

trabajo á que muchos concurren, lleve la sanción de los más y pueda ser presentada en su día á la consideración de altos poderes.

Expuestos quedan con las anteriores líneas los pensamientos dominantes en la nueva Redacción. Anímanla también, entre otros, los deseos de mejorar la publicación introduciendo en ella cuantas reformas permita el estado económico de la caja, y espera confiadamente, y con la ayuda de sus compañeros, que al finalizar la campaña que está llamada á sostener durante un año, si no sale victoriosa, podrá al menos devolver la enseña del Cuerpo, que hoy se deposita en sus manos, sin el más insignificante girón ni la mancha más pequeña.

9 de Enero 1893.

LA REDACCIÓN.

La Redacción del presente año se compone de los siguientes señores:

REDACTOR-PRESIDENTE

Ilmo. Sr. D. Luis Sáinz y Gutiérrez.

REDACTORES

Sr. D. Javier Sanz y Larumbe.

Excmo. Sr. D. Pelayo Mancebo y Agreda.

Sr. D. Recaredo de Uhagón y Vedia.

Sr. D. Diego Martín Montalvo.

D. Antonio Faquinetto y Berini.

D. Antonio Lagos y Muñoz.

ALUMBRADO ELÉCTRICO DEL PUERTO DE BARCELONA

(Continuación.)

En el muelle del Depósito, conforme apuntamos en la Introducción, no se requiere otro alumbrado que el de la plazoleta inmediata á la grúa hidráulica de 25 toneladas; toda vez que el trozo restante de aquel muelle, desprovisto de focos en la actualidad, ó sea el espacio comprendido entre su arranque y la casa de máquinas, se hallará suficientemente iluminado

-PUERTO DE BARCELONA

-ALUMBRADO

por las grandes lámparas eléctricas que se instalarán en el próximo muelle de la Muralla. Para el objeto expresado bastarán, pues, dos focos ordinarios adosados á la fachada principal del taller de reparaciones.

Por último, para el alumbrado de los cuatro pasos transversales emplazados en los muelles de la Muralla y de San Beltrán, frente á las calles de Simón Oller, Duque de Medinaceli, Albareda y Vila y Vilá, todos ellos de la misma longitud y anchura (30^m-15^m), bastará instalar en cada uno seis focos ordinarios dispuestos en dos filas de á tres, cuya separación resultará de 12 metros, así como de 15 la de los focos inmediatos de una misma fila.

Conclusión.—Determinado, pues, el número y clase de todos los mecheros de la distribución, ó lo que es lo mismo, conocido parcial y totalmente el consumo por hora del gas que ha de invertirse en el nuevo alumbrado de los muelles; en posesión del plano minuciosamente detallado de nuestro puerto, y fijada en el mismo la posición exacta de las diversas cañerías que le circunden pertenecientes á la Compañía Lebon, que ha de ser, como sabemos, nuestra abastecedora, la primera cuestión que nos compete resolver es la relativa al número, emplazamiento y longitud de las nuevas cañerías derivadas de aquéllas y destinadas á la alimentación directa de los diversos focos proyectados.

En este problema, generalmente sencillo, y mucho más en el caso particular de que se trata, solo puede ofrecer algunas dudas la posición más conveniente de la cañería principal que ha de surtir los muelles del Rebajo y de Pescadores, donde los focos son algo más numerosos y aparecen distribuidos con cierta irregularidad.

Pueden adoptarse, en efecto, multitud de soluciones más ó menos satisfactorias; pero claro es que pensando con algún detenimiento la solución más ventajosa será indudablemente la de la cañería que desde su punto de empalme con la de abastecimiento se dirija por el camino más corto y directo posible al centro de la zona en que radiquen los focos más numerosos é importantes de la distribución, y que en sus posteriores cambios é inflexiones afecte siempre una posición intermedia á la que dicha zona vaya adoptando en sus propias variaciones de posición. De este modo los puntos en que se requiera el gasto mayor del flúido tendrán siempre y á su inmediación, y á una distancia sensiblemente igual para todos ellos, la materia más importante de la distribución; siendo fácil, por consecuencia, el servicio de las zonas restantes, donde los focos sean menores en número ó de más pequeña intensidad, por medio de otras cañerías de orden secundario, derivadas á su vez de la principal.

Con lo dicho juzgamos bien justificada la relación adjunta de las cañerías que se proyectan sin necesidad de descender á más prolijas y enojosas aclaraciones.

Cañería principal.—Arranca del paseo Nacional, frente á la calle del Juicio (Barceloneta), derivándose de la cañería de 0^m,18 de diámetro que la Sociedad Lebon tiene establecida en dicho paseo; sigue por la vía que separa los dos grupos de tinglados abiertos hasta la Escala del Rey; continúa por el andén inferior del Muelle Viejo y termina en el extremo del Muelle de Pescadores, del lado de la Dársena de la Industria. Su longitud total es de 392 metros.

Cañería secundaria.—Se deriva de la anterior, pasando por la vía interior de los tinglados del grupo Norte, dirigiéndose después al andén bajo, por donde continúa hasta 13 metros pasada la Machina con una longitud total de 167 metros.

Ramales derivados de la cañería principal.—1.º Arranca frente á la vía que separa el grupo Sur de tinglados, del varadero de los Sres. Bofill y Martorell; dirigiéndose por ella y lado Este de la plazoleta inmediata, hasta encontrar el varadero de Pescadores. Longitud 160 metros.

2.º Se dirige por la vía que separa el grupo Norte de tinglados, del espacio del andén destinado á depósito provisional de mercancías, con 75 metros de longitud.

3.º En la vía central del grupo Sur de tinglados con un desarrollo de 70 metros.

4.º y 5.º En el espacio comprendido entre los almacenes de la Escala del Rey. Longitud total 66 metros.

6.º En toda la longitud del Muelle de Pescadores del lado de la Dársena del Comercio, hasta la actual Capitanía del Puerto, con un desarrollo de 137 metros.

7.º Entre el varadero y embarcadero del Muelle de Pescadores, con 32 metros de longitud.

Ramales derivados de la cañería secundaria.—1.º En la vía que media al Norte de los tinglados entre los dos espacios destinados á depósitos de mercancías, con una longitud de 45 metros.

2.º Adosada al muro posterior del almacén que limita el desmante del Muelle del Rebajo por la parte Norte, terminando en el andén alto al extremo del segundo espacio de depósito, con una longitud total de 105 metros.

3.º Desde la cañería secundaria hasta el almacén Norte de la Escala del Rey, con solo una longitud de 17 metros.

Ramales derivados directamente de otras cañerías de la Sociedad Lebon.—1.º Empalma en la calle de Llauder y se dirige por el Muelle del Depósito al Taller de reparaciones para el alumbrado de la plazoleta de servicio en la grúa de 25 toneladas, con un desarrollo de 95 metros.

2.º Empalma con la cañería emplazada en la vía de la zona marítima

más inmediata al Paseo de Colón, y se dirige por el paso transversal frente á la calle de Simón Oller, con una longitud de 45 metros.

3.º Se deriva de la misma cañería que el ramal anterior, dirigiéndose por el segundo paso transversal, frente á la Plaza de Medinaceli, con el mismo desarrollo que aquél.

4.º Empalma con la cañería que abastece la Estación de los ferrocarriles directos de Madrid á Zaragoza y Barcelona y se encamina por el tercer paso transversal (Muelle de San Beltrán), frente á la calle de Albareda, con la misma longitud que las dos anteriores.

5.º Parte de igual cañería que el anterior y cruza por su eje el cuarto paso transversal, frente á la calle de Vila y Vilá, con longitud también de 45 metros.

Tal es el cuadro completo de nuestras cañerías, cuyas principales dimensiones pasaremos á determinar á continuación.

Cálculo de la cañería principal.—Conocidas la posición y longitud exactas de cada cañería, la primera operación que hemos hecho ha sido la de replantear su traza sobre el terreno con la mayor escrupulosidad, á fin de proceder á su nivelación y conocer la diferencia de cotas verticales entre dos cualesquiera de sus puntos arbitrariamente elegidos.

La determinación precisa de estos desniveles, de la mayor importancia para el cálculo de los diámetros, por cuanto dada la diferencia de densidades, entre el gas de hulla y el aire atmosférico, pueden influir poderosamente en el aumento ó disminución de las presiones manométricas. Sabemos, en efecto, que si P representa la presión del gas en el punto de toma; b la presión atmosférica en el mismo punto; H la diferencia de nivel entre éste y otro cualquiera de la distribución; B el peso del metro cúbico de aire, y finalmente, h el peso específico del gas, la presión manométrica, en el punto elegido, indicará un número de milímetros igual á $P - b + H(B - h)$, en el supuesto de que no exista corriente flúida alguna, ó que el gas permanezca estacionado en el interior de las cañerías. Para los puntos más elevados que el origen deberá tomarse el signo positivo, y el negativo para los más bajos.

Por consiguiente, la corrección que debe hacerse para tener en cuenta la diferencia de nivel, será tanto más importante, cuanto más difiera la densidad h del gas de la B correspondiente al aire atmosférico; y será nula para el valor de $h = B$. Ahora bien; la densidad ordinaria del gas de hulla, tomando la del aire por unidad, varía de 0,35 á 0,48; luego el valor medio del $B - h$ será de 0,80 y la presión por unidad superficial en un punto cualquiera de las cañerías, vendrá representada por $P - b + 0,80 H$; lo que traducido al lenguaje vulgar quiere decir que, para todos los puntos más elevados que el origen de la canalización, la presión manométrica excederá

á la del arranque en $\frac{8}{10}$ de milímetro por cada metro de elevación; y por el contrario, será más pequeña en idéntica proporción para los que se encuentren más bajos.

Así, por ejemplo, si con una presión de 30 milímetros en el punto de toma nos proponemos perder una carga total de 10 milímetros al extremo de la cañería, cuyo diámetro se ha de calcular, y suponemos que dicha extremidad se halla 10 metros más elevada que el origen, por el solo hecho de este desnivel, la presión manométrica final habrá aumentado $0,80 \times 10 = 0^m,008$ con relación á la del arranque, y será, por lo tanto, de 38 milímetros; y como queremos conservar tan solo $30 - 10 = 20$ milímetros, podemos disponer de una pérdida de carga efectiva de 18 milímetros para ser consumida por el rozamiento del gas y demás pérdidas habitualmente debidas al movimiento circulatorio del fluido. Si, por el contrario, el extremo de la cañería se hallase 10 metros más bajo, la presión manométrica bajaría también á $30 - 8 = 22$ milímetros, y no nos quedarían disponibles más que 2 milímetros de carga para llegar á los 20 reglamentarios; exigiéndose, por consecuencia, diámetros mucho mayores y gastos harto más crecidos que en el caso anterior.

Conocidas, pues, dichas cotas y tomada con el manómetro diferencial la presión media del gas en el empalme de la cañería principal con la de abastecimiento, nos hallamos ya en posesión de todos los datos necesarios para proceder al cálculo del diámetro de dicha cañería, prescindiendo por ahora de otras pérdidas de carga que las debidas al desnivel y al rozamiento.

Como la cañería en cuestión no solo posee diferentes ramificaciones en puntos diversos de su longitud, sino que á la vez y en varios de sus trozos alimenta de un modo directo cierto número de mecheros, la fórmula que debemos aplicar es la siguiente:

$$D^5 = \frac{1,53}{(100)^3} \times \frac{hL (Q (q-q_1) + q_1^3)}{P-p} \text{ en la cual representan:}$$

D = Diámetro de la tubería.

h = Peso específico del gas.

L = Longitud de la cañería.

Q = Volumen de gas que entra por hora en la conducción.

q = Id. id. distribuido regularmente á lo largo de la cañería.

P = Presión del gas en el punto de toma = 30 milímetros.

p = Presión manométrica que deseamos conservar á la extremidad de la cañería.

Nada tenemos que observar respecto á los valores de L y de P, que nos son perfectamente conocidos, ni á los de Q y q, que podemos deducir con facilidad de los simples datos del problema; pero, en cambio, nos conviene llamar la atención sobre los de h y p.

La fórmula anterior, que podemos llamar teórica, se ha calculado, en efecto, para una cañería exactamente calibrada y que no presentara en su interior la más pequeña irregularidad. Desgraciadamente, en la práctica varían radicalmente los casos; pues bien se empleen tubos de fundición ó de palastro, unos y otros se hallan más ó menos deformados por el molde ó por el batido; presentan en su interior rebabas y asperezas de todo género; sus juntas, aun las mejor hechas, ofrecen resaltos de más ó menos importancia, y muchas de ellas vacíos ó huecos anulares; por último, no tardan en producirse depósitos que, con el tiempo, se convierten en verdaderas obstrucciones. De aquí que la corriente flúida no pueda circular libremente y sin tropiezo alguno, experimentando, por el contrario, numerosas perturbaciones que, traduciéndose en otras tantas pérdidas de fuerza viva, influyen poderosamente en la disminución del gasto. De aquí la necesidad de introducir en la expresada fórmula un coeficiente llamado de corrección.

La mayor parte de los Ingenieros están contestes en admitir un aumento en el gasto de 45 á un 50 por 100 como en las conducciones de agua; lo que equivale á introducir en la fórmula (1) ordinaria en vez de kLQ^2 este otro producto.

$k \times L \times (1,475)^2 \times Q^2 = 2,176 kLQ^2$; ahora bien, tratándose del gas de hulla, cuyo peso específico medio es de 0,465, el producto de k por 2,175 $= 0,465 \times 2,175 = 1,0018$; luego bastará con hacer $k=1$ para tener en cuenta la susodicha corrección; valor que se ha extendido prácticamente á la fórmula más general.

En cuanto al valor de p , presión manométrica en el extremo de la cañería, debe determinarse *á priori* y fijarse pura y simplemente por nuestra voluntad, como las cargas finales en las cañerías de agua potable. Claro es que, según el mayor ó menor valor que demos á p , el diámetro obtenido será también más grande ó más pequeño, pues ambos valores crecen ó disminuyen en relación directa. Debemos, pues, proceder con algún detenimiento en su elección, porque de ello dependen esencialmente, no solo el buen régimen del servicio que se trata de establecer, sino el gasto más importante tal vez para su instalación. Para regir nuestro criterio debemos tener presente que en la generalidad de los casos la presión manométrica de que se trata debe quedar bastante elevada para subvenir á las mayores necesidades del consumo, que suelen acumularse en esta zona extrema, y sobre todo para poder atender á las futuras contingencias del servicio, que tal vez exijan la prolongación ulterior de la cañería. De aquí que dicha

(1) Nos referimos á la fórmula sencilla $D^5 = \frac{1,53}{(100)^5} \times \frac{kLQ^2}{P-p}$; aplicable al caso en que la cañería no alimente mechero alguno en su longitud.

presión no deba bajar nunca de 20 milímetros, sin que puedan existir reglas fijas para su determinación, á no ser las de carácter prudencial basadas en la economía de instalación. En nuestro caso particular ocurren precisamente las mismas circunstancias que hemos citado con el carácter de preventivas, pues no solo el consumo es de gran importancia á la extremidad de la cañería principal, sino que lo probable será tener que prolongarlo más adelante, sean cuales fueren las obras de reforma de la distribución.

Así, pues, y recordando que la presión en el origen es de 30 milímetros, hemos creído conveniente fijar la pérdida total de carga en solo 6 milímetros, con lo que conservaremos una presión manométrica de 24, suficiente para todas las necesidades antedichas; y que, dada la corta longitud de la cañería, nos conducirá seguramente á la determinación de diámetros aceptables.

Ahora bien; no hay que perder de vista la influencia del desnivel en la presión, que puede modificar y aun anular el resultado de nuestras previsiones. En el caso actual, el extremo de la cañería se halla 25 metros más bajo que el arranque; luego por este solo concepto, la presión manométrica habrá descendido en el final á $30 - 0,80 \times 2,5 = 28$ milímetros, y como la que pretendemos conservar es de 24, claro es que la pérdida de carga por rozamiento y otras causas derivadas de la circulación del fluido, deberá ser tan solo de $28 - 24 = 4$ milímetros, con cuya cifra habrá de calcularse el diámetro como si la conducción fuese horizontal.

En todo lo que antecede hemos supuesto que la cañería principal constaba de un solo tramo uniforme desde el principio al fin, sin ramificaciones ni tomas secundarias; pero en el caso más general que comprende también el nuestro no sucede así, sino que dicha cañería se compone de diferentes trozos, comprendidos naturalmente entre los empalmes de dos ramales consecutivos; y claro es que ha de resultar de gran conveniencia para el cálculo y para la economía de la instalación considerar cada uno de estos trozos como una cañería completa é independiente, con lo que lograremos reducir sus secciones en proporción con las verdaderas exigencias del consumo, determinando á la vez las pérdidas parciales de carga en cada uno de los puntos de empalme, que nos son precisos para el cálculo de las cañerías secundarias, y cuya suma nos dará la pérdida total.

(Se continuará.)