

MADRID, 15 DE JUNIO DE 1871.

TOMO XIX.

NÚM. 12.

La série de artículos que hoy empezamos á insertar, debidos al Ingeniero don Leopoldo Brockmann, son la reproducción de los que ha publicado la *Gaceta de los caminos de hierro*, y han sido despues recopilados en un folleto. La importancia del asunto y la manera verdaderamente ingeniosa con que se proyecta resolver el problema del paso del Canal de la Mancha, nos hace creer que serán leídos con gusto por los suscritores de la REVISTA.

PASO DEL CANAL DE LA MANCHA.  
VIA FÉRREA SUBMARINA.

INTRODUCCION.

**Objeto de la Memoria.**

Pasar el Canal de la Mancha por un medio que ligue directamente las líneas férreas francesas é inglesas, librando á los viajeros de las molestias de un mar borrascoso, evitando á las mercancías el doble trasborde y las contingencias de las tempestades, uniendo estrechamente las dos grandes naciones que marchan á la cabeza de la civilizacion: — Hé aquí el problema que creemos haber resuelto, satisfaciendo á mayor número de condiciones técnicas, locales y políticas, que las soluciones hasta el dia presentadas.

Con temor lo damos á luz, porque éste es un problema de dificultades tales, que casi se juzgan insuperables, y está muy próximo á ser clasificado entre aquellos para los que el anuncio de una solucion se acoge con gran reserva ó con indiferencia, si no con desden.

No hay duda, sin embargo, de que la empresa es realizable, y si bien es cierto que las soluciones presentadas tienen inconvenientes más ó mé-

nos graves, es preciso convenir en que la Francia podria hoy estar unida con la Inglaterra.

**Istmo natural. = Istmo artificial.**

En efecto, todos los estudios geológicos revelan la existencia de un istmo en el Canal de la Mancha, que ligaba las dos naciones en épocas remotas. Siendo esto cierto, lo es tambien que las aguas de los dos mares que hoy se mezclan en el paso de Calais han existido separadas.

Nada se opondria, por tanto, á la creacion de un istmo artificial, que viniese á reproducir el antiguo estado de cosas. Su construccion podria llevarse á cabo en condiciones que se opusieran á las causas de destruccion del antiguo istmo, que, sin duda, ha sido la accion destructora de las corrientes y la diferencia de nivel entre los dos mares.

Pero, desgraciadamente, esta solucion, que sería la más satisfactoria y la más completa, presenta gravísimos inconvenientes.

Por una parte, sería inmenso el coste de la masa de material que exigiria un istmo de 30 á 35 kilómetros de longitud, 60 metros de profundidad en su parte media, y de la anchura necesaria para resistir los embates de los mares. Pasaria, seguramente, el límite de los sacrificios que las naciones interesadas podrian imponerse.

Por otra parte, el tiempo de la ejecucion sería tan grande, que probablemente el beneficio de la obra sería reportado por la generacion futura, tocando á la presente sólo el sacrificio.

Hay más: la idea del istmo encontraria, y ha encontrado ya, una oposicion fuertísima en la navegacion, que protesta contra una obra que cerraria al comercio uno de sus pasos más frecuentados.

Por último, dificultades de otro orden, dependientes de la divergencia entre los elementos políticos que han constituido y constituirán durante mucho tiempo la fuerza de la Francia y la

de la Inglaterra, se opondrían también al estrecho enlace que resultaría de la erección de un istmo.

#### **Túnel submarino.**

Desde principios de este siglo ha surgido la idea del túnel submarino, aunque imperfecto.

M. Thomé de Gamond ha sido el primero que, hace pocos años, ha presentado sobre ello un trabajo bastante completo.

Nos adherimos á la posibilidad de su proyecto, y admiramos la perseverancia con que ha seguido sus estudios geológicos é hidrográficos, conociendo el valor que tienen sus buenas ideas sobre el emplazamiento del túnel y el conjunto de su trabajo, que es digno del mayor elogio.

Pero ¿satisface á todas las condiciones que se podrían exigir, y vence todas las dificultades que pueden presentarse? No lo creemos.

El mismo autor confiesa que su trabajo geológico necesita una comprobación con la apertura de nuevos pozos de estudio, é induce á los gobiernos á verificarla.

Además deja prever las dificultades que podrán presentarse en el curso de las obras, al pasar bajo ciertas partes del Estrecho, en que la inclinación de los estratos puede dar lugar á filtraciones de las montañas, y tal vez del mar.

Así, pues, tratar de realizar esta empresa — aún cuando nuevos estudios confirmasen los trabajos geológicos de M. Thomé — sería marchar por lo desconocido.

Por otra parte, no puede desconocerse que su proyecto es de tal naturaleza, que cualquier accidente, bien durante la ejecución, bien en el curso de la explotación, podría comprometerlo todo, y anular por completo, con la entera destrucción de la obra, los sacrificios hechos.

Tampoco el proyecto de túnel vence enteramente la dificultad de que hablamos en el del istmo, sobre las circunstancias políticas de las dos naciones que se tratan de enlazar.

#### **Tubo submarino. — Puente.**

No son sólo estos proyectos los que se han presentado como solución del problema. El pensamiento de un tubo ceñido al fondo del Estrecho, y el de un puente, han ocupado á va-

rios ingenieros ingleses y franceses en diversas épocas.

El tubo de hierro, llevando en su interior las vías, defendido por una fuerte escollera, creemos que podría también realizarse.

Pero la construcción se elevaría 15 metros, por lo ménos, sobre el fondo del Estrecho, disminuyendo considerablemente su sección; las dos partes del tubo colocadas cerca de las costas, se encontrarían en la zona de mar fuertemente agitada, y aún cuando las supusiéramos sólidamente aseguradas, siempre presentaría el sistema los inconvenientes ya indicados para el túnel, además de un presupuesto elevadísimo, que haría, por sí solo, la idea impracticable.

En cuanto al puente, no hacemos más que mencionarlo, para completar la historia del problema. El coste de esta obra sería fabuloso, por mucho que quisieran disminuirse — ampliando las luces de los arcos — las fundaciones en el Estrecho.

#### **Condiciones á que debe satisfacer una buena solución.**

Al reseñar y emitir nuestro juicio sobre las ideas presentadas, hemos dicho implícitamente las condiciones á que debería satisfacer una solución completa. Serían las siguientes:

- 1.<sup>a</sup> No disminuir la sección del Estrecho, sobre todo en la zona de agua agitada.
- 2.<sup>a</sup> Adoptar una construcción tal, que no esté expuesta á destruirse por completo á cualquier accidente, sino que sus degradaciones entren en la escala de aquellas que ocurren en las construcciones ordinarias.
- 3.<sup>a</sup> Que no enlace completamente las dos naciones.
- 4.<sup>a</sup> Que el coste de su ejecución la haga susceptible de ser un negocio aceptable para el gobierno ó la sociedad que quisiera emprenderlo, fijando para los viajeros y mercancías tarifas convenientes.

Á estas condiciones, que se desprenden de los inconvenientes hallados á los sistemas descritos, debe agregarse esta otra:

- 5.<sup>a</sup> Que por el nuevo sistema se transporten los viajeros y las mercancías con la seguridad

necesaria, con una velocidad aceptable, sin necesidad de trasbordos y sin las molestias del mar.

Creemos que nuestro sistema satisface á estos cinco puntos.

Tal vez nos engañamos, tal vez personas más autorizadas nos harán ver inconvenientes que se hayan escapado á nuestra apreciación; pero quedaremos satisfechos si se encuentra en nuestro buen deseo una disculpa al atrevimiento con que nos hemos atrevido, á pesar de nuestras débiles fuerzas, á buscar la solución de tan difícil como importante problema.

## CAPÍTULO PRIMERO.

### IDEA GENERAL DEL PROYECTO.

#### Secciones transversales del Canal.

El Canal de la Mancha, en toda la zona comprendida entre Boulogne y Calais, del lado de la Francia, y Folkestone y Deal, de la de Inglaterra, presenta dos diversas secciones transversales.

#### Lámina 90. — Figura única.

Si sondeamos la línea Boulogne-Folkestone, encontramos en medio del Estrecho los bancos de Colbart y Varne, que forman dos colinas, cuyas crestas están muy próximas al nivel de las aguas bajas. La sección transversal del Canal queda dividida por estos bancos en dos partes; una del lado de Inglaterra, en que las aguas bajas tienen una profundidad de 20 á 30 metros, y otra del de Francia, en que es de 50 á 60. Todas las transversales que comprenden los bancos dan secciones análogas; pero si se sondea en la transversal de Douvres-Wisant, la diferencia de alturas, que era producida por los bajos, desaparece, y encontramos una sección uniforme, teniendo de 50 á 60 metros de profundidad en el centro; y á partir de ella, el fondo sube casi uniformemente hasta encontrar las costas de las dos naciones. Esta misma sección se mantiene hácia adelante.

#### Emplazamiento de la obra.

La transversal que hemos elegido para emplazamiento de nuestra obra es la que va desde el cabo Blanc-Nez al South Foerland. Reune á la

uniformidad del fondo, la ventaja de ser la línea más corta de una costa á otra. Su longitud es de 31 kilómetros.

#### Arreglo del fondo.

Esta sección del canal permite, con lo que, en vista de la entidad de la obra, puede llamarse un arreglo del fondo, establecer una plataforma en el suelo mismo del canal, cuyas pendientes no pasen del tres por mil; esto es, uno por mil menos que el límite de inclinación á que un wagon colocado sobre los rails de un camino de hierro marcharía por sí solo.

Este arreglo del fondo se haría, en casi toda la longitud del fondo, por medio de pedraplenes, que tendrían una altura media de 3 metros; pero al llegar á las orillas, es decir, á la altura en que empieza la zona de agua fuertemente agitada por las corrientes y los vientos, se entraría en desmante hasta llegar en ambas costas á unos 500 metros de ellas.

En uno de los capítulos siguientes estudiaremos detalladamente la ejecución de la obra; ahora nos limitaremos á dar una idea general del pensamiento; así es que supondremos que ya se ha formado en el fondo del canal, con pedraplenes y desmontes, una faja de 50 metros de anchura, cuyas rasantes no excedan el tres por mil, y que le atravesase en línea recta de una orilla á otra.

Supongamos también que por un medio cualquiera fijamos sólidamente sobre esa faja dos líneas de hierro paralelas, á 40 metros de distancia una de otra, formada cada línea con gruesas y anchas placas de hierro, con un reborde longitudinal en su parte exterior.

Estos carriles van á servir para contener entre sus rebordes y guiar en su movimiento un gran aparato, al que daremos el nombre de *castillo*, cuyas dimensiones generales serán las siguientes:

120	metros de longitud.
44	» de anchura en la parte inferior.
30	» de » en la superior.
64	» de altura.

#### Castillo.

El castillo estará formado de tres cuerpos. El

inferior, de 20 metros de altura, se sostendrá sobre 22 pares de ruedas de anchas llantas que rodarán sobre los carriles. Este cuerpo inferior contendrá, envueltas en cámaras impermeables, las máquinas que deben dar impulso al castillo, y esas cámaras estarán en comunicación con el aire exterior por tubos que subirán más altos que la plataforma superior del castillo, y que servirán, los unos para contener chimeneas, los otros ventiladores, y los otros escaleras.

El cuerpo intermedio no tiene más objeto que el de sostener fuera del agua una gran plataforma. Estará formado por tres pilas como las de un puente, anchas en su base y muy estrechas en su vértice, en las que se apoyarán vigas de 40 metros de longitud, que forman el tercer cuerpo.

Estas vigas sostendrán una gran plataforma de 100 metros de longitud por 20 de anchura.

#### Manera de funcionar el sistema.

Ahora bien, es claro que si logramos hacer este castillo bastante resistente para sostener sin sacudimientos los embates de las más fuertes tempestades y al mismo tiempo logramos disminuir su peso hasta tal punto, que á pesar de las colosales dimensiones del aparato, resulten, para las diversas piezas que le componen y para los rails que han de sostenerle, dimensiones no exageradas, habrémos resuelto el problema; porque el castillo, más alto que las más altas aguas, fuera del ataque de sus olas, é impulsado por fuertes hélices, se pondrá en movimiento sobre los carriles y cruzará el Estrecho de una á otra orilla, dominando sus aguas y sus tempestades.

Hemos dicho precedentemente que la explicación del fondo se haría con pedraplenes en el centro y un desmonte en cada una de las orillas, que terminaría á 500 metros de las costas de Francia é Inglaterra. Como con las mares pendientes del fondo, se habrá venido ganando altura del centro á las orillas, el castillo, al llegar á las costas sacará del agua sus cuerpos superiores, y como el suelo estará horizontal en los extremos, la plataforma estará también horizontal, y podrá quedar al mismo nivel que las de los muelles que en ambas costas se adelantarán al mar, para recibir de un lado y otro los viaje-

ros y mercancías que conduzca el castillo en sus viajes.

Una vez esto realizado, nada más fácil que combinar un cómodo servicio, que explicaremos en el capítulo destinado á la explotación.

#### Conclusiones.

Resumiendo, vemos que el sistema se compone de dos partes: una fija y otra móvil.

La primera es una vía de 40 metros de anchura en el fondo del canal, y dos muelles, uno en cada costado, de la longitud y altura necesarias.

La segunda, un gran aparato montado sobre fuertes ruedas, de un gran peso en su parte inferior, como conviene á su estabilidad; de una gran ligereza en la superior, como conviene á esa misma estabilidad y á los embates de las olas y las corrientes.

Éste es el sistema.

Nadie ha puesto en duda la posibilidad de un puente en el Estrecho, y nuestro sistema no es otro que construir un pequeño trozo de ese puente y ponerlo en movimiento hasta que encuentre de una parte y otra sus estribos, que son los muelles de las costas. Pero hay la gran diferencia de que sólo proponemos construir 120 metros de puente, en vez de 30.000, sustituyendo todo él por dos simples listas de hierro colocadas en el fondo del Estrecho.

Nuestro sistema puede compararse á un gran buque de vapor sin quilla, con ruedas en su fondo, lastrado convenientemente para que las ruedas se apliquen á los carriles y que marche sobre ellos impulsado por sus hélices.

Ahora bien, este sistema satisface á las condiciones que ántes hemos sentado.

No disminuye la sección del Canal, ó si lo hace, es en una cantidad inapreciable, que en nada puede influir en el régimen de sus aguas.

No puede ocurrir lo que en un túnel ó en un tubo respecto á los accidentes. Nuestra obra podrá sufrir las degradaciones propias al uso; podrán necesitarse en ella reparaciones, unas veces en unos puntos, otras en otros, pero siempre en la escala que ocurren en las construcciones conocidas.

No enlaza los dos reinos. Nuestro aparato hace sus viajes, como los de un buque.

Su coste entra en límites regulares, como haremos ver en el capítulo destinado á la cuestion financiera.

Por último, los viajeros y las mercancías pasan el Estrecho sobre un plano firme, sin estar expuestas á las molestias y contingencias de las travesías en buques.

## CAPÍTULO II.

ESTUDIO DE LAS CUESTIONES CAPITALES QUE HAN DE SERVIR DE BASE PARA LA RESOLUCION DEL PROBLEMA.

### Objeto.

No es ciertamente nuestro propósito presentar un proyecto detallado y completo del paso del Canal de la Mancha.

Las múltiples y variadas cuestiones que este gran problema entraña, las dificultades que para su realizacion surgirían, sin duda alguna, cuando al terreno de la práctica se llegase, exigirían, para ser examinadas en toda su extension, límites más amplios de los que á esta ligera reseña de nuestro pensamiento podemos dar, y exigirían aún nuevos estudios y hasta nuevas experiencias, que pusiesen en claro diversos puntos, ya relativos á la hidrografia del canal y á la constitucion de su fondo, ya á la accion y efecto de las olas sobre las masas en movimiento; puntos no tan estudiados hoy como fuera de desear, y en los que siempre queda, por desgracia, algo de nebuloso y de incierto. Mas nuestro pensamiento es superior, por decirlo así, á estas varias cuestiones de detalle, y sean cuales fueren los resultados á que en lo sucesivo se llegue, siempre subsistirá como idea principal, posible y realizable en su conjunto, modificable únicamente en lo que se refiere á los medios de ejecucion.

Téngase, pues, en cuenta, al examinar los varios problemas que á continuacion intentamos resolver, que no pretendemos fijar cifras exactas é invariables, números que hayan de servir de tipo, si llega un dia en que este pensamiento se realice, y que es únicamente nuestro propó-

sito demostrar con ellos la posibilidad práctica de nuestro proyecto.

Hé aquí por qué no daremos á nuestros cálculos la exactitud y el rigor científico que, si se tratara de un estudio definitivo, deberian tener. Procuraremos, por el contrario, exagerar siempre los resultados en el sentido más desfavorable á la bondad práctica de nuestra idea, y de esta suerte, cuando (á pesar de habernos puesto en las circunstancias más desventajosas) llegemos á resultados que nada tengan de absurdo ni de monstruoso; cuando veamos que la obra, en su conjunto y en sus detalles, no sale de aquellos límites á que la industria moderna puede llegar, fuerza será convencerse de que nuestro pensamiento nada tiene de quimérico ni de ilusorio; y aún cuando pueda tener algo de atrevido, recuerden que es el atrevimiento, si así puede decirse, en obras de cierto género, condicion indeclinable de progreso; pues á decir verdad, sin ese atrevimiento, que no es otra cosa que el anhelo hácia lo grande, ni las colosales vigas de hierro salvarían anchos brazos de mar, ni la locomotora volaría sobre las barras-carriles.

Veamos, pues, y examinemos cada uno de los puntos en que puede estribar una objecion á nuestro proyecto, ó que pueda servir de base á una duda; y vencidos todos por la irresistible fuerza de los números, quede probado que nuestro pensamiento, sea cual fuere, por otra parte, su bondad intrínseca, es absoluta y completamente realizable.

### Estabilidad del pedraplen.

Dijimos ya en el anterior capítulo que la obra se compone de dos partes, á las que podemos dar los nombres de fija y móvil, consistiendo la primera en un pedraplen de pequeña altura, sobre cuyas pendientes continuas y uniformes pueda marchar la parte móvil del sistema, formada la última, de una armazon sólida y resistente, apoyada sobre ruedas, sosteniendo por encima de las más altas olas una extensa plataforma para viajeros y mercancías, é impulsada por la fuerza de las máquinas que se calculen necesarias para la locomocion y que á dicho sistema deberán ir sólidamente unidas.

La descripción que precede prueba ya que las corrientes submarinas que en el Canal existan no podrán ejercer influencia alguna notable sobre la estabilidad del pedraplen, toda vez que éste no altera esencialmente la sección del Estrecho, limitándose tan sólo á darle una forma más regular y uniforme. Véase, en efecto, en el perfil de la sección formada por las rasantes del pedraplen cuya área es de

113.800 metros cuadrados.

Compárese con la sección del Canal, que es de

1.265.000 metros cuadrados;

y se observará que la primera es una undécima parte de la segunda.

**Lámina 90.—Figura única.**

Así, pues, si toda el agua del Estrecho forma-se una corriente continua—hipótesis á todas luces exagerada—su velocidad sólo aumentaría, después del estrechamiento, en una pequeña fracción; y como, por otra parte, el Canal de la Mancha tiene próximamente la sección que corresponde á su régimen, la velocidad de sus corrientes de fondo no es ya bastante grande para destruir el lecho, y la velocidad aumentada tampoco podrá atacar á la escollera del pedraplen.

Mas si alguna duda cupiese todavía respecto á este punto, varias consideraciones podrían desvanecerla por completo. Es la primera, que en el Estrecho de la Mancha, como en toda masa de aguas profundas, hay dos regiones completamente distintas, á saber: la superior, agitada por los vientos y las mareas, y la inferior, á la que no llegan, ó llegan muy debilitados, los grandes movimientos de la superficie, estando sólo sujeta á corrientes submarinas regulares y constantes, y en casos como el presente mucho más débiles que las de la parte superior. Por lo tanto, nuestro proyecto, en el que la región de los grandes movimientos queda libre y desembarazada, en nada alterará el régimen superior, y las poderosas corrientes de superficie pasarán del Océano al mar de Alemania, y vice-versa como antes de ejecutarse el pedraplen. Es en la segunda región, relativamente tranquila, donde éste ha de establecerse, y en ella quedará indudable-

mente al abrigo de las grandes fuerzas que perturban el equilibrio de la capa superior.

Por otra parte, el Canal de la Mancha, en virtud de su especial disposición, está sujeto á dos clases de influencia, que proceden, ora del gran Océano, ora del mar de Alemania, y que al encontrarse en el centro del Estrecho, tienden á neutralizarse, produciendo en la región inferior, según todas las probabilidades, una línea ó faja neutral, en que las aguas deberán estar mucho menos agitadas que en las demás secciones del paso, y ésta es precisamente la línea que para el establecimiento de la vía hemos escogido. Mas aún cuando las consideraciones que preceden no fueran rigurosamente exactas, se comprende fácilmente que podría sustituirse al perfil que presentamos, otro que se aproximase aún más al terreno natural, sin que por esto aumentarían notablemente las pendientes; ni resultaría una altura mayor para el castillo, con lo cual la alteración del cauce sería insignificante y de todo punto despreciable.

Por último, podemos presentar un argumento incontestable y que por sí solo basta para desvanecer cuantas dudas se abriguen sobre este punto importantísimo para el éxito de la obra, pero afortunadamente, resuelto—á nuestro modo de ver—con toda la claridad apetecible.

Supongamos que existan en el Estrecho corrientes submarinas que, caminando con la velocidad de cinco metros por segundo, chocan contra los bloques de la escollera, y veamos si dichas corrientes podrían remover un cubo de piedra de metro y medio de lado, dimensión que seguramente no es exagerada.

La corriente submarina podrá obrar de dos maneras distintas: 1.º tendiendo á hacer deslizar el bloque sobre los inferiores; 2.º actuando sobre una cara y pugnando por removerle por giro, al rededor de la arista opuesta.

Examinemos los dos casos:

Sean

2.500 kilogramos el peso del metro cúbico de piedra.

1.500 kilogramos será su peso en el agua.

5.062 » el peso total del bloque cuya estabilidad estudiamos.

2,25 metros cuadrados el área de la cara contra la que actúa la corriente.

El esfuerzo del agua contra una de las caras está dado por la fórmula :

$$k \frac{Av^2}{2g} < 1.000$$

en la cual,

$$k = 1$$

$$A = 2,25 \text{ metros cuadrados.}$$

$$v = 5 \text{ metros.}$$

$$g = 9,80;$$

y sustituyendo en dicha fórmula los valores numéricos, resultará para el empuje del agua próximamente

$$2.812 \text{ kilogramos.}$$

Para la estabilidad por deslizamiento, el peso del bloque, multiplicado por el coeficiente de rozamiento, debe ser mayor que el empuje de la corriente.

Para la estabilidad por giro, el mismo peso multiplicado por el brazo de palanca  $0^m,75$ , deberá ser mayor que el empuje del agua multiplicado por su brazo de palanca, igual también á  $0^m,75$ .

Ahora bien, puesto que :

$$0,6 \times 5,062 = 3.037 \text{ kilogramos,}$$

que es la resistencia al deslizamiento, es mayor que

$$2.812 \text{ kilogramos;}$$

que otra parte

$$5.062 \times 0,75$$

es evidentemente mayor que

$$2.812 \times 0,75;$$

resulta plenamente comprobada la estabilidad de cada uno de los bloques que formarían los totales de la escollera.

Ademas, como pueden cubrirse estos taludes con bloques tres y cuatro veces mayores que el que hemos supuesto, y para estas dimensiones la estabilidad crece con gran rapidez, resulta demostrada la del macizo de escollera, aún para corrientes de fondo de cinco metros de velocidad; hipótesis exageradísima tratándose de una región á tan gran profundidad de la superficie del mar.

*Se continuará.*)

## VENTILADOR PERFECCIONADO,

SEGUN EL PRIVILEGIO DE ROOST,

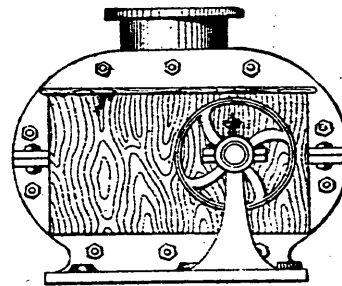
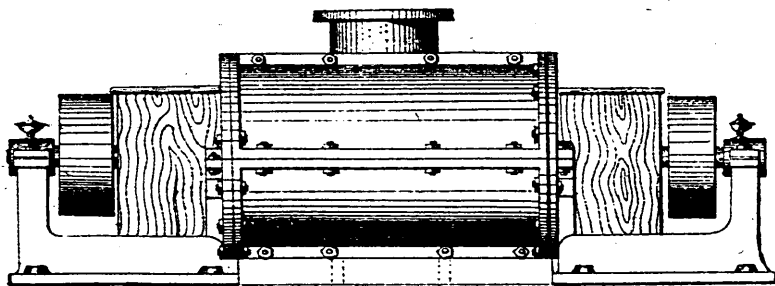
POR JOH. ZIMMERMANN,

DE CHEMNITZ.

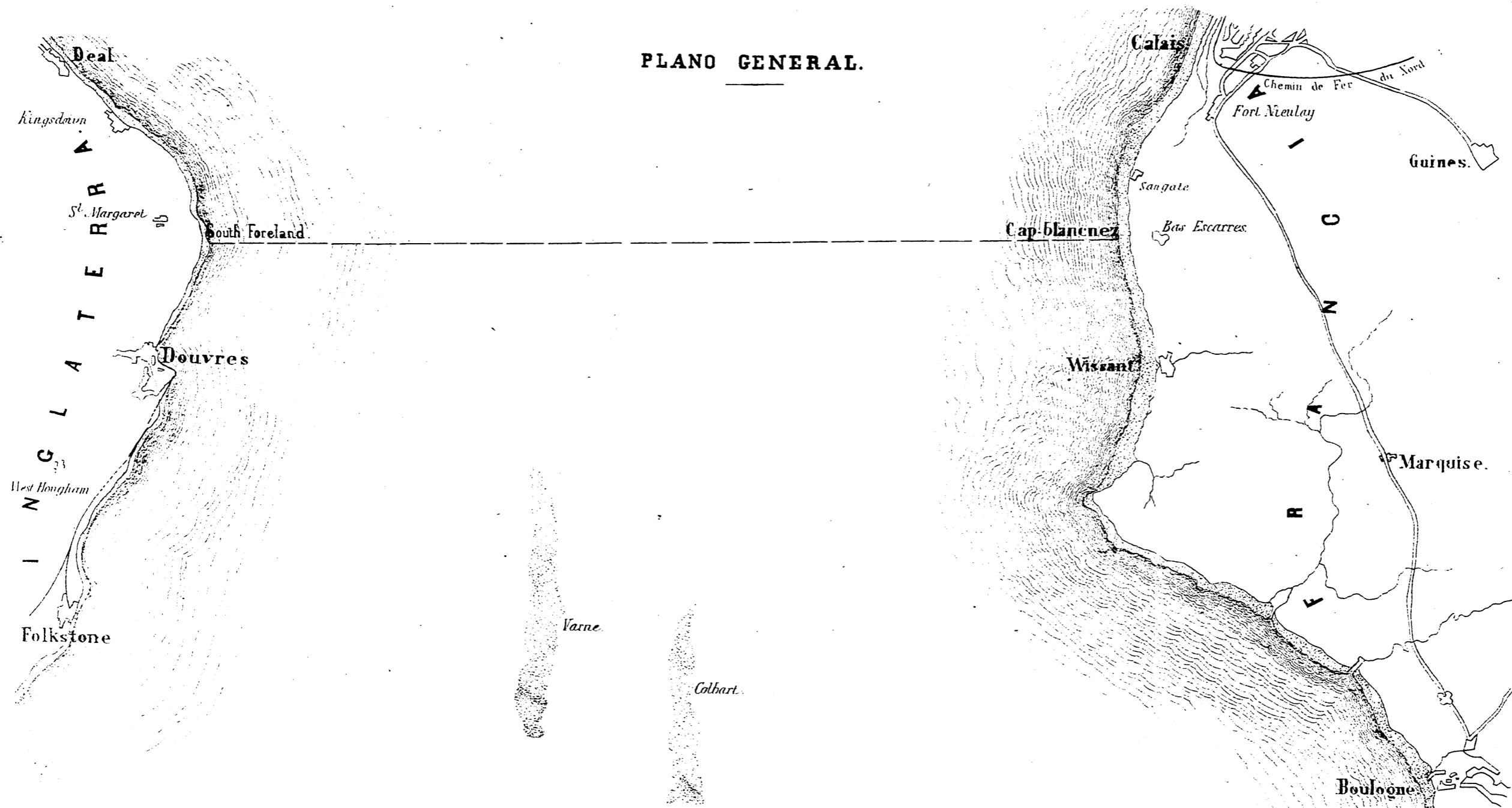
Este ventilador supera, bajo todo punto de vista, á cuanto hasta ahora se ha presentado de esta clase de máquinas; respecto á la presión del aire que produce, es sólo comparable con el ventilador cilindrico; pero el aire de este nuevo ventilador es más uniforme y necesita menos esfuerzo motor.

Á causa de su lento movimiento, marcha con mucha seguridad y es de gran duración.

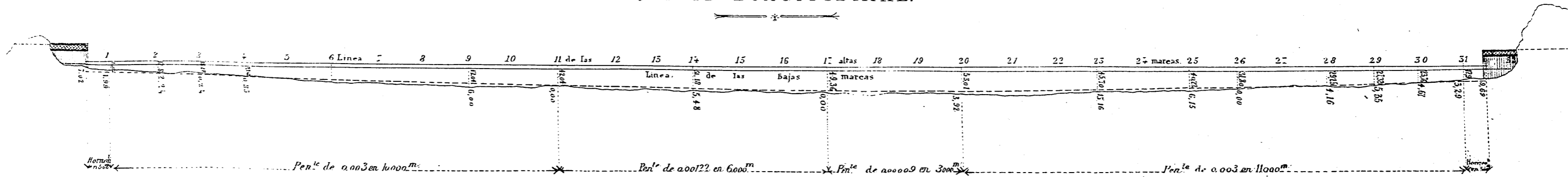
Con una velocidad de 260 vueltas por minuto produce el mismo, sobre las válvulas de las aberturas de la corriente, una presión de  $800 \frac{m}{m} =$  á la de una columna de agua de 34 pulgadas de altura; resultado que ni aún aproximadamente se obtiene con ventiladores de otra construcción y de movimiento más veloz.



*Escala  $\frac{1}{10}$*



PERFIL LONGITUDINAL.



Escalas para el perfil

Para las alturas	$\frac{1}{8,000}$
Para las longitudes	$\frac{1}{80,000}$