

Mejoras en el puerto de Curaçao (Antillas holandesas).

De *Ingenieur*, de Junio de 1911, publica un resumen de la conferencia dada por M. Van Lidth de Jeudeante el Instituto Real de Ingenieros, de La Haya, acerca del puerto de Curaçao; esta importante conferencia empieza por unas nociones geográficas geológicas y comerciales sobre la isla de Curaçao y sobre la influencia probable que ejercerá sobre ella la apertura del canal de Panamá en el movimiento de su puerto, principalmente como refugio y como depósito de carbones.

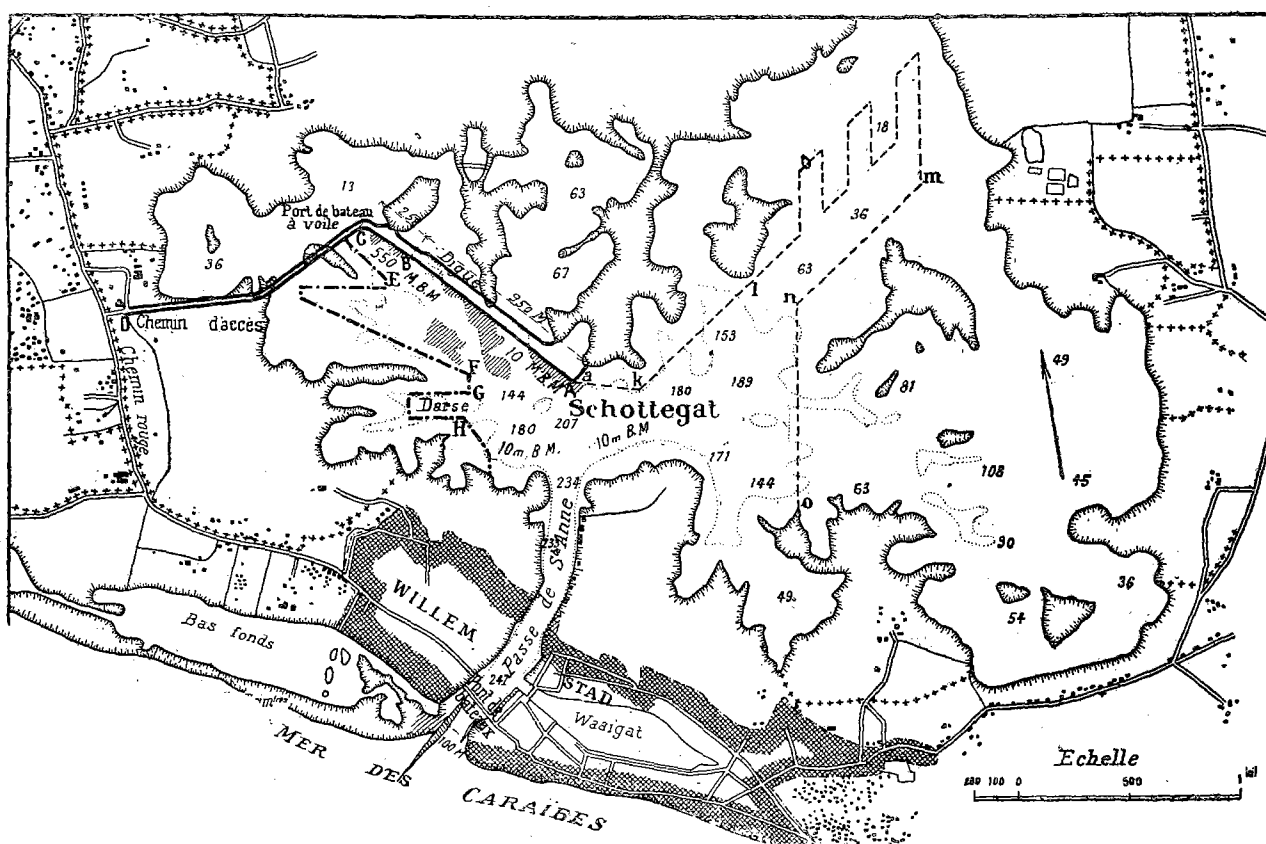
En lo que concierne al puerto, propiamente dicho, de Willemstad y al paso llamado de Schottegat, ha sido necesario para ponerlos en condiciones de servir á los grandes buques actuales, de nombrar una Comisión de estudios, confiada por el Gobernador de Curaçao en Junio de 1909 á MM. Eveert y Leezer.

El movimiento de la marea es ordinariamente tan sólo de 60 centímetros.

El Wasigat, al Oeste del paso de Santa Ana, y en cuya desembocadura se halla un puente levadizo de 7,50 metros, es una dársena poco profunda accesible solamente á pequeños veleros.

Al Norte de la bahía de Santa Ana se extiende el Schottegat, abrigo seguro con profundidad de 11 á 24 metros; los bajos fondos y los bancos madreporicos están señalados por boyas flotantes. Los buques de guerra fondean á menudo en esta rada cuando sus dimensiones no son demasiado considerables y diez de ellos anclaron en esta bahía cuando el bloqueo de Venezuela.

El plano adjunto hace ver las disposiciones generales del proyecto de gran puerto, ideado por M. Van Sidth de Jende. Comprende, con la habitación del Schottegat, la mejora de la entrada, cuya anchura y cuya profundidad mínimas son insuficientes



Los números correspondientes á las profundidades expresan decímetros.
 ABCD trabajos para realizar inmediatamente.
 EFGH — de menor urgencia.
 aklmñ — ulteriores.
 [línea punteada] bajos fondos que hay que profundizar.

La isla, de un relieve bastante irregular, está formada de macizos de diabasa, rodeados de calcárea.

La costa Norte es escarpada é impracticable á causa de las rompientes; la Sur, por el contrario, tiene playas, bahías y abrigos numerosos; el más importante es el que forma la bahía de Santa Ana y el mencionado Schottegat.

La desembocadura de la bahía de Santa Ana tiene una anchura mínima de 105 metros, de los que 55 ofrecen una profundidad suficiente para la navegación (variando la del canal de 17 á 23 metros).

A lo largo de la costa reina, durante once meses, una corriente EO. de 1 á 3 millas por hora, que se invierte el resto del año con una velocidad menor, estando producida por el encuentro del monzón Sur y del monzón Norte. En la desembocadura se depositan anualmente, en el lado oriental, de 1.000 á 2.500 metros cúbicos de arena de la que se desembara con facilidad el canal por medio de dragados.

en la actualidad para los buques de grandes dimensiones. La anchura mínima llegará, con estas obras, á 100 metros, con una profundidad de 10,50 metros en las bajas mareas.

Los muros de los muelles se construirán con cajones de cemento armado, colocados á una profundidad de 10 metros, según el sistema adoptado en Rotterdam y en Talcahuano. Los muelles estarán dotados del material en uso para la descarga de mercancías y, en particular, de los carbones.

Entre las cuestiones accesorias de este estudio, debe señalarse el abastecimiento de agua dulce, que ha de obtenerse por medio de pozos abiertos á través de la diabasa descompuesta hasta la diabasa compacta. Como la superficie de este bloque está en pendiente hacia el mar, no ha habido más remedio que retener el agua de las capas subterráneas por medio de diques de hormigón dispuestos agua abajo de los pozos.

El presupuesto se eleva, en números redondos, á 14.700.000 francos, distribuidos en la forma siguiente:

	Francos.
Adquisiciones de terrenos.....	63.000
Dragrados y terraplenes.....	7.184.000
Muros de los muelles y dependencias.....	3 971.625
Instalaciones para los carbones.....	126.000
Abastecimiento de agua.....	325.500
Vías, material de los muelles.....	1.101.030
Edificios en la Península.....	640.500
Instalaciones eléctricas.....	714.000
Diversos.....	574.245
Total en números redondos.....	14.700.000

Estudio de las capas acuosas con objeto de determinar su rendimiento.

Dos caminos se presentan al hidrólogo que quiere determinar el caudal que puede proporcionar una capa acuosa dada.

Puede proceder por el método *directo* ó *experimental*, que consiste en extraer de la capa, durante un cierto lapso de tiempo, el volumen de agua que se desea obtener, y en observar atentamente los fenómenos que de aquí provengan: si no resulta un empobrecimiento continuo de la reserva almacenada en el subsuelo, se deduce la posibilidad de la solución sospechada.

El hidrólogo puede, por el contrario, recurrir á las fórmulas, para fijarse en el valor de la caudal de la capa. Darcy, principalmente ha establecido la relación

$$Q = \Sigma \times i \times f$$

en la cual:

Q es la cantidad de agua que atraviesa en la unidad de tiempo una sección dada, perpendicular á la dirección de la corriente subterránea;

i es la *pendiente* unitaria que presenta, en esta sección, la capa acuosa;

f es la *superficie* mojada de esta sección;

Σ es el *caudal unitario*, es decir, la cantidad de agua que atravesaría en la unidad de tiempo la unidad de sección mojada si la pendiente de la capa fuese igual á la unidad. Este coeficiente mide, por lo tanto, la permeabilidad del suelo que encierra á la capa acuosa.

Investigaciones preliminares y especiales, en cada caso, permiten determinar los factores *i*, *f* y Σ .

Estós dos métodos tienen cada uno sus ventajas y sus inconvenientes. El primero es más sencillo y da resultados más ciertos, más seguros; pero es más costosa, sobre todo, cuando se trata de grandes caudales, así es que su empleo no está indicado más que cuando se suponen tomas de agua de poca importancia. El segundo método, que tiene la ventaja de la economía cuando el caudal que se ha de extraer cotidianamente se calcula por millares de metros cúbicos, presenta siempre una cierta parte aleatoria; la investigación de los factores que se han de introducir en la fórmula es cuestión muy delicada y los resultados que de ella se deducen no deben jamás considerarse más que como probabilidades, aproximándose tanto más á la certidumbre cuanto se han fijado con más cuidado los valores de Σ , de *i* y de *f*.

Es por extremo interesante comparar los resultados obtenidos por el cálculo y los que proporcionan, para el mismo caso, los experimentos directos: se puede así juzgar de la exactitud de las fórmulas y apreciar el grado de la confianza que puede concedérselas.

M. Thiem, el sabio hidrólogo alemán, ha hecho un estudio de este género para el abastecimiento de la ciudad de M-Gldbach y ha podido comprobar una concordancia casi completa entre las indicaciones obtenidas por los dos métodos.

La cuenca sobre la que se han realizado sus investigaciones, que se han seguido sin interrupción desde fines de Agosto de 1907 á Enero de 1908, mide 13 kilómetros de longitud y 6 de anchura por término medio.

Los cursos de agua que alimenta esta cuenca han sido aforados en diferentes puntos; así ha podido determinarse con exactitud *experimentalmente*, cuál era el caudal que le suministraba la cuenca. Por otra parte, para evaluar este caudal *por el cálculo*, ha sido necesario determinar los elementos que entran en la fórmula de Darey y proceder, para este fin, á numerosas operaciones sobre el terreno: se han practicado 52 sondeos de reconocimiento, que representan en conjunto una profundidad total de 547 metros; se han observado 80 pozos de la región, y ulteriormente se han efectuado 29 sondeos suplementarios. Los días 23 y 24 de Enero de 1908, se ha determinado el nivel del agua en todas estas obras; se han obtenido así los elementos necesarios para representar la superficie de la capa acuosa por curvas de nivel, espaciadas 50 centímetros, y para darse perfectamente cuenta de las circunstancias en que corre el agua en toda la extensión de la cuenca: dirección de la corriente, pendiente de la capa, espesor de la misma, superficie mojada normal á la dirección de la corriente, etc. Quedaba que determinar el coeficiente Σ . Ensayos directos, efectuados en cinco puntos diferentes de la cuenca, han permitido fijar sus valores. En cada uno de estos cinco puntos se practicaron tres sondeos, distantes entre sí 10 metros y alineados según la mayor pendiente; se extrajo, por medio de bombas, en el de agua abajo á razón de un cierto caudal *q* por segundo; después, cuando el movimiento vino á ser permanente—lo que se hizo constar por el hecho de que la curva de rebatimiento provocada por la acción de las bombas permanecía estacionaria—, se midió en los dos sondeos agua arriba las alturas *h* y *h*₁ á las cuales se mantenía el nivel del agua por encima del terreno impermeable sobre el cual se apoyaba la capa acuosa. El coeficiente Σ está entonces dado por la relación.

$$\Sigma = \frac{q}{\pi} \frac{\ln a_1 - \ln a}{(h_1 + h)(h_1 - h)} \text{ para una capa libre}$$

y

$$\Sigma = \frac{q}{\pi} \frac{\ln a_1 - \ln a}{2m(h_1 - h)} \text{ para una capa semiartesiana.}$$

En estas fórmulas, *a* y *a*₁ son las distancias de un sondeo al otro, y *m* representa el espesor de la capa encerrada.

Los valores encontrados por M. Thiem, para el coeficiente Σ , varían de 0,00096 á 0,00540; la pendiente de superficie *i* era próximamente de 0,00062 y el espesor de la capa ácuea llegaba á 18 metros por término medio. De estos diversos elementos, dedujo que el caudal producido por la corriente subterránea en la cuenca debía ser de 472 litros por segundo, lo que correspondía próximamente á 5 metros cúbicos por hectárea-día.

Estas cifras concuerdan de un modo sorprendente con las que habían proporcionado los aforos de los cursos de agua de la cuenca; los dos métodos, *experimental* y *deductivo*, habían, pues, conducido á resultados casi idénticos.

M. Tiem ha aplicado el procedimiento «por el cálculo» al estudio del abastecimiento de agua potable á diversas poblaciones. El cuadro siguiente—que tomamos, así como lo que precede, de los *Annales des Travaux Publics de Belgique*, de Octubre último—dará una idea de lo que se ha gastado en estos estudios y de los resultados que se han obtenido.

	Praga.	Leipzig.	Czernowitz.	M. Gladbach
Coste total de los estudios hidro-lógicos.....	63,500 fr	37,500 fr	19,500 fr.	18,750 fr.
Caudal preciso para las necesidades de la población (en litros-segundos).....	1,050	570	116	140
Caudal encontrado (en litros-segundos).....	1,263	781	301	472
Duración de las investigaciones (en días).....	190	194	67	147
Coste de las investigaciones por litro-segundo encontrado.....	50 fr	48 fr	64 fr.	40 fr.