DEL VAPOR DE AGUA PARA USO DEL  
TERMÓMETRO HIPSONÓMETRICO

Grados centígrados	Centésimos				
	0	1	2	3	4
	mm	mm	mm	mm	mm
87,0	468,32	468,50	468,68	468,87	469,05
1	70,14	70,32	70,50	70,69	70,87
2	71,96	72,14	72,33	72,51	72,69
3	73,79	73,97	74,16	74,34	74,53
4	75,63	75,81	75,99	76,18	76,37
5	477,47	477,66	477,84	478,03	478,21
6	79,32	79,51	79,69	79,88	80,06
7	81,17	81,36	81,54	81,73	81,91
8	83,03	83,22	83,40	83,59	83,77
9	84,89	85,08	85,26	85,45	85,64
88,0	486,76	486,95	487,14	487,32	487,51
1	88,64	88,83	89,02	89,20	89,39
2	90,52	90,71	90,90	91,09	91,28
3	92,41	92,60	92,79	92,98	93,17
4	94,30	94,50	94,69	94,88	95,07
5	496,21	496,40	496,59	496,78	496,97
6	98,12	98,31	98,50	98,69	98,88
7	500,03	500,22	500,41	500,61	500,80
8	01,95	02,14	02,33	02,53	02,72
9	03,87	04,06	04,26	04,45	04,65
89,0	505,81	506,00	506,20	506,39	506,58
1	07,74	07,93	08,13	08,32	08,52
2	09,69	09,88	10,08	10,27	10,47
3	11,64	11,84	12,03	12,23	12,42
4	13,60	13,80	13,99	14,19	14,38

## TABLA C

TENSIÓN DEL VAPOR DE AGUA PARA USO DEL  
TERMÓMETRO HIPSOMÉTRICO

Grados centígra- dos	Centésimos				
	5	6	7	8	9
	mm	mm	mm	mm	mm
87,0	469,23	469,41	469,59	469,78	469,96
1	71,05	71,23	71,41	71,60	71,79
2	72,88	73,06	73,24	73,42	73,61
3	74,71	74,89	75,08	75,26	75,45
4	76,55	76,73	76,92	77,10	77,29
5	478,40	478,58	478,77	478,95	479,14
6	80,25	80,43	80,62	80,80	80,99
7	82,10	82,29	82,47	82,66	82,84
8	83,96	84,15	84,33	84,52	84,70
9	85,83	86,01	86,20	86,39	86,57
88,0	487,70	487,89	488,08	488,26	488,45
1	89,58	89,77	89,96	90,14	90,33
2	91,47	91,65	91,84	92,03	92,22
3	93,36	93,55	93,74	93,93	94,12
4	95,26	95,45	95,64	95,83	96,02
5	497,16	497,36	497,55	497,74	497,93
6	99,07	99,27	99,46	99,65	99,84
7	500,99	501,18	501,37	501,57	501,76
8	02,91	03,10	03,29	03,49	03,68
9	04,84	05,03	05,23	05,42	05,62
89,0	506,77	506,97	507,10	507,35	507,55
1	08,71	08,91	09,10	09,30	09,49
2	10,66	10,86	11,05	11,25	11,44
3	12,62	12,82	13,01	13,21	13,40
4	14,58	14,78	14,97	15,17	15,36



Grados centígrados	Centésimos				
	0	1	2	3	4
	mm	mm	mm	mm	mm
89,5	515,56	515,76	515,95	516,15	516,35
6	17,53	17,73	17,92	18,12	18,32
7	19,50	19,70	19,90	20,09	20,29
8	21,48	21,68	21,88	22,08	22,28
9	23,47	23,67	23,87	24,07	24,27
90,0	525,47	525,67	525,87	526,07	526,27
1	27,47	27,67	27,87	28,07	28,27
2	29,48	29,68	29,88	30,08	30,28
3	31,49	31,69	31,89	32,10	32,30
4	33,51	33,71	33,92	34,12	34,32
5	535,54	535,74	535,95	536,15	536,35
6	37,57	37,77	37,98	38,18	38,39
7	39,61	39,81	40,02	40,22	40,43
8	41,65	41,86	42,06	42,27	42,47
9	43,71	43,92	44,12	44,33	44,53
91,0	545,77	545,97	546,18	546,38	546,59
1	47,83	48,04	48,24	48,46	48,66
2	49,90	50,11	50,32	50,53	50,73
3	51,98	52,19	52,40	52,61	52,81
4	54,07	54,27	54,48	54,69	54,90
5	556,17	556,37	556,58	556,77	557,00
6	58,26	58,47	58,68	58,89	59,10
7	60,36	60,47	60,78	60,99	61,11
8	62,47	62,68	62,90	63,11	63,32
9	64,59	64,80	65,01	65,23	65,44
92,0	566,71	566,93	567,14	567,35	567,57
1	68,85	69,06	69,27	69,49	69,70
2	70,98	71,20	71,41	71,63	71,84
3	73,13	73,34	73,56	73,78	73,99
4	75,28	75,50	75,71	75,93	76,14

Grados centig.a- dos	Cent'simos				
	5	6	7	8	9
	mm	mm	mm	mm	mm
89,5	516,54	516,74	516,94	517,14	517,33
6	18,51	18,71	18,91	19,11	19,30
7	20,49	20,69	20,89	21,08	21,28
8	22,47	22,67	22,87	23,07	23,27
9	24,47	24,67	24,87	25,07	25,27
90,0	526,47	526,67	526,87	527,07	527,27
1	28,47	28,68	28,88	29,08	29,28
2	30,49	30,69	30,89	31,09	31,29
3	32,50	32,70	32,90	33,11	33,31
4	34,53	34,73	34,93	35,13	35,34
5	536,56	536,76	536,96	537,16	537,37
6	38,59	38,79	39,00	39,20	39,41
7	40,63	40,83	41,04	41,24	41,45
8	42,68	42,89	43,09	43,30	43,50
9	44,74	44,95	45,15	45,36	45,56
91,0	546,80	547,00	547,21	547,42	547,62
1	48,87	49,07	49,28	49,49	49,70
2	50,94	51,15	51,36	51,57	51,77
3	53,02	53,23	53,44	53,65	53,86
4	55,11	55,32	55,53	55,74	55,95
5	557,21	557,42	557,63	557,84	558,05
6	59,31	59,52	59,73	59,94	60,15
7	61,42	61,63	61,84	62,05	62,26
8	63,53	63,74	63,95	64,17	64,38
9	65,65	65,86	66,08	66,29	66,50
92,0	567,78	567,99	568,21	568,42	568,63
1	69,92	70,13	70,34	70,56	70,77
2	72,06	72,27	72,49	72,70	72,92
3	74,21	74,42	74,64	74,85	75,07
4	76,36	76,58	76,79	77,01	77,22



Grados centígra- dos	Centésimos				
	0	1	2	3	4
	mm	mm	mm	mm	mm
92,5	577,44	577,66	577,87	578,09	578,31
6	79,61	79,82	80,04	80,26	80,47
7	81,78	82,00	82,21	82,43	82,65
8	83,56	84,17	84,39	84,61	84,83
9	86,14	86,36	86,58	86,80	87,02
93,0	588,33	588,55	588,77	588,99	589,21
1	90,53	90,76	90,91	91,20	91,42
2	92,74	92,96	93,18	93,40	93,63
3	94,95	95,18	95,40	95,62	95,84
4	97,17	97,40	97,62	97,84	98,07
5	599,40	599,63	599,85	600,07	600,20
6	601,64	601,86	602,08	02,31	02,53
7	03,88	04,10	04,33	04,55	04,78
8	06,13	06,35	06,58	06,80	07,03
9	08,38	08,61	08,83	09,06	09,29
94,0	610,64	610,87	611,10	611,32	611,55
1	12,91	13,14	13,37	13,59	13,82
2	15,19	15,42	15,65	15,87	16,10
3	17,47	17,70	17,93	18,16	18,39
4	19,76	19,99	20,22	20,45	20,68
5	622,06	622,29	622,52	622,75	622,98
6	24,37	24,60	24,83	25,06	25,29
7	26,68	26,91	27,14	27,37	27,60
8	29,00	29,23	29,46	29,69	29,93
9	31,32	31,56	31,79	32,02	32,26
95,0	633,66	633,89	634,12	634,36	634,59
1	36,00	36,23	36,47	36,70	36,94
2	38,35	38,58	38,82	39,05	39,29
3	40,70	40,94	41,17	41,41	41,65
4	43,06	43,30	43,54	43,78	44,01

Grados centígra- dos	Centésimos				
	5	6	7	8	9
	mm	mm	mm	mm	mm
92,5	578,52	578,74	578,96	579,16	579,39
6	80,69	80,91	81,13	81,34	81,56
7	82,87	83,08	83,30	83,62	83,74
8	85,05	85,27	85,49	85,71	85,92
9	87,24	87,46	87,68	87,90	88,12
93,0	589,43	589,65	589,87	590,09	590,31
1	91,64	91,86	92,08	92,39	92,52
2	93,85	94,07	94,29	94,51	94,73
3	96,06	96,29	96,51	96,73	96,85
4	98,29	98,51	98,73	98,96	99,18
5	600,52	600,74	600,97	601,19	601,41
6	02,76	02,98	03,20	03,43	03,65
7	05,00	05,23	05,45	05,68	05,90
8	07,25	07,48	07,70	07,93	08,15
9	09,51	09,74	09,96	10,19	10,42
94,0	611,78	612,00	612,23	612,46	612,68
1	14,05	14,28	14,51	14,73	14,96
2	16,33	16,56	16,79	17,02	17,24
3	18,62	18,85	19,08	19,30	19,53
4	20,91	21,14	21,37	21,60	21,83
5	623,21	623,44	623,67	623,90	624,13
6	25,52	25,75	25,98	26,21	26,45
7	27,84	28,07	28,30	28,53	28,76
8	30,16	30,39	30,73	30,86	31,09
9	32,49	32,72	32,96	33,19	33,42
95,0	634,83	635,06	635,30	635,53	635,76
1	37,17	37,41	37,64	37,88	38,11
2	39,52	39,76	39,99	40,23	40,47
3	41,88	42,12	42,36	42,59	42,83
4	44,25	44,49	44,72	44,96	45,20



Grados centígrados	Centésimos				
	0	1	2	3	4
	mm	mm	mm	mm	mm
95,5	645,43	645,67	645,91	646,15	646,39
6	47,81	48,05	48,29	48,53	48,77
7	50,20	50,44	50,68	50,91	51,15
8	52,59	52,89	53,07	53,31	53,55
9	54,99	55,23	55,47	55,71	55,95
96,0	657,40	657,64	657,88	658,13	658,36
1	59,81	60,05	60,29	60,54	60,78
2	62,23	62,48	62,72	62,96	63,20
3	64,66	64,91	65,15	65,39	65,64
4	67,10	67,34	67,59	67,83	68,08
5	669,54	669,79	670,03	670,28	670,52
6	72,00	72,24	72,49	72,73	72,98
7	74,45	74,70	74,95	75,19	75,44
8	76,92	77,17	77,42	77,66	77,91
9	79,40	79,64	79,89	80,14	80,39
97,0	681,88	682,13	682,38	682,63	682,88
1	84,37	84,62	84,87	85,12	85,37
2	86,87	87,12	87,37	87,62	87,87
3	89,37	89,62	89,87	90,13	90,38
4	91,89	92,14	92,39	92,64	92,89
5	694,41	694,66	694,91	695,16	695,42
6	96,93	97,19	97,44	97,70	97,95
7	99,47	99,73	99,98	700,23	700,49
8	702,02	702,27	702,53	02,78	03,04
9	04,57	04,82	05,08	05,34	05,59
98,0	707,13	707,38	707,64	707,90	708,15
1	09,69	09,95	10,21	10,47	10,72
2	12,27	12,53	12,79	13,05	13,3
3	14,85	15,11	15,37	15,63	15,8
4	17,44	17,70	17,96	18,22	18,4

Grados centígrados	Centésimos				
	5	6	7	8	9
	mm	mm	mm	mm	mm
95,5	646,62	646,86	647,10	647,34	647,57
6	49,00	49,24	49,48	49,72	49,96
7	51,39	51,63	51,87	52,11	52,35
8	53,79	54,03	54,27	54,51	54,75
9	56,19	56,43	56,67	56,91	57,15
96,0	658,60	658,84	659,09	659,33	659,57
1	61,02	61,26	61,51	61,75	61,99
2	63,45	63,69	63,93	64,18	64,42
3	65,88	66,12	66,37	66,61	66,85
4	68,32	68,57	68,81	69,05	69,30
5	670,77	671,01	671,26	671,50	671,75
6	73,22	73,47	73,72	73,96	74,21
7	75,69	75,94	76,18	76,43	76,68
8	78,16	78,41	78,65	78,90	79,15
9	80,64	80,89	81,13	81,38	81,63
97,0	683,12	683,37	683,62	683,87	684,12
1	85,62	85,87	86,12	86,37	86,62
2	88,12	88,37	88,62	88,87	89,12
3	90,63	90,88	91,16	91,38	91,63
4	93,15	93,40	93,65	93,90	94,15
5	695,67	695,92	696,18	696,43	696,68
6	98,20	98,46	98,71	98,96	99,22
7	700,74	701,00	701,25	701,51	701,76
8	03,29	03,55	03,80	04,06	04,31
9	05,81	06,10	06,38	06,62	06,87
98,0	708,41	708,67	708,92	709,18	709,44
1	10,98	11,24	11,50	11,76	12,01
2	13,56	13,82	14,08	14,34	14,90
3	16,15	16,41	16,67	16,93	17,19
4	18,74	19,00	19,26	19,52	19,78



Grados centígra- dos	Centésimos				
	0	1	2	3	4
	mm	mm	mm	mm	mm
98,5	720,04	720,30	720,57	720,83	721,09
6	22,65	22,91	23,17	23,44	23,70
7	25,27	25,53	25,79	26,05	26,32
8	27,89	28,15	28,42	28,68	28,94
9	30,52	30,78	31,05	31,31	31,58
99,0	733,16	733,42	733,69	733,95	734,22
1	35,81	36,07	36,34	36,60	36,87
2	38,46	38,73	39,00	39,26	39,53
3	41,13	41,39	41,66	41,93	42,20
4	43,80	44,07	44,33	44,60	44,87
5	746,48	746,75	747,02	747,28	747,55
6	49,17	49,44	49,71	49,97	50,24
7	51,86	52,13	52,40	52,67	52,94
8	54,57	54,84	55,11	55,38	55,65
9	57,28	57,55	57,82	58,10	58,37
100,0	760,00	760,27	760,55	760,82	761,09
1	62,73	63,00	63,28	63,55	63,82
2	65,47	65,74	66,02	66,29	66,56
3	68,21	68,49	68,76	69,04	69,31
4	70,97	71,24	71,62	71,80	72,07
5	773,73	774,01	774,28	774,56	774,84
6	76,50	76,78	77,06	77,33	77,61
7	79,28	79,56	79,84	80,12	80,39
8	82,07	82,35	82,63	82,91	83,19
9	84,86	85,14	85,42	85,70	85,99

Grados centígra- dos	Centésimos				
	5	6	7	8	9
	mm	mm	mm	mm	mm
98,5	721,35	721,61	721,87	722,13	722,39
6	23,96	24,22	24,48	24,74	25,00
7	26,58	26,84	27,10	27,37	27,63
8	29,21	29,47	29,73	29,99	30,26
9	31,84	32,10	32,37	32,63	32,90
99,0	734,48	734,75	735,01	735,28	735,54
1	37,14	37,40	37,67	37,93	38,20
2	39,69	40,06	40,33	40,59	40,86
3	42,46	42,73	43,00	43,26	43,53
4	45,14	45,41	45,67	45,94	46,21
5	747,82	748,09	748,36	748,63	748,90
6	50,51	50,78	51,05	51,32	51,59
7	53,21	53,48	53,76	54,03	54,30
8	55,92	56,19	56,47	56,74	57,01
9	58,64	58,91	59,18	59,46	59,73
100,0	761,36	761,64	761,91	762,18	762,46
1	64,10	64,37	64,65	64,92	65,19
2	66,84	67,11	67,39	67,66	67,94
3	69,59	69,86	70,14	70,42	70,69
4	72,35	72,62	72,90	73,18	73,45
5	775,11	775,39	775,67	775,95	776,22
6	77,89	78,11	78,45	78,72	79,00
7	80,67	80,95	81,23	81,51	81,79
8	83,47	83,74	84,02	84,30	84,58
9	86,27	86,55	86,83	87,11	87,39

NOTA FINAL.—El Departamento de la Carta, del Estado Mayor General de nuestro Ejército, emplea la fórmula de Jordán, de la cual dimos amplias y completas informaciones en el «Anuario del Observatorio Astronómico Nacional correspondiente a 1914», para determinar alturas por medio del barómetro.

Es ésta la razón por la cual no hemos incorporado dicha fórmula a estas «Tablas Altimétricas».