

INSTRUCTIVO PARA LA ESTIMACION INDIRECTA DE GASTOS MAXIMOS POR EL METODO "SECCION Y PENDIENTE"

POR EL ING. ANDRES *GARCIA QUINTERO*

JEFE DEL DEPTO. DE HIDROLOGIA DE LA C. N. I.

El procedimiento para estimar los gastos máximos de los ríos, conocido con el nombre de "Sección y Pendiente", es el más generalmente utilizado, y para su aplicación es necesario efectuar trabajos de campo y de gabinete.

TRABAJOS DE CAMPO

Los trabajos de campo consisten en lo siguiente:

I. Tan luego como las aguas máximas hayan bajado lo suficiente, se hará una inspección en el tramo o tramos del río, por ambas márgenes, a fin de marcar las huellas de altas aguas por medio de estacas, con pintura o con referencias adecuadas. Además, servirá la inspección para delimitar los tramos del río que vayan a utilizarse para hacer la estimación.

Para elegir el tramo o tramos del río, deben tenerse presentes los siguientes factores que influyen en la estimación del gasto máximo: *a)* Ser lo más recto posible; *b)* el escurrimiento en el río debe haberse concentrado en un solo cauce bien definido, profundo y angosto; *c)* la longitud del tramo debe ser proporcional a la magnitud del gasto; *d)* las márgenes y el lecho del río deben ser suficientemente resistentes para que las erosiones y depósitos se reduzcan al mínimo; *e)* no debe haber árboles o vegetación alta que impida el libre curso del agua cuando se salga del cauce normal; *f)* las secciones transversales y la pendiente hidráulica del tramo deben ser uniformes; *g)* debe tenerse suficiente número de huellas de altas aguas, bien definidas; *h)* el escurri-

miento del agua a la entrada del tramo debe ser sin turbulencias o remolinos que puedan alterar la uniformidad del régimen en el tramo; *i)* tener en cuenta el perfil longitudinal del fondo por los posibles cambios bruscos de pendiente que pudieran modificar la pendiente hidráulica y, por lo tanto, los resultados. Tenerse en cuenta también el movimiento de acreos y socavaciones.

En la práctica es muy difícil que en el tramo elegido concurren, favorablemente, todos o la mayoría de los factores antes enumerados; sin embargo, se han indicado con el fin de que se tengan presentes y de que en la elección concorra el mayor número posible.

II. Elegido el tramo, deben efectuarse los siguientes trabajos topográficos:

1. Correr una poligonal para fijar los puntos donde se encuentran marcadas las huellas de altas aguas. Dicha poligonal comprenderá las dos márgenes del río y se tomarán con ella todos los puntos que se juzguen pertinentes, a fin de que se pueda, posteriormente, dibujar en planta el tramo del río, su curso normal, el de altas aguas y detalles que se consideren convenientes para conocer mejor la forma en que ocurrió el gasto máximo.

2. Correr una nivelación con nivel montado, sobre todas las huellas de altas aguas de ambas márgenes, a fin de marcarlas después en un perfil que permita obtener la pendiente hidráulica media.

3. Hacer como mínimo dos secciones transversales al río por medio de nivel montado, y como en algunos casos existe sección de aforo de estación hidrométrica,

debe siempre elegirse dicha sección como una de las necesarias.

III. Es conveniente tomar fotografías que permitan tener una idea clara de las condiciones del cauce, en lo que se refiere a vegetación, socavación, depósitos, rugosidad, etc. También conviene tener datos de los vecinos, respecto a la altura que alcanzó el agua en las estructuras notables, como puentes, represas, muros de construcciones cercanas al río, etc.

IV. El dibujo de los datos topográficos se hará teniendo presentes las siguientes recomendaciones:

Para la planta.—Corresponderá a todo el tramo elegido para el estudio y la escala más conveniente estará de acuerdo con la longitud del tramo. Como éste varía entre 100 y 500 m. se recomienda utilizar una escala de 1:500.

En esta planta deberán aparecer, en ambas márgenes, la línea de aguas normales, de aguas máximas y el eje de la corriente, que se tomará como base para medir las distancias.

Para los perfiles.—Los perfiles longitudinales de las huellas de altas aguas, así como del fondo del cauce y del nivel de aguas máximas se harán adoptando una escala horizontal, de preferencia igual a la de la planta, es decir, 1:500. Las distancias de las huellas de altas aguas se fijarán proyectando normalmente al eje del río la posición de la huella. La escala vertical más recomendable es la de 1:100.

Para las secciones transversales.—Para fines de cálculo, es muy conveniente que las secciones transversales se dibujen con la escala vertical igual a la escala horizontal, es decir, que si para la escala vertical se adopta 1:100, la misma debe emplearse para la horizontal. Se recomienda usar las escalas 1:10, 1:20, 1:50 y 1:100, según sea la anchura del cauce.

En los grandes ríos torrenciales ocurren crecientes que abarcan a veces varios cientos de metros de anchura, por lo que deben, entonces, utilizarse escalas de 1:200 y hasta 1:500.

En el dibujo de las secciones transversales deben aparecer los siguientes datos fundamentales: nivel de aguas máximas,

nivel de aguas normales, posición del cero de la escala, si es una sección de aforo, descripción de la superficie del suelo que constituya el fondo del cauce, indicando si es acarreo aluvial, si hay vegetación, árboles, si es material rocoso, etc. Estos últimos datos permiten la subdivisión de la sección en partes que tengan un coeficiente de rugosidad aproximadamente igual, pues es bien sabido que la rugosidad es variable y depende, entre otras cosas, de la superficie del suelo por donde escurre el agua.

TRABAJOS DE GABINETE

Contando con los planos topográficos, las fotografías y las informaciones recogidas se tiene así todo el material para el cálculo del gasto, el cual se ejecuta en la siguiente forma:

I. *Fórmula utilizada.*—Existen muchas fórmulas más o menos complicadas para la obtención del gasto, pero la que más se emplea es la de Chezy ($v=c\sqrt{RS}$); considerando para c el valor calculado según la fórmula de Manning, resulta, finalmente lo que se conoce comúnmente con el nombre de "fórmula de Manning-Chezy":

$$V = \frac{1}{n} R^{2/3} S^{1/2} \dots \dots \dots (1)$$

en la cual V = velocidad media en la sección, en m/s.

R = radio hidráulico de la sección, expresado en metros, y es, a su vez, igual al cociente de dividir el área hidráulica (A), expresada en metros cuadrados, entre el perímetro mojado (P) expresado en metros.

S = Pendiente hidráulica o sea el cociente de dividir la diferencia de nivel de aguas máximas entre dos puntos elegidos del tramo, entre la distancia. Es un número abstracto. Cuando se utilizan las huellas de altas aguas se obtiene la pendiente calculando la tangente del ángulo que forma la línea media a los puntos correspondientes a dichas huellas.

Obtenida la velocidad media en cada parte en que se subdividió la sección trans-

versal, se multiplica por el área parcial para obtener el gasto:

$$q = v \times a$$

y la suma de todos los gastos parciales será el gasto total en toda la sección.

$$Q = \sum q = \sum v \times a$$

Para determinar las áreas parciales se divide cada parte en figuras geométricas regulares, como triángulos, rectángulos o trapecios, y solamente cuando el perfil del fondo sea muy accidentado se tendrá que utilizar el planímetro.

El perímetro mojado (p) es la línea de contacto entre el agua y el terreno que forma el cauce; para facilitar su medida se recomienda que las secciones transversales se dibujen con la escala vertical, igual a la horizontal. La longitud del perímetro mojado se mide dividiendo en tramos rectos, de mayor o menor longitud, de acuerdo con lo accidentado del perfil del fondo.

Para cada parte en que se subdivide la sección total, se estima su perímetro mojado. Cuando la línea de separación entre una y otra parte está formada por una cortina de árboles, debe contarse como parte del perímetro mojado.

El radio hidráulico parcial se obtiene dividiendo el área parcial entre un perímetro mojado correspondiente.

Para obtener las potencias $R^{2/3}$, se anexa la Tabla 1, a la cual se consignan los valores correspondientes a los números desde 0.00 hasta 30.00, variando de centésimo en centésimo.

La pendiente hidráulica (S) es la relación entre la diferencia de elevaciones de los dos puntos extremos del tramo elegido entre la distancia entre ellos. Dicha pendiente puede también obtenerse calculando la tangente del ángulo que forma con la horizontal la línea media, trazada por los puntos correspondientes a las huellas de altas aguas.

Las potencias $S^{1/2}$ se pueden obtener de la Tabla 2, anexa, en la que se consignan los valores que corresponden, desde el número 0.000 01 hasta 0.10.

En la fórmula interviene también el coeficiente de rugosidad " n ", el cual, como se sabe, depende del gasto, del tirante, de la pendiente, de las características de la superficie del fondo del cauce, vegetación, piedra, etc. Es posiblemente la parte más delicada del método, pues la elección del valor que se asigne a " n " depende del criterio de la persona que lo aplique, y su influencia en el resultado final es muy importante.

Para normar el criterio en la asignación del valor de " n " se presentan en la Tabla 3 los valores más frecuentemente observados y utilizados para cauces naturales. Además de las descripciones que indica la Tabla, se presentan a continuación algunos factores que deben tenerse presentes para la asignación: *a*) características del material que forma el lecho y las márgenes del cauce; *b*) la abundancia y características de la vegetación existente en ambas márgenes; *c*) irregularidad de la sección y del perímetro mojado; *d*) curvaturas en el cauce; *e*) tirante del gasto en estudio, y *f*) la erosión y depósito de azolves.

EJEMPLO DE LA APLICACION DEL METODO

A fin de hacer más explícita la descripción, se presenta a continuación un ejemplo hipotético de la estimación del gasto máximo.

Supóngase que en el Río Blanco, a la altura de la población del mismo nombre, acaba de ocurrir una gran creciente y que, por su magnitud, según los vecinos, es mayor que todas las observadas desde hace más de 50 años. La estructura de cable y canastilla de la estación hidrométrica, situada inmediatamente aguas arriba del pueblo, no pudo ser utilizada para aforar el gasto máximo, debido a que el agua subió más arriba de la canastilla, y el continuo impacto de troncos y acarreo flotante impidió tomar observaciones de velocidad superficial por medio de molinete.

Los aforos más altos obtenidos hasta la fecha de la creciente alcanzan alturas de agua 2 metros abajo de la registrada.

Aunque el aforador encargado de la estación estuvo llevando un cuidadoso registro de lecturas de escala por medio de estacas y reglas adicionales, colocadas durante la avenida, la magnitud del gasto para un tirante tan alto, no fué posible estimarla por falta de observaciones de velocidad, con molinete.

Tan pronto como las comunicaciones fueron reanudadas, el aforador puso telegráficamente un mensaje informando lo anterior; y para tener preparados los trabajos preliminares, después de poner el telegrama hizo un recorrido a lo largo de ambas márgenes del río, habiendo encontrado que el tramo en el que está la estación de aforo es el más adecuado para la estimación indirecta, por sección y pendiente. Por medio de estacas, pintura blanca o roja, referencias en pilas de puente, machones, muros, árboles, etc., fué marcando las huellas de altas aguas en ambas márgenes.

Llegado el personal comisionado para los trabajos topográficos, se hizo un levantamiento en la forma antes descrita y se obtuvieron los planos presentados en el Anexo 1, de los cuales se eligieron las secciones que se muestran en el Anexo 2 para la estimación del gasto. En la Tabla 4 se presenta el registro de cálculo correspondiente.

En vista de la subdivisión en varias partes de las secciones transversales, cada

una con diferente valor de "n" y de "R" fué necesario corregir, por el método de O'Brien y Johnson (1), la carga de velocidad media, para tener la carga de velocidad compensada, empleando la fórmula:

$$a = \frac{\sum V^3 a}{V_m^3 A}$$

en la cual:

a = Relación de la carga de velocidad compensada con la carga de velocidad media en toda la sección.

V = Velocidad media, en cada parte en que se subdivida la sección total.

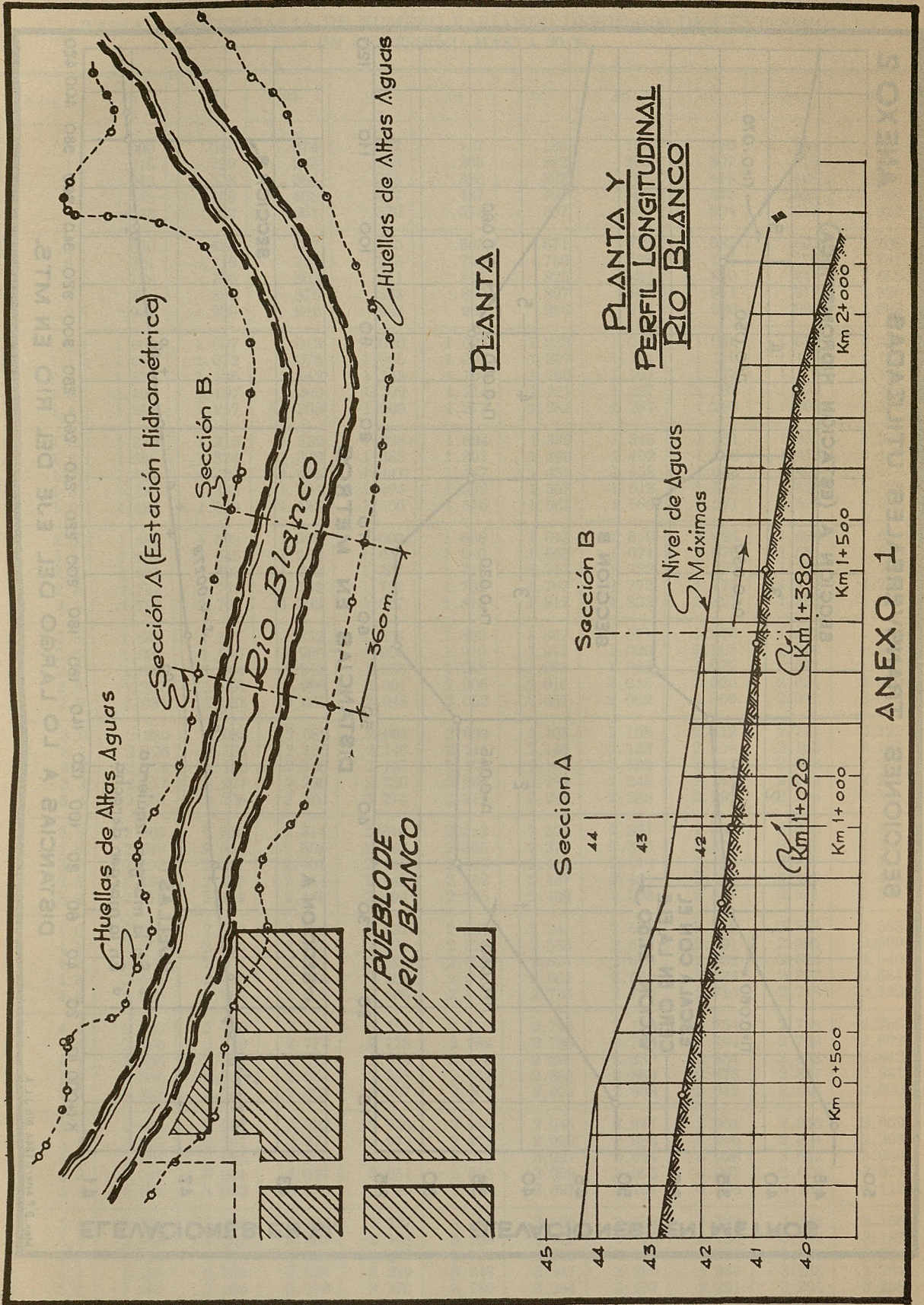
a = Area de la parte en que se subdivida la sección.

V_m = Velocidad media en toda la sección.

A = Area total de toda la sección.

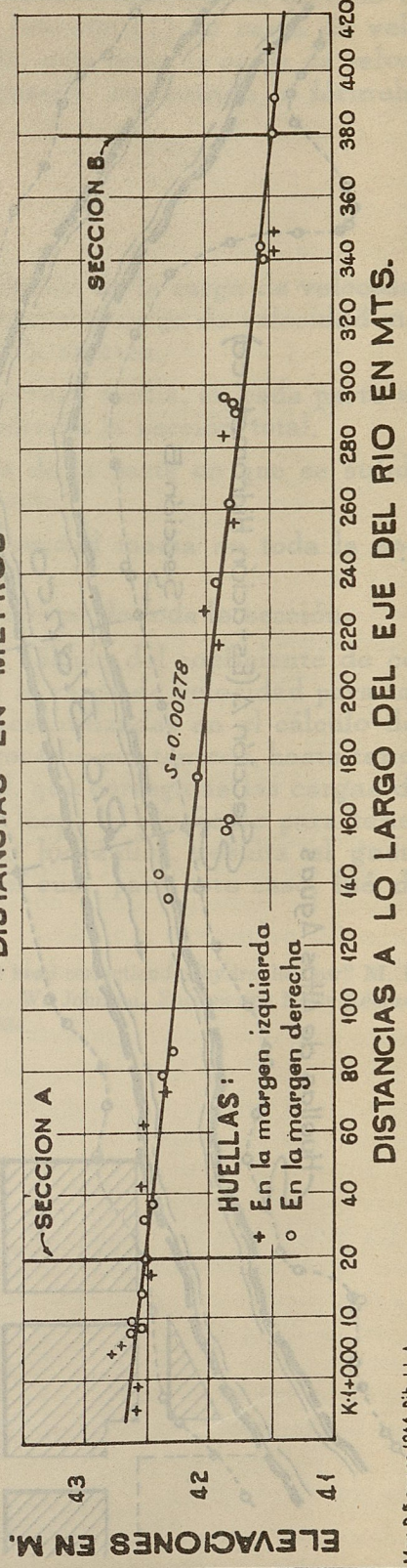
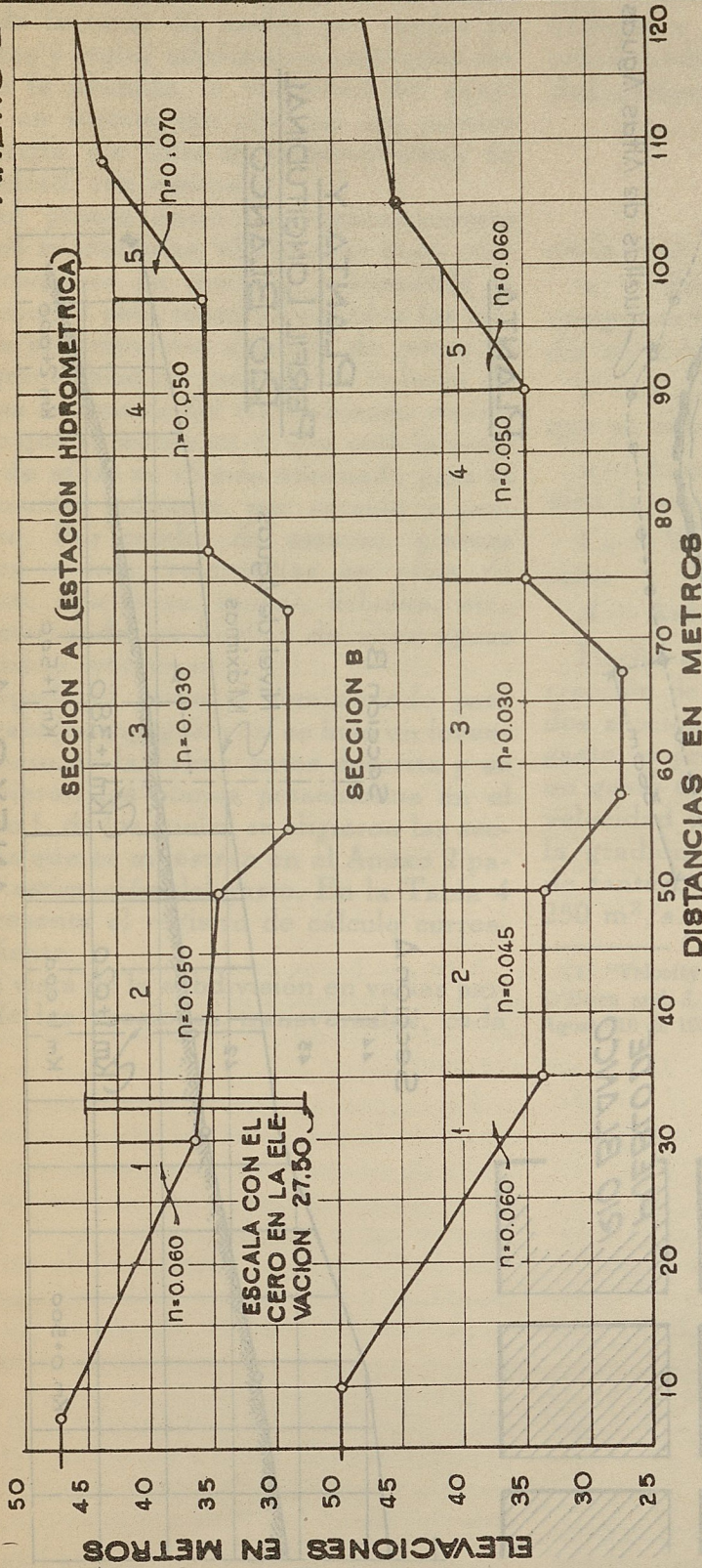
Hecho el cálculo del coeficiente de corrección de la carga de velocidad para las dos secciones utilizadas en el cálculo del gasto, se procedió por tanteos, hasta tener un gasto tal, que corregidas las cargas de velocidad y luego la pendiente para tener la gradiente hidráulica, resulta el gasto de tanteo, el cual, para este caso, fué de 250 m³/s.

(1) "Velocity head correction for hydraulic flow" M. P. O'Brien and J. W. Johnson. Engineering News Record, Agosto 16 de 1934.



ANEXO 2

SECCIONES TRANSVERSALES UTILIZADAS



DISTANCIAS A LO LARGO DEL EJE DEL RIO EN MTS.

Mex. D.F. enero 1944. Dib. J.L.A.

TABLA 1.—POTENCIAS $\frac{2}{3}$ DE NUMERO VARIANDO DESDE 0.00 DE CENTESIMO EN CENTESIMO HASTA 30.00

Núm.	.00	.01	.02	.03	.04	.05	.06	.07	.08	.09
.0	.000	.046	.074	.097	.117	.136	.153	.170	.186	.201
.1	.215	.229	.243	.256	.269	.282	.295	.307	.319	.331
.2	.342	.353	.364	.375	.386	.397	.407	.418	.428	.438
.3	.448	.458	.468	.477	.487	.497	.506	.515	.525	.534
.4	.543	.552	.561	.570	.578	.587	.596	.604	.613	.622
.5	.630	.638	.647	.655	.663	.671	.679	.687	.695	.703
.6	.711	.719	.727	.735	.743	.750	.758	.765	.773	.781
.7	.788	.796	.803	.811	.818	.825	.832	.840	.847	.855
.8	.862	.869	.876	.883	.890	.897	.904	.911	.918	.925
.9	.932	.939	.946	.953	.960	.966	.973	.980	.987	.993
1.0	1.000	1.007	1.013	1.020	1.027	1.033	1.040	1.046	1.053	1.059
1.1	1.065	1.072	1.078	1.085	1.091	1.097	1.104	1.110	1.117	1.123
1.2	1.129	1.136	1.142	1.148	1.154	1.160	1.167	1.173	1.179	1.185
1.3	1.191	1.197	1.203	1.209	1.215	1.221	1.227	1.233	1.239	1.245
1.4	1.251	1.257	1.263	1.269	1.275	1.281	1.287	1.293	1.299	1.305
1.5	1.310	1.316	1.322	1.328	1.334	1.339	1.345	1.351	1.357	1.362
1.6	1.368	1.374	1.379	1.385	1.391	1.396	1.402	1.408	1.413	1.419
1.7	1.424	1.430	1.436	1.441	1.447	1.452	1.458	1.463	1.469	1.474
1.8	1.480	1.485	1.491	1.496	1.502	1.507	1.513	1.518	1.523	1.529
1.9	1.534	1.539	1.545	1.550	1.556	1.561	1.566	1.571	1.577	1.582
2.0	1.587	1.593	1.598	1.603	1.608	1.613	1.619	1.624	1.629	1.634
2.1	1.639	1.645	1.650	1.655	1.660	1.665	1.671	1.676	1.681	1.686
2.2	1.691	1.697	1.702	1.707	1.712	1.717	1.722	1.727	1.732	1.737
2.3	1.742	1.747	1.752	1.757	1.762	1.767	1.772	1.777	1.782	1.787
2.4	1.792	1.797	1.802	1.807	1.812	1.817	1.822	1.827	1.832	1.837
2.5	1.842	1.847	1.852	1.857	1.862	1.867	1.871	1.876	1.882	1.886
2.6	1.891	1.896	1.900	1.905	1.910	1.915	1.920	1.925	1.929	1.934
2.7	1.939	1.944	1.949	1.953	1.958	1.963	1.968	1.972	1.977	1.982
2.8	1.987	1.992	1.996	2.001	2.006	2.010	2.015	2.020	2.024	2.029
2.9	2.034	2.038	2.043	2.048	2.052	2.057	2.062	2.066	2.071	2.075
3.0	2.080	2.085	2.089	2.094	2.099	2.103	2.108	2.112	2.117	2.122
3.1	2.126	2.131	2.135	2.140	2.144	2.149	2.153	2.158	2.163	2.167
3.2	2.172	2.176	2.180	2.185	2.190	2.194	2.199	2.203	2.208	2.212
3.3	2.217	2.221	2.226	2.230	2.234	2.239	2.243	2.248	2.252	2.257
3.4	2.261	2.265	2.270	2.274	2.279	2.283	2.288	2.292	2.296	2.301
3.5	2.305	2.310	2.314	2.318	2.323	2.327	2.331	2.336	2.340	2.345
3.6	2.349	2.353	2.358	2.362	2.366	2.371	2.375	2.379	2.384	2.388
3.7	2.392	2.397	2.401	2.405	2.409	2.414	2.418	2.422	2.427	2.431
3.8	2.435	2.439	2.444	2.448	2.452	2.457	2.461	2.465	2.469	2.474
3.9	2.478	2.482	2.486	2.490	2.495	2.499	2.503	2.507	2.511	2.516
4.0	2.520	2.524	2.528	2.532	2.537	2.541	2.545	2.549	2.553	2.558
4.1	2.562	2.566	2.570	2.574	2.579	2.583	2.587	2.591	2.595	2.599
4.2	2.603	2.607	2.611	2.616	2.620	2.624	2.628	2.632	2.636	2.640
4.3	2.644	2.648	2.653	2.657	2.661	2.665	2.669	2.673	2.677	2.681
4.4	2.685	2.689	2.693	2.698	2.702	2.706	2.710	2.714	2.718	2.722
4.5	2.726	2.730	2.734	2.738	2.742	2.746	2.750	2.754	2.758	2.762
4.6	2.766	2.770	2.774	2.778	2.782	2.786	2.790	2.794	2.798	2.802
4.7	2.806	2.810	2.814	2.818	2.822	2.826	2.830	2.834	2.838	2.842
4.8	2.846	2.850	2.854	2.858	2.862	2.865	2.869	2.873	2.877	2.881
4.9	2.885	2.889	2.893	2.897	2.901	2.904	2.908	2.912	2.916	2.920
5.0	2.924	2.928	2.932	2.936	2.940	2.944	2.947	2.951	2.955	2.959
5.1	2.963	2.967	2.971	2.975	2.979	2.982	2.986	2.990	2.994	2.998
5.2	3.001	3.005	3.009	3.013	3.017	3.021	3.024	3.028	3.032	3.036
5.3	3.040	3.044	3.047	3.051	3.055	3.059	3.063	3.067	3.070	3.074
5.4	3.078	3.082	3.086	3.089	3.093	3.097	3.101	3.105	3.108	3.112
5.5	3.116	3.120	3.123	3.127	3.131	3.135	3.138	3.142	3.146	3.150
5.6	3.154	3.157	3.161	3.165	3.169	3.172	3.176	3.180	3.184	3.187
5.7	3.191	3.195	3.198	3.202	3.206	3.210	3.213	3.217	3.221	3.224
5.8	3.228	3.232	3.236	3.239	3.243	3.247	3.250	3.254	3.258	3.261
5.9	3.265	3.269	3.273	3.276	3.280	3.284	3.287	3.291	3.295	3.298

Núm.	.00	.01	.02	.03	.04	.05	.06	.07	.08	.09
6.0	3.302	3.306	3.309	3.313	3.317	3.320	3.324	3.328	3.331	3.335
6.1	3.339	3.342	3.346	3.350	3.353	3.357	3.360	3.364	3.368	3.371
6.2	3.375	3.379	3.382	3.386	3.389	3.393	3.397	3.400	3.404	3.408
6.3	3.411	3.415	3.418	3.422	3.426	3.429	3.433	3.436	3.440	3.444
6.4	3.447	3.451	3.454	3.458	3.461	3.465	3.469	3.472	3.476	3.479
6.5	3.483	3.486	3.490	3.494	3.497	3.501	3.504	3.508	3.511	3.515
6.6	3.519	3.522	3.526	3.529	3.533	3.536	3.540	3.543	3.547	3.550
6.7	3.554	3.558	3.561	3.565	3.568	3.572	3.575	3.579	3.582	3.586
6.8	3.589	3.593	3.596	3.600	3.603	3.607	3.610	3.614	3.617	3.621
6.9	3.624	3.628	3.631	3.635	3.638	3.642	3.645	3.649	3.652	3.656
7.0	3.659	3.663	3.666	3.670	3.673	3.677	3.680	3.684	3.687	3.691
7.1	3.694	3.698	3.701	3.705	3.708	3.712	3.715	3.718	3.722	3.725
7.2	3.729	3.732	3.736	3.739	3.742	3.746	3.749	3.753	3.756	3.760
7.3	3.763	3.767	3.770	3.773	3.777	3.780	3.784	3.787	3.791	3.794
7.4	3.797	3.801	3.804	3.808	3.811	3.814	3.818	3.821	3.825	3.828
7.5	3.832	3.835	3.838	3.842	3.845	3.849	3.852	3.855	3.859	3.862
7.6	3.866	3.869	3.872	3.876	3.879	3.883	3.886	3.889	3.893	3.896
7.7	3.899	3.903	3.906	3.910	3.913	3.916	3.920	3.923	2.926	3.930
7.8	3.993	3.937	3.940	3.943	3.947	3.950	3.953	3.957	3.960	3.963
7.9	3.967	3.970	3.973	3.977	3.980	3.983	3.987	3.990	3.993	3.997
8.0	4.000	4.003	4.007	4.010	4.013	4.017	4.020	4.023	4.027	4.030
8.1	4.033	4.037	4.040	4.043	4.047	4.050	4.053	4.057	4.060	4.063
8.2	4.066	4.070	4.073	4.076	4.080	4.083	4.086	4.090	4.093	4.096
8.3	4.099	4.103	4.106	4.109	4.113	4.116	4.119	4.122	4.126	4.129
8.4	4.132	4.136	4.139	4.142	4.145	4.149	4.152	4.155	4.159	4.162
8.5	4.165	4.168	4.172	4.175	4.178	4.181	4.185	4.188	4.191	4.194
8.6	4.198	4.201	4.204	4.207	4.211	4.214	4.217	4.220	4.224	4.227
8.7	4.230	4.233	4.237	4.240	4.243	4.246	4.249	4.253	4.256	4.259
8.8	4.262	4.266	4.269	4.272	4.275	4.279	4.282	4.285	4.288	4.291
8.9	4.295	4.298	4.301	4.304	4.307	4.311	4.314	4.317	4.320	4.324
9.0	4.327	4.330	4.333	4.336	4.340	4.343	4.346	4.349	4.352	4.356
9.1	4.359	4.362	4.365	4.368	4.372	4.375	4.378	4.381	4.384	4.387
9.2	4.391	4.394	4.397	4.400	4.403	4.407	4.410	4.413	4.416	4.419
9.3	4.422	4.426	4.429	4.432	4.435	4.438	4.441	4.445	4.448	4.451
9.4	4.454	4.457	4.460	4.464	4.467	4.470	4.473	4.476	4.479	4.482
9.5	4.486	4.489	4.492	4.495	4.498	4.501	4.504	5.508	4.511	4.514
9.6	4.517	4.520	4.523	4.526	4.530	4.533	4.536	4.539	4.542	4.545
9.7	4.548	4.551	4.555	4.558	4.561	4.564	4.567	4.570	4.573	4.576
9.8	4.580	4.583	4.586	4.589	4.592	4.595	4.598	4.601	4.604	4.608
9.9	4.611	4.614	4.617	4.620	4.623	4.626	4.629	4.632	4.635	4.639
10.0	4.642	4.645	4.648	4.651	4.654	4.657	4.660	4.663	4.666	4.669
10.1	4.672	4.676	4.679	4.682	4.685	4.688	4.691	4.694	4.697	4.700
10.2	4.703	4.706	4.709	4.712	4.716	4.719	4.722	4.725	4.728	4.731
10.3	4.734	4.737	4.740	4.743	4.746	4.749	4.752	4.755	4.758	4.762
10.4	4.765	4.768	4.771	4.774	4.777	4.780	4.783	4.786	4.789	4.792
10.5	4.795	4.798	4.801	4.804	4.807	4.810	4.813	4.816	4.819	4.822
10.6	4.825	4.828	4.832	4.835	4.838	4.841	4.844	4.847	4.850	4.853
10.7	4.856	4.859	4.862	4.865	4.868	4.871	4.874	4.877	4.880	4.883
10.8	4.886	4.889	4.892	4.895	4.898	4.901	4.904	4.907	4.910	4.913
10.9	4.916	4.919	4.922	4.925	4.928	4.931	4.934	4.937	4.940	4.943
11.0	4.946	4.949	4.952	4.955	4.958	4.961	4.964	4.967	4.970	4.973
11.1	4.976	4.979	4.982	4.985	4.988	4.991	4.994	4.997	5.000	5.003
11.2	5.006	5.009	5.012	5.015	5.018	5.021	5.024	5.027	5.030	5.033
11.3	5.036	5.039	5.042	5.044	5.047	5.050	5.053	5.056	5.059	5.062
11.4	5.065	5.068	5.071	5.074	5.077	5.080	5.083	5.086	5.089	5.092
11.5	5.095	5.098	5.101	5.104	5.107	5.110	5.113	5.115	5.118	5.121
11.6	5.124	5.127	5.130	5.133	5.136	5.139	5.142	5.145	5.148	5.151
11.7	5.154	5.157	5.160	5.163	5.166	5.168	5.171	5.174	5.177	5.180
11.8	5.183	5.186	5.189	5.192	5.195	5.198	5.201	5.204	5.207	5.209
11.9	5.212	5.215	5.218	5.221	5.224	5.227	5.230	5.233	5.236	5.238
12.0	5.241	5.244	5.247	5.250	5.253	5.256	5.259	5.262	5.265	5.268
12.1	5.271	5.273	5.276	5.279	5.282	5.285	5.288	5.291	5.294	5.297
12.2	5.300	5.302	5.305	5.308	5.311	5.314	5.317	5.320	5.323	5.326
12.3	5.329	5.331	5.334	5.337	5.340	5.343	5.346	5.349	5.352	5.354
12.4	5.357	5.360	5.363	5.366	5.369	5.372	5.375	5.377	5.380	5.383

Núm.	.00	.01	.02	.03	.04	.05	.06	.07	.08	.09
12.5	5.386	5.389	5.392	5.395	5.398	5.400	5.403	5.406	5.409	5.412
12.6	5.415	5.418	5.421	5.423	5.426	5.429	5.432	5.435	5.438	5.440
12.7	5.443	5.446	5.449	5.452	5.455	5.458	5.461	5.463	5.466	5.469
12.8	5.472	5.475	5.478	5.480	5.483	5.486	5.489	5.492	5.495	5.498
12.9	5.500	5.503	5.506	5.509	5.512	5.515	5.517	5.520	5.523	5.526
13.0	5.529	5.532	5.534	5.537	5.540	5.543	5.546	5.549	5.551	5.554
13.1	5.557	5.560	5.563	5.566	5.568	5.571	5.574	5.577	5.580	5.582
13.2	5.585	5.588	5.591	5.594	5.597	5.600	5.602	5.605	5.608	5.611
13.3	5.614	5.616	5.619	5.622	5.625	5.628	5.630	5.633	5.636	5.639
13.4	5.642	5.644	5.647	5.650	5.653	5.656	5.658	5.661	5.664	5.667
13.5	5.670	5.672	5.675	5.678	5.681	5.684	5.686	5.689	5.692	5.695
13.6	5.698	5.700	5.703	5.706	5.709	5.712	5.714	5.717	5.720	5.723
13.7	5.725	5.728	5.731	5.734	5.737	5.739	5.742	5.745	5.748	5.751
13.8	5.753	5.756	5.759	5.762	5.765	5.767	5.770	5.773	5.776	5.778
13.9	5.781	5.784	5.787	5.789	5.792	5.795	5.798	5.801	5.803	5.806
14.0	5.809	5.812	5.814	5.817	5.820	5.823	5.825	5.828	5.831	5.834
14.1	5.836	5.839	5.842	5.845	5.847	5.850	5.853	5.856	5.859	5.861
14.2	5.864	5.867	5.870	5.872	5.875	5.878	5.880	5.883	5.886	5.889
14.3	5.892	5.894	5.897	5.900	5.902	5.905	5.908	5.911	5.913	5.916
14.4	5.919	5.922	5.924	5.927	5.930	5.933	5.935	5.938	5.941	5.944
14.5	5.946	5.949	5.952	5.955	5.957	5.960	5.963	5.965	5.968	5.971
14.6	5.974	5.976	5.979	5.982	5.985	5.987	5.990	5.993	5.995	5.998
14.7	6.001	6.004	6.006	6.009	6.012	6.014	6.017	6.020	6.023	6.025
14.8	6.028	6.031	6.034	6.036	6.039	6.042	6.044	6.047	6.050	6.052
14.9	6.055	6.058	6.061	6.063	6.066	6.069	6.071	6.074	6.077	6.080
15.0	6.082	6.085	6.088	6.090	6.093	6.096	6.098	6.101	6.104	6.106
15.1	6.109	6.112	6.115	6.117	6.120	6.123	6.125	6.128	6.131	6.133
15.2	6.136	6.139	6.141	6.144	6.147	6.150	6.152	6.155	6.158	6.160
15.3	6.163	6.166	6.168	6.171	6.174	6.176	6.179	6.182	6.184	6.187
15.4	6.190	6.193	6.195	6.198	6.200	6.203	6.206	6.209	6.211	6.214
15.5	6.217	6.219	6.222	6.225	6.227	6.230	6.233	6.235	6.238	6.241
15.6	6.243	6.246	6.249	6.251	6.254	6.257	6.259	6.262	6.265	6.267
15.7	6.270	6.273	6.275	6.278	6.281	6.283	6.286	6.289	6.291	6.294
15.8	6.297	6.299	6.302	6.305	6.307	6.310	6.312	6.315	6.318	6.320
15.9	6.323	6.326	6.328	6.331	6.334	6.336	6.339	6.342	6.344	6.347
16.0	6.350	6.352	6.355	6.358	6.360	6.363	6.365	6.368	6.371	6.373
16.1	6.376	6.379	6.381	6.384	6.387	6.389	6.392	6.394	6.397	6.400
16.2	6.402	6.405	6.408	6.410	6.413	6.416	6.418	6.421	6.423	6.426
16.3	6.429	6.431	6.434	6.437	6.439	6.442	6.444	6.447	6.450	6.452
16.4	6.455	6.458	6.460	6.463	6.465	6.468	6.471	6.473	6.476	6.479
16.5	6.481	6.484	6.486	6.489	6.492	6.494	6.497	6.500	6.502	6.505
16.6	6.507	6.510	6.513	6.515	6.518	6.520	6.523	6.526	6.528	6.531
16.7	6.533	6.536	6.539	6.541	6.544	6.546	6.549	6.552	6.554	6.557
16.8	6.560	6.562	6.565	6.567	6.570	6.573	6.575	6.578	6.580	6.583
16.9	6.586	6.588	6.591	6.593	6.596	6.599	6.601	6.604	6.606	6.609
17.0	6.611	6.614	6.617	6.619	6.622	6.624	6.627	6.630	6.632	6.635
17.1	6.637	6.640	6.643	6.645	6.648	6.650	6.653	6.655	6.658	6.661
17.2	6.663	6.666	6.668	6.671	6.674	6.676	6.679	6.681	6.684	6.686
17.3	6.689	6.692	6.694	6.697	6.699	6.702	6.705	6.707	6.710	6.712
17.4	6.715	6.717	6.720	7.723	6.725	6.728	6.730	6.733	6.735	6.738
17.5	6.740	6.743	6.746	6.748	6.751	6.753	6.756	6.758	6.761	6.764
17.6	6.766	6.769	6.771	6.774	6.776	6.779	6.782	6.784	6.787	6.789
17.7	6.792	6.794	6.797	6.799	6.802	6.805	6.807	6.810	6.812	6.815
17.8	6.817	6.820	6.822	6.825	6.828	6.830	6.833	6.835	6.838	6.840
17.9	6.843	6.845	6.848	6.850	6.853	6.856	6.858	6.861	6.863	6.866
18.0	6.868	6.871	6.873	6.876	6.878	6.881	6.884	6.886	6.889	6.891
18.1	6.894	6.896	6.899	6.901	6.904	6.906	6.909	6.911	6.914	6.917
18.2	6.919	6.922	6.924	6.927	6.929	6.932	6.934	6.937	6.939	6.942
18.3	6.944	6.947	6.949	6.952	6.954	6.957	6.960	6.962	6.965	6.967
18.4	6.970	6.972	6.975	6.977	6.980	6.982	6.985	6.987	6.990	6.992
18.5	6.995	6.997	7.000	7.002	7.005	7.007	7.010	7.013	7.015	7.018
18.6	7.020	7.023	7.025	7.028	7.030	7.032	7.035	7.038	7.040	7.043
18.7	7.045	7.048	7.050	7.053	7.055	7.058	7.060	7.063	7.065	7.068
18.8	7.070	7.073	7.075	7.078	7.080	7.083	7.085	7.088	7.090	7.093
18.9	7.095	7.098	7.100	7.103	7.105	7.108	7.110	7.113	7.115	7.118

Núm.	.00	.01	.02	.03	.04	.05	.06	.07	.08	.09
19.0	7.120	7.123	7.125	7.128	7.130	7.133	7.135	7.138	7.140	7.143
19.1	7.145	7.148	7.150	7.153	7.155	7.158	7.160	7.163	7.165	7.168
19.2	7.170	7.173	7.175	7.178	7.180	7.183	7.185	7.188	7.190	7.193
19.3	7.195	7.198	7.200	7.203	7.205	7.208	7.210	7.212	7.215	7.217
19.4	7.220	7.222	7.225	7.227	7.230	7.232	7.235	7.237	7.240	7.242
19.5	7.245	7.247	7.250	7.252	7.255	7.257	7.260	7.262	7.265	7.267
19.6	7.270	7.272	7.274	7.277	7.279	7.282	7.284	7.287	7.289	7.292
19.7	7.294	7.297	7.299	7.302	7.304	7.307	7.309	7.311	7.314	7.316
19.8	7.319	7.321	7.324	7.326	7.329	7.331	7.334	7.336	7.339	7.341
19.9	7.343	7.346	7.348	7.351	7.353	7.356	7.358	7.361	7.363	7.366
20.0	7.368	7.371	7.373	7.375	7.378	7.380	7.383	7.385	7.388	7.390
20.1	7.393	7.395	7.397	7.400	7.402	7.405	7.407	7.410	7.412	7.415
20.2	7.417	7.420	7.422	7.424	7.427	7.429	7.432	7.434	7.437	7.439
20.3	7.442	7.444	7.446	7.449	7.451	7.454	7.456	7.459	7.461	7.464
20.4	7.466	7.468	7.471	7.473	7.476	7.478	7.481	7.483	7.485	7.488
20.5	7.490	7.493	7.495	7.498	7.500	7.503	7.505	7.507	7.510	7.512
20.6	7.515	7.517	7.520	7.522	7.524	7.527	7.529	7.532	7.534	7.537
20.7	7.539	7.541	7.544	7.546	7.549	7.551	7.554	7.556	7.558	7.561
20.8	7.563	7.566	7.568	7.571	7.573	7.575	7.578	7.580	7.583	7.585
20.9	7.587	7.590	7.592	7.595	7.597	7.600	7.602	7.604	7.607	7.609
21.0	7.612	7.614	7.617	7.619	7.621	7.624	7.626	7.629	7.631	7.633
21.1	7.636	7.638	7.641	7.643	7.645	7.648	7.650	7.653	7.655	7.658
21.2	7.660	7.662	7.665	7.667	7.670	7.672	7.674	7.677	7.679	7.682
21.3	7.684	7.686	7.689	7.691	7.694	7.696	7.698	7.701	7.703	7.706
21.4	7.708	7.710	7.713	7.715	7.718	7.720	7.722	7.725	7.727	7.730
21.5	7.732	7.734	7.737	7.739	7.742	7.744	7.746	7.749	7.751	7.754
21.6	7.756	7.758	7.761	7.763	7.766	7.768	7.770	7.773	7.775	7.778
21.7	7.780	7.782	7.785	7.787	7.789	7.792	7.794	7.797	7.799	7.801
21.8	7.804	7.806	7.809	7.811	7.813	7.816	7.818	7.820	7.823	7.825
21.9	7.828	7.830	7.832	7.835	7.837	7.840	7.842	7.844	7.847	7.849
22.0	7.851	7.854	7.856	7.859	7.861	7.863	7.866	7.868	7.870	7.873
22.1	7.875	7.878	7.880	7.882	7.885	7.887	7.889	7.892	7.894	7.897
22.2	7.899	7.901	7.904	7.906	7.908	7.911	7.913	7.916	7.918	7.920
22.3	7.923	7.925	7.927	7.930	7.932	7.934	7.937	7.939	7.942	7.944
22.4	7.946	7.949	7.951	7.953	7.956	7.958	7.960	7.963	7.965	7.968
22.5	7.970	7.972	7.975	7.977	7.979	7.982	7.984	7.986	7.989	7.991
22.6	7.994	7.996	7.998	8.001	8.003	8.005	8.008	8.010	8.012	8.015
22.7	8.017	8.019	8.022	8.024	8.027	8.029	8.031	8.034	8.036	8.038
22.8	8.041	8.043	8.045	8.048	8.050	8.052	8.055	8.057	8.059	8.062
22.9	8.064	8.066	8.069	8.071	8.074	8.076	8.078	8.081	8.083	8.085
23.0	8.088	8.090	8.092	8.095	8.097	8.099	8.102	8.104	8.106	8.109
23.1	8.111	8.113	8.116	8.118	8.120	8.123	8.125	8.127	8.130	8.132
23.2	8.134	8.137	8.139	8.141	8.144	8.146	8.148	8.151	8.153	8.155
23.3	8.158	8.160	8.162	8.165	8.167	8.169	8.172	8.174	8.176	8.179
23.4	8.181	8.183	8.186	8.188	8.190	8.193	8.195	8.197	8.200	8.202
23.5	8.204	8.207	8.209	8.211	8.214	8.216	8.218	8.221	8.223	8.225
23.6	8.228	8.230	8.232	8.235	8.237	8.239	8.242	8.244	8.246	8.249
23.7	8.251	8.253	8.255	8.258	8.260	8.262	8.265	8.267	8.269	8.272
23.8	8.274	8.276	8.279	8.281	8.283	8.286	8.288	8.290	8.293	8.295
23.9	8.297	8.300	8.302	8.304	8.306	8.309	8.311	8.313	8.316	8.318
24.0	8.320	8.323	8.325	8.327	8.330	8.332	8.334	8.337	8.339	8.341
24.1	8.343	8.346	8.348	8.350	8.353	8.355	8.357	8.360	8.362	8.364
24.2	8.366	8.369	8.371	8.374	8.376	8.378	8.380	8.383	8.385	8.387
24.3	8.390	8.392	8.394	8.396	8.399	8.401	8.403	8.406	8.408	8.410
24.4	8.413	8.415	8.417	8.419	8.422	8.424	8.426	8.429	8.431	8.433
24.5	8.436	8.438	8.440	8.442	8.445	8.447	8.449	8.452	8.454	8.456
24.6	8.458	8.461	8.463	8.465	8.468	8.470	8.472	8.474	8.477	8.479
24.7	8.481	8.484	8.486	8.488	8.490	8.493	8.495	8.497	8.500	8.502
24.8	8.504	8.507	8.509	8.511	8.513	8.516	8.518	8.520	8.522	8.525
24.9	8.527	8.529	8.532	8.534	8.536	8.538	8.541	8.543	8.545	8.548
25.0	8.550	8.552	8.554	8.557	8.559	8.561	8.564	8.566	8.568	8.570
25.1	8.573	8.575	8.577	8.580	8.582	8.584	8.586	8.589	8.591	8.593
25.2	8.595	8.598	8.600	8.602	8.605	8.607	8.609	8.611	8.614	8.616
25.3	8.618	8.620	8.623	8.625	8.627	8.629	8.632	8.634	8.636	8.639
25.4	8.641	8.643	8.645	8.648	8.650	8.652	8.654	8.657	8.659	8.661

Núm.	.00	.01	.02	.03	.04	.05	.06	.07	.08	.09
25.5	8.664	8.666	8.668	8.670	8.673	8.675	8.677	8.679	8.682	8.684
25.6	8.686	8.688	8.691	8.693	8.695	8.697	8.700	8.702	8.704	8.706
25.7	8.709	8.711	8.713	8.716	8.718	8.720	8.722	8.725	8.727	8.729
25.8	8.731	8.734	8.736	8.738	8.740	8.743	8.745	8.747	8.749	8.752
25.9	8.754	8.756	8.758	8.761	8.763	8.765	8.767	8.770	8.772	8.774
26.0	8.776	8.779	8.781	8.783	8.785	8.788	8.790	8.792	8.794	8.797
26.1	8.799	8.801	8.803	8.806	8.808	8.810	8.812	8.815	8.817	8.819
26.2	8.821	8.824	8.826	8.828	8.830	8.833	8.835	8.837	8.839	8.842
26.3	8.844	8.846	8.848	8.850	8.853	8.855	8.857	8.859	8.862	8.864
26.4	8.866	8.868	8.871	8.873	8.875	8.877	8.880	8.882	8.884	8.886
26.5	8.889	8.891	8.893	8.895	8.897	8.900	8.902	8.904	8.906	8.909
26.6	8.911	8.913	8.915	8.918	8.920	8.922	8.924	8.927	8.929	8.931
26.7	8.933	8.935	8.938	8.940	8.942	8.944	8.947	8.949	8.951	8.953
26.8	8.956	8.958	8.960	8.962	8.964	8.967	8.969	8.971	8.973	8.976
26.9	8.978	8.980	8.982	8.984	8.987	8.989	8.991	8.993	8.996	8.998
27.0	9.000	9.002	9.004	9.007	9.009	9.011	9.013	9.016	9.018	9.020
27.1	9.022	9.024	9.027	9.029	9.031	9.033	9.036	9.038	9.040	9.042
27.2	9.044	9.047	9.049	9.051	9.053	9.055	9.058	9.060	9.062	9.064
27.3	9.067	9.069	9.071	9.073	9.075	9.078	9.080	9.082	9.084	9.086
27.4	9.089	9.091	9.093	9.095	9.098	9.100	9.102	9.104	9.106	9.109
27.5	9.111	9.113	9.115	9.117	9.120	9.122	9.124	9.126	9.128	9.131
27.6	9.133	9.135	9.137	9.139	9.142	9.144	9.146	9.148	9.150	9.153
27.7	9.155	9.157	9.159	9.162	9.164	9.166	9.168	9.170	9.173	9.175
27.8	9.177	9.179	9.181	9.184	9.186	9.188	9.190	9.192	9.195	9.197
27.9	9.199	9.201	9.203	9.206	9.208	9.210	9.212	9.214	9.216	9.219
28.0	9.221	9.223	9.225	9.227	9.230	9.232	9.234	9.236	9.238	9.241
28.1	9.243	9.245	9.247	9.249	9.252	9.254	9.256	9.258	9.260	9.263
28.2	9.265	9.267	9.269	9.271	9.274	9.276	9.278	9.280	9.282	9.284
28.3	9.287	9.289	9.291	9.293	9.295	9.298	9.300	9.302	9.304	9.306
28.4	9.308	9.311	9.313	9.315	9.317	9.319	9.322	9.324	9.326	9.328
28.5	9.330	9.333	9.335	9.337	9.339	9.341	9.343	9.346	9.348	9.350
28.6	9.352	9.354	9.356	9.359	9.361	9.363	9.365	9.367	9.370	9.372
28.7	9.374	9.376	9.378	9.380	9.383	9.385	9.387	9.389	9.391	9.393
28.8	9.396	9.398	9.400	9.402	9.404	9.407	9.409	9.411	9.413	9.415
28.9	9.417	9.420	9.422	9.424	9.426	9.428	9.430	9.433	9.435	9.437
29.0	9.439	9.441	9.443	9.446	9.448	9.450	9.452	9.454	9.456	9.459
29.1	9.461	9.463	9.465	9.467	9.469	9.472	9.474	9.476	9.478	9.480
29.2	9.482	9.485	9.487	9.489	8.491	9.493	9.495	9.498	9.500	9.502
29.3	9.504	9.506	9.508	9.511	9.513	9.515	9.517	9.519	9.521	9.524
29.4	9.526	9.528	9.530	9.532	9.534	9.537	9.539	9.541	9.543	9.545
29.5	9.547	9.549	9.552	9.554	9.556	9.558	9.560	9.562	9.565	9.567
29.6	9.569	9.571	9.573	9.575	9.577	9.580	9.582	9.584	9.586	9.588
29.7	9.590	9.593	9.595	9.597	9.599	9.601	9.603	9.605	9.608	9.610
29.8	9.612	9.614	9.616	9.618	9.621	9.623	9.625	9.627	9.629	9.631
29.9	9.633	9.636	9.638	9.640	9.642	9.644	9.646	9.648	9.651	9.653
30.0	9.655									

TABLA 2.- RAZ CUADRADA DE NUMEROS DECIMALES

Núm.	----0	----1	----2	----3	----4	----5	----6	----7	----8	----9
.00001	.003162	.003317	.003464	.003606	.003742	.003873	.004000	.004123	.004243	.004359
.00002	.004472	.004583	.004690	.004796	.004899	.005000	.005099	.005196	.005292	.005385
.00003	.005477	.005568	.005657	.005745	.005831	.005916	.006000	.006083	.006164	.006245
.00004	.006325	.006403	.006481	.006557	.006633	.006708	.006782	.006856	.006928	.007000
.00005	.007071	.007141	.007211	.007280	.007348	.007416	.007483	.007550	.007616	.007681
.00006	.007746	.007810	.007874	.007937	.008000	.008062	.008124	.008185	.008246	.008307
.00007	.008367	.008426	.008485	.008544	.008602	.008660	.008718	.008775	.008832	.008888
.00008	.008944	.009000	.009055	.009110	.009165	.009220	.009274	.009327	.009381	.009434
.00009	.009487	.009539	.009592	.009644	.009695	.009747	.009798	.009849	.009899	.009950
.00010	.010000	.010050	.010100	.010149	.010198	.010247	.010296	.010344	.010392	.010440

Núm.	--- 0	--- 1	--- 2	--- 3	--- 4	--- 5	--- 6	--- 7	--- 8	--- 9
.0001	.01000	.01049	.01095	.01140	.01183	.01225	.01265	.01304	.01342	.01378
.0002	.01414	.01449	.01483	.01517	.01549	.01581	.01612	.01643	.01673	.01703
.0003	.01732	.01761	.01789	.01817	.01844	.01871	.01897	.01924	.01949	.01975
.0004	.02000	.02025	.02049	.02074	.02098	.02121	.02145	.02168	.02191	.02214
.0005	.02236	.02258	.02280	.02302	.02324	.02345	.02366	.02387	.02408	.02429
.0006	.02449	.02470	.02490	.02510	.02530	.02550	.02569	.02588	.02608	.02627
.0007	.02646	.02665	.02683	.02702	.02720	.02739	.02757	.02775	.02793	.02811
.0008	.02828	.02846	.02864	.02881	.02898	.02915	.02933	.02950	.02966	.02983
.0009	.03000	.03017	.03033	.03050	.03066	.03082	.03098	.03114	.03130	.03146
.0010	.03162	.03178	.03194	.03209	.03225	.03240	.03256	.03271	.03286	.03302
.001	.03162	.03317	.03464	.03606	.03742	.03873	.04000	.04123	.04243	.04359
.002	.04472	.04583	.04690	.04796	.04899	.05000	.05099	.05196	.05292	.05385
.003	.05477	.05568	.05657	.05745	.05831	.05916	.06000	.06083	.06164	.06245
.004	.06325	.06403	.06481	.06557	.06633	.06708	.06782	.06856	.06928	.07000
.005	.07071	.07141	.07211	.07280	.07348	.07416	.07483	.07550	.07616	.07681
.006	.07746	.07810	.07874	.07937	.08000	.08062	.08124	.08185	.08246	.08307
.007	.08367	.08426	.08485	.08544	.08602	.08660	.08718	.08775	.08832	.08888
.008	.08944	.09000	.09055	.09110	.09165	.09220	.09274	.09327	.09381	.09434
.009	.09487	.09539	.09592	.09644	.09695	.09747	.09798	.09849	.09899	.09950
.010	.10000	.10050	.10100	.10149	.10198	.10247	.10296	.10344	.10392	.10440
.01	.1000	.1049	.1095	.1140	.1183	.1225	.1265	.1304	.1342	.1378
.02	.1414	.1449	.1483	.1517	.1549	.1581	.1612	.1643	.1673	.1703
.03	.1732	.1761	.1789	.1817	.1844	.1871	.1897	.1924	.1949	.1975
.04	.2000	.2025	.2049	.2074	.2098	.2121	.2145	.2168	.2191	.2214
.05	.2236	.2258	.2280	.2302	.2324	.2345	.2366	.2387	.2408	.2429
.06	.2449	.2470	.2490	.2510	.2530	.2550	.2569	.2588	.2608	.2627
.07	.2646	.2665	.2683	.2702	.2720	.2739	.2757	.2775	.2793	.2811
.08	.2828	.2846	.2864	.2881	.2898	.2915	.2933	.2950	.2966	.2983
.09	.3000	.3017	.3033	.3050	.3066	.3082	.3098	.3114	.3130	.3146
.10	.3162	.3178	.3194	.3209	.3225	.3240	.3256	.3271	.3286	.3302

TABLA 3.—VALORES DEL COEFICIENTE DE RUGOSIDAD “n”, PARA DIVERSAS CONDICIONES DEL CAUCE (a)

SUPERFICIE DE ESCURRIMIENTO	CONDICIONES DEL CAUCE			
	Perfectas	Buenas	Regulares	Malas
<i>Ríos y Arroyos.</i>				
(1) Cauce limpio, márgenes rectas a capacidad total, sin pozas ni bajos.....	0.025	0.0275	0.030	0.033
(2) Lo mismo que (1) pero con yerbas y piedras.....	0.030	0.033	0.035	0.040
(3) Cauce sinuoso, con pozas y bajos.....	0.033	0.035	0.040	0.045
(4) Lo mismo que (3), con menor tirante, pendientes y secciones no muy efectivas.....	0.040	0.045	0.050	0.055
(5) Lo mismo que (3) con algo de yerbas y piedras.....	0.035	0.040	0.045	0.050
(6) Lo mismo que (4) pero en secciones muy pedregosas.....	0.045	0.050	0.055	0.060
(7) Tramos de río con poca velocidad enyerbados y con pozas profundas.....	0.050	0.060	0.070	0.080
(8) Tramos muy enyerbados.....	0.075	0.100	0.125	0.150

(a) Datos tomados del estudio "Some Better Kutter's Formula Coefficients" por Robert E. Horton, publicado en el Engineering News Record Feb. 24, May. 4 de 1916.

(b) Valores usados comúnmente para el diseño de canales.

TABLA 4.- REGISTRO DE CALCULO PARA LA ESTIMACION INDIRECTA DEL GASTO MAXIMO POR EL METODO DE SECCION Y PENDIENTE

Creciente registrada en el Río Blanco a la altura del Pueblo de Río Blanco el día 1º de septiembre de 1880 (Supuesta)

Parte	Area Parcial (a)	Perimetro mojado (p)	Radio hidráulico (R)	Pendiente (S)	R ^{2/3}	S ^{1/2}	Coeficiente de Rugosidad (n)	Velocidad media (v)	Gasto parcial (q)	COEFICIENTE DE CORRECCION A LA CARGA DE VELOCIDAD		
										V ³	aV ³	Coeficiente de corrección a la carga de velocidad (c)
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
	m ²	m.	(2) ÷ (3)	m.				m/s.	m ³ /s.	(9) ³	(2) × (11)	
SECCION - B												
1	7.50	14.0	0.64	0.00278	0.663	0.05273	0.060	0.58	4.35	0.20	1.50	
2	28.00	20.0	1.40	0.00278	1.251	0.05273	0.050	1.32	36.96	2.30	63.40	
3	69.15	33.5	2.06	0.00278	1.619	0.05273	0.030	2.85	197.08	23.15	1600.82	1739.93
4	29.00	20.0	1.45	0.00278	1.281	0.05273	0.050	1.36	39.44	2.52	73.08	a = 1739.93
5	6.65	12.0	0.55	0.00278	0.671	0.05273	0.070	0.50	3.33	0.13	0.86	= 1139.24
Total	140.30							V _m = 2.01	282.16	V _m = 8.12	AV _m ³ = 1139.24	
SECCION - A												
1	9.60	14.0	0.69	0.00278	0.781	0.05273	0.060	0.68	6.53	0.31	2.98	
2	24.00	15.0	1.60	0.00278	1.368	0.05273	0.045	1.60	38.40	4.10	98.40	
3	59.90	30.0	2.00	0.00278	1.587	0.05273	0.030	2.80	167.72	21.84	1308.22	1468.90
4	19.50	15.0	1.30	0.00278	1.191	0.05273	0.050	1.26	24.57	2.80	58.00	a = 1468.90
5	6.50	12.0	0.54	0.00278	0.663	0.05273	0.060	0.58	3.77	0.20	1.30	= 984.68
Total	119.50							V _m = 2.02	240.99	V _m = 8.24	AV _m ³ = 984.68	
GASTO MEDIO EN LAS DOS SECCIONES												
A J U S T E D E L G A S T O												
Gasto supuesto	Sección	Area (m ²)	Velocidad media (m/s.)	Carga de Velocidad (m)	Corrección a	Carga de velocidad corregida	Corrección a la pendiente	Pendiente corregida (S')	Coeficiente de corrección al gasto (C)	Gasto corregido m ³ /s.		
255	A	140.30	1.83	0.171	1.5273	0.260	0.260 - 0.352 = $\frac{360}{360}$	0.00278	$\frac{256}{278} = 0.92 = 0.96$	261.53 × 0.96 = 255	Se acepta: 255 m ³ /s.	
	B	119.50	2.15	0.236	1.4917	0.352	-0.000256	-0.00026				