Central de fuerza eléctrica para el Apostadero Naval de Talcahuano

POR

Pedro Martinez van R.

(Con 6 planos)

Los arsenales marítimos, ligados íntimamente como están a la existencia i desarrollo de las flotas para cuyo mantenimiento han sido creados, ven aumentar sus instalaciones en proporcion permanente i mucho mayor que la flota misma, debido a la necesidad de mantener efectivo el poder ofensivo i defensivo de esas unidades, ya que no es posible mejorar sus condiciones, que el tiempo i los progresos del arte se encargan de aminorar.

Por otra parte, la importancia cada vez mayor que con el trascurso de los años adquieren las nuevas unidades de combate, hace que las antiguas instalaciones destinadas a repararlas, si no llegan a ser inadecuadas, puesto que siempre son necesarias, son por lo ménos insuficientes, i la creacion de nuevas maestranzas con nuevos i mas vastos horizontes se hace indispensable.

I es así como los jeneradores i motores a vapor de un arsenal marítimo llegan a multiplicarse i repartirse en condiciones desastrosas para una buena esplotacion, tanto por un rendimiento del conjunto cada vez mas bajo cuanto por el mayor gasto de un personal de máquinas incesantemente mas numeroso.

A tan serios cuanto fatales inconvenientes de carácter jeneral, para el Apostadero de Talcahuano se agregan otros no ménos graves de carácter local.

Estos son: la estrechez cada vez mayor en los alrededores del dique, que tiende a restrinjir el poder de las instalaciones, i el consumo siempre mayor de agua dulce para calderos.

Este elemento, de ordinario tan escaso en la rejion durante el verano para los usos mas indispensables, bastó por sí solo para amenazar la paralizacion de las maestranzas a principios del año en curso.

Por último, debemos hacer notar que la mayor parte de los calderos i motores existentes son los que con el trascurso de breves años han reconstituido nuestra flota vieja de guerra mediante un trabajo intensivo, muchos de ellos están próximos a quedar fuera de servicio i su reemplazo, aun parcial, representa una buena parte del costo de la instalacion de una central eléctrica.

Una instalacion de este jénero, con turbinas a vapor, tiene por su naturaleza una gran elasticidad, susceptible de aumentar su capacidad de 50% durante algunas horas i hacer posible las estensiones futuras, con la adopcion de una buena disposicion en las partes componentes.

CAPACIDAD DE LA CENTRAL

Es condicion indispensable para el buen rendimiento de un motor cualquiera, que su trabajo corresponda a la carga normal para el cual ha sido estudiado i fabricado. Las turbinas de vapor obedecen a esa lei jeneral, aunque con cierta latitud que les es peculiar.

El poder de la central debe pues guardar armonia con las necesidades actuales i las que puedan preverse de aquí a 5 años. Un cómputo de la potencia que actualmente existe repartida en los distintos motores i la que será necesaria dentro de dos años, arroja un máximo de 1 000 caballos efectivos mas o ménos. En estas condiciones la central en proyecto debe componerse de dos turbo-jeneradores de un poder efectivo de 1 000 Kw cada uno o sea 1 350 caballos, instalados en un edificio que reserve el espacio necesario para otro grupo con sus calderos, en prevision de necesidades futuras.

CONSIDERACIONES JENERALES

En el estudio de una central de fuerza eléctrica hai que considerar ante todo, i abstraccion hecha de cualquiera otra consideracion:

1.° La seguridad de funcionamiento i simplificacion del servicio.

2.° Prevision i facilidad para un futuro desarrollo.

La primera condicion exije un estudio tan concienzudo como completo de las instalaciones tanto en sus detalles como en su conjunto i ademas un cabal conocimiento de las necesidades de su esplotacion.

La esperiencia adquirida aconseja, como indispensable, para una esplotacion segura, que la central quede dividida en grupos electrójenos que representen cada uno un conjunto jenerador completo, con sus calderas, canalizaciones de agua i vapor, motor, jenerador, máquinas ausiliares i tablero de distribucion. Todos estos órganos deben funcionar económicamente con carga normal, como poseer tambien una capacidad de sobrecarga uniforme.

Para conseguir este objeto es menester no restrinjir demasiado el espacio ocupado por los edificios, so pretesto de mejorar la vijilancia, i disponer estos últimos de

modo que los calderos, la sala de máquinas i los tableros se sucedan en el órden citado i queden instalados en naves centrales. Es así tambien como se llega a satisfacer en buenas condiciones a la segunda consideracion de la prevision i facilidad para un futuro desarrollo.

Las estensiones futuras son inevitables, porque una esplotacion económica de una central a vapor debe trabajar en cuanto sea posible con carga normal o lo que es lo mismo debe tener una capacidad de produccion mas o ménos en armonia con las necesidades del momento. El aumento mas o ménos rápido del consumo depende de las circunstancias locales, i en el caso particular que nos ocupa este punto merece particular atencion, a causa de que las instalaciones del puerto militar i comercial pueden llegar a tener un desarrollo de magnitud difícil de apreciar, pero no ménos fácil de concebir.

La disposicion i orientacion de los edificios adoptados en nuestro proyecto nos pone al abrigo contra toda emerjencia, pues en él se consultan estensiones futuras de grande i pequeña importancia, que como lo veremos mas adelante requieren disposiciones i espacios distintos para mantener la unificacion por grupos.

Consecuentes con estos ensanches futuros, hemos evitado de proyectar construcciones mui sólidas o definitivas allí donde podrian constituir un impedimento para una estension, o un inconveniente para dicho ensanche.

DISPOSICION I ORIENTACION DE LOS EDIFICIOS

Resuelta la ubicacion que debia ocupar la central en el ángulo N. O. de la Dársena, en atencion a varias consideraciones, hemos orientado las tres naves de que consta el edificio, en el sentido de oriente a poniente, de modo que la parte invariable i definitiva quede hácia el poniente, los calderos al sur, inmediatos a la via férrea i al malecon, i la sala de talleres hácia el norte paralelamente al eje de la sala de máquinas.

En estas condiciones, una estension futura para 2 000 Kw es posible hácia el oriente i otra de mayor poder encuentra su espacio hácia el norte.

Para estensiones de gran importancia se impone otra disposicion para los calderos, porque para mantener la unificacion racional de los nuevos grupos, ya no basta colocar esos aparatos en filas paralelas a la sala de máquinas, como lo vamos a demostrar.

Vamos a suponer el empleo de turbinas a vapor, reservándonos para mas tarde demostrar su superioridad sobre otras máquinas.

Desde luego, entre otras ventajas, la turbina a vapor ocupa un espacio mui pequeño relativamente a su poder, i necesita tambien un espacio mui reducido respecto al que exijen los calderos que la alimentan.

Por otra parte, el poder de las turbinas varia mas o ménos proporcionalmente al cubo de sus dimensiones; una turbina de poder doble o triple, con un número dos o

tres veces mayor de calderos, ocupa una mayor superficie respecto a la de ménos poder, prácticamente insignificante. Es necesario pues, para los grandes turbo-jeneradores, instalar los calderos respectivos en grupos trasversales cuyo eje lonjitudinal quede normal al de la turbina; cualquier otra disposicion orijina una pérdida considerable de espacio en el resto del edificio i un inutil i perjudicial desarrollo de cañerías de vapor.

MAQUINARIA

JUSTIFICACION DEL EMPLEO DE TURBINAS A VAPOR

El perfeccionamiento que se ha operado en la fabricacion de las turbinas a vapor ha mejorado notablemente su rendimiento, el cual es actualmente mas elevado que el de las máquinas a vapor alternativas i comparativamente mas aun con cargas pequeñas. Las turbinas poseen, por otra parte, ciertas ventajas inherentes a su naturaleza como motores rotativos: son de un precio ménos elevado; de construccion mas sencilla i por ende de funcionamiento mas seguro; ocupan un espacio igual al diez por ciento de una máquina Compound de igual poder; el costo de las fundaciones es reducido por ser su peso solo el 15 al 20% de una máquina de cilindros i por la ausencia de vibraciones; no tienen lubrificacion interior i el vapor condensado, exento de aceite, puede utilizarse nuevamente, de lo cual resulta economia de aceite, agua i carbon.

Los motores a movimiento alternativo mas modernos, sean de grande o pequeña velocidad, no reunen ese precioso conjunto de condiciones.

El uso del vapor recalentado ha sido en estos últimos tiempos un factor importantísimo en la economia de carbon; con las turbinas su uso no presenta los inconvenientes de lubrificacion que se hacen sentir en los motores de cilindro, siendo ademas el desgaste reducido, cuando el recalentamiento del vapor es moderado.

Por último, abstraccion hecha del rendimiento, la turbina Compound tiene la particularidad notable de admitir sobrecargas que pueden llegar a 50%, mediante válvulas *ad-hoc* que admitan la alta presion en secciones de baja presion.

Sin embargo, la mayor parte de estas ventajas no se aplican sino a las turbinas de gran poder, principalmente en lo referente al costo de primer establecimiento; para potencias inferiores a 200 caballos de fuerza, las únicas ventajas que las turbinas ofrecen sobre los motores a movimiento alternativo son economia de mano de obra i de aceite.

TIPO DE TURBINA QUE MAS CONVIENE A NUESTROS USOS

Antes de hacer un lijero análisis de las turbinas, para apreciar debidamente sus ventajas e inconvenientes, podemos desde luego decir: 1.° Que necesitamos una turbina cuyo buen rendimiento se mantenga con carga reducida, debido a la gran diferencia que existirá entre el consumo de fuerza motriz durante el dia i el del alumbra-

do durante la noche. 2.º Su seguridad de réjimen deberá ser la mayor posible, compatible con un buen rendimiento, o sea que su buen funcionamiento no debe estar sujeto a un montaje estremadamente preciso ni a una atencion demasiado sostenida. Esto es casi indispensable en nuestro país, donde mui a menudo escasea un personal idóneo.

LIJERA RESEÑA SOBRE LAS TURBINAS A VAPOR

Las turbinas se dividen en dos clases:

Turbinas de accion i de reaccion.

En las primeras el vapor obra directamente por presion i en las segundas por espansion.

Ambas constan de una série de ruedas motrices mas o ménos grandes, i directrices; estas últimas están fijas. En ellas cambia el vapor, en las turbinas de accion, su presion en velocidad, para seguir obrando por presion en las demas ruedas motrices; en tanto que en las turbinas de reaccion el cambio de presion en enerjía se efectúa en las ruedas motrices.

Es esta una circunstancia desfavorable, pues ella orijina una diferencia de presion entre las dos caras de una misma rueda motriz, i dado el gran número de que están provistas, se produce un esfuerzo lateral enorme, segun el eje que es necesario equilibrar con émbolos de contrapresion.

Por otra parte, para obtener un buen rendimiento, es menester reducir a fracciones de milímetros el espacio entre ruedas motrices i directrices, e impedir así el paso directo de vapor que gracias a esa diferencia de presion se produce; pero una precision tan grande es contraria a una gran seguridad de réjimen.

Damos a continuacion un cuadro resúmen de las distintas turbinas i sus principales características:

Clase	Nombre	Fabricantes	Caracteristicas	Ventajas	Inconvenientes
ACCION	De Laval	(Suecia)	Una sola rueda motriz sobre la cual el vapor deja casi toda su enerjía. Admision del vapor parcial i lateral por medio de toberas cónicas.	Fácil manejo, construccion sencilla, pequeño peso i poco volúmen. Conviene para potencias pequeñas.	Número de revoluciones exajerado que necesita reduccion por medio de engranajes, mucho ruido i poca seguridad de réjimen del eje de rotacion.
	Riedler Stumpf.	R. S. (Alemania) i A. E. G.	Una sola rueda motriz de gran diámetro i con varios grados de velocidad sobre la misma para las grandes potencias. Paletas de inversion del vapor. Admision tanjencial del vapor en la periférie por medio de toberas cuadradas.	Ventajas como la De Laval i seguridad de réjimen.	Tension exajerada del material por el gran diámetro i la gran velocidad periférica.
	Rateau	Cerlicon (Suiza) i Santer Harlé i C.ª (Francia)	Muchos grupos de ruedas motrices i directrices correspondientes a gran número de grados de velocidad. Admision axial del vapor, parcial en los grados de alta presion i total en los de baja. Regulacion por estrangulacion en las toberas i en la válvula de admision.	Número de revoluciones reducido, pequeñas pérdidas de enerjía, esfuerzos axiales pequeños.	Gran número de ruedas motrices i directrices. Descansos del árbol o eje de la turbina espuesta a la alta temperatura del vapor, exije refrijeracion i son inaccesibles durante la marcha.
	Curtis	General Electric Co. (Estados Unidos) i A. E. G. (Alemania)	Varios grados de velocidad con 2 grados de presion cada uno con ruedas directrices i toberas de espansion. Admision del vapor axial con toberas cónicas. Regulacion indirecta por medio de un conmutador eléctrico que cierre o abra las toberas de admision. Eje vertical en las turbinas de gran potencia.	Pequeño número de revoluciones i reducidos números de grados, esfuerzo axial pequeño.	Espacios mas reducidos entre ruedas directrices i motrices i por consiguiente poca seguridad de réjimen.
	Zoelly	Escher Wyss i C.ª (Suiza)	Varios grados de espansion para alta i baja presion, por lo jeneral dividida en 2 partes. La admision del vapor es parcial solo en la alta presion. Regulacion como en las turbinas hidráulicas del mismo fabricante.	Ausencia de presion lateral. Número de revoluciones reducido. Gran espacio entre ruedas motrices i directrices con gran seguridad de réjimen i sin perjuicio para el rendimiento. Descansos al aire libre accesibles en todo momento.	Mayor largo de la turbina comparativamente con los otros sistemas.
REACCION	Williams Parsons	(New Castle) Inglaterra	Muchos grados de espansion del vapor en muchos grupos de ruedas motrices i directrices con diámetro creciente. Admision del vapor axial en toda la superficie de las ruedas. Regulacion por aberturas i cierres periódicos de la válvula de admision.	Número de revoluciones conveniente, conviene para grandes i pequeñas potencias. Buena seguridad de réjimen pero mal rendimiento.	Construccion larga i costosa; para potencia pequeña no conviene. Gran esfuerzo lateral que necesita ser equilibrado con émbolos de contrapresion.—Descansos envueltos por el vapor, espuestos a su elevada temperatura.
	Parsons Brown Boveri.	(Alemania)	Id. id.	Espacios mui pequeños entre ruedas motrices i directrices, i por consiguiente poca seguridad de réjimen pero mejor rendimiento.	Id. id.

Por el cuadro que precede se puede ver que el tipo de turbina que mas conviene a nuestros usos es el de accion, i entre éstas, la que reune mayor número de condiciones prácticas es la turbina «Zoelly de Escher Wyss i C.ª». En cuanto al buen rendimiento con fraccion de la carga normal, en jeneral son las turbinas Compound con alta i baja presion las que dan resultados mas satisfactorios.

JENERADORES DE VAPOR

Idénticas consideraciones a las ya citadas para la eleccion del tipo de turbinas, nos conduce en el caso de los calderos a indicar como los mejores los de Babock i Wilcox con recuperadores de calor para el agua de alimentacion i con alimentadores mecánicos de carbon que, mejorando las condiciones de una buena combustion, aumentan el rendimiento de aquellos i suprimen ademas una penosa obra de mano.

TIRAJE

La ubicaciòn dada a los edificios en terraplenes recientemente ejecutados hace mui costosa la construccion de chimeneas suficientemente elevadas para asegurar un buen tiraje natural; por otra parte, el uso de recuperadores o «*economisers*», rebajando la temperatura de los gases de la combustion, exijen chimeneas aun mas elevadas i por otra parte disminuye el único inconveniente para el tiraje artificial. El tiraje forzado está pues indicado en este caso i es necesario adoptarlo, por cuanto procura mayor capacidad de sobrecarga de los calderos, permite utilizar cualquier clase de carbon, no se afecta por los cambios atmosféricos i es mucho ménos costoso, como vamos a demostrarlo.

Consideremos al efecto nuestra instalacion para 1 000 Kw funcionando de una manera contínua con carga máxima. El consumo con carbon de 7 500 calorias será en término medio de 2,5 kilógramos por Kw hora, segun una estadística publicada por Mr. Giles i Downes.

Para asegurar el tiraje seria necesario una chimenea de 48 metros de altura.

Sabido es que un gas caliente es mas liviano que otro frio, o en otros términos, un peso determinado de gas aumenta de volúmen al calentarse en $\frac{1}{273}$ por grado centígrado.

El peso de un metro cúbico de aire a 0° es de 1 293 kgms i a la temperatura de $t°$ será solo de $\frac{1293}{\left(1+\frac{t}{273}\right)}$

Ahora bien, los gases de la combustion contienen vapor de agua e hidrocarburos livianos que compensan el mayor peso del anhídrido carbonico que los acompaña; con mucha aproximacion se les puede suponer la misma densidad que el aire a la misma temperatura.

Para apreciar la fuerza del tiraje bastará comparar el peso de dos columnas, una de aire, otra de gases, con 1 cm^2 de base i con la altura de 48 metros de la chimenea.

La 1.ª tendrá un volúmen de 4800 cm^3 i un peso de $1.293 \times 0.0048 = 0.0062$ kilógramos.

En cuanto a los gases, suponiendo que se escapan a 400°, un metro cúbico no pesará mas de 0.525 kilógramos i la columna de 1 cm^2 tendria $0.0048 \times 0.525 = 0.0025$ kilógramos.

El tiraje de la columna corresponde a la diferencia de peso de las dos columnas de gases o sea, 0.0037 kilógramos por cm^2 = 37 m/m de agua.

En la combustion de un kilógramo de carbon con 7 500 calorias una buena vaporizacion utiliza solo 5 000 o sea el 66 %; el resto, dividido en dos partes, se pierde, 2/5 por radiacion i 3/5 con los 44 m^3 de gases a 400° que prácticamente se producen i que se escapan por la chimenea.

Para 1 000 Kw hora el volúmen total de gases será de $2\,500 \times 44 = 110\,000$ m^3 o 30 m^3 por segundo, i el calórico perdido con ellos será de $2\,500 \times 1\,500 = 3\,750\,000$ calorias, o sea un gasto equivalente de carbon de $3\,750\,000 : 5\,000 = 750$ kilógramos por hora.

Examinemos ahora el consumo correspondiente a un ventilador.

Para producir una depresion de 37 m/m de agua con un gasto de 30 m^3 por segundo, un ventilador centrífugo consume teóricamente una enerjía de $30 \times 37 = 1110$ kilográmetros.

El rendimiento de estos aparatos varia entre 15 i 60 %. Con el uso de un ventilador «Sirocco» o del «Sturtivant» acoplado directamente a un motor eléctrico, puede obtenerse un rendimiento de 30 %; la enerjía necesaria será de 3 700 kilográmetros o sea de 36,3 kilowatts.

Como los calderos los debemos suponer en este caso provistos de cargadores mecánicos de carbon, de recalentamiento de vapor i *economisers*, el calor perdido por la chimenea se reduce a un mínimo i el rendimiento de los calderos varia entonces entre 76 i 80 %, es decir que de las 7 500 calorias desarrolladas por 1 kilógramo de hulla se utilizan para la vaporizacion 5 700 a 6 000.

En estas condiciones un Kw hora exije únicamente 2.15 kilógramos de carbon, correspondiendo 78 kilógramos por hora al ventilador de 36,3 Kw, lo que aproximadamente es 10 veces ménos que el consumo con chimenea de 48 metros de altura.

En resúmen, el tiraje artificial orijina un gasto de 3 % del consumo total de combustible, en tanto que, segun las numerosísimas esperiencias de la *Wiener Dampfkessel Untersuchungs und Versicherungs Gesselschaft*, las pérdidas en la chimenea por tiraje natural alcanzan a 20 %.

De los procedimientos para aplicar el tiraje artificial, sea por aire soplado bajo la parrilla, por aspiracion de los gases calientes o indirectamente por induccion, hemos adoptado este último, que permite alejar el ventilador i motor de la influencia perniciosa del calor de dichos gases.

JENERADOR ELÉCTRICO I CLASE DE CORRIENTE

Para optar por una u otra clase de corriente, habremos de atenernos a las consideraciones de órden técnico i de esplotacion que requieren el servicio de alumbrado, motores de maestranza i grúas.

Para los primeros, las corrientes usadas actualmente son las corrientes contínuas i alternadas-trifásicas, las corrientes monofáseas i bifáseas han quedado despues de muchos ensayos, definitivamente abandonadas para el servicio de la fuerza motriz. Para el caso de las grúas eléctricas de puertos i traccion sobre rieles, la preferencia debe darse a la corriente contínua, porque permite la aplicacion de una bateria auxiliadora i el uso de motores en série.

Esta clase de motores posee en efecto preciosas ventajas:

1.° Permiten un desamarre o puesta en marcha poderosa i rápida, con un gasto de corriente mínimo.

2.° Arreglan por sí solos su velocidad segun la carga, pueden pues levantar los pesos pequeños con mayor rapidez que los grandes, llegando a ser su velocidad sin carga tres veces mayor que la del motor trifásico con el mismo gasto de corriente.

3.° No necesitan sino dos conductores i dos contactos en cambio de tres conductores i seis contactos que exije el trifásico; tres para el rotor i tres para el estator.

4.° Pueden tomar su enerjía (en el caso de grúas, esencialmente variable) de una bateria de acumuladores.

La corriente contínua se presta mejor que las alternadas para el alumbrado por lámparas de arco, que son en tal caso mas económicas.

Para todos los demas usos que no sean los ya citados, las corrientes alternadas trifásicas son mas económicas en su produccion i en el trasporte de la enerjía, los motores de utilizacion son tambien mas robustos i exijen ménos atencion. Los jeneradores eléctricos son por consiguiente trifásicos.

SISTEMA DE DISTRIBUCION

El sistema de distribucion que debemos adoptar debe ser polimórfico, es decir, produccion en forma de corriente trifásica de alta potencia, en atencion a la economia i utilizacion de éstas bajo su forma primitiva para ciertos i determinados casos i en forma de corriente alternada de bajo potencial i corriente contínua para otros.

APARATOS AUXILIARES DE LA CENTRAL

Estos son:

En la sala de calderos se encuentran los siguientes:

Motor i bomba de aire para el tiraje.
Bombas de alimentacion.

Motores para las parrillas.
Cargador mecánico de carbon i cenizas.
Motores para los «*economisers*».
Bomba de drenaje.

En la sala de máquinas están instalados:

El condensador.
Las bombas de circulacion de agua i aire i turbinas.
La bomba para la circulacion de aceite i un motor.
Los filtros para aire.

El condensador por superficie es el mas voluminoso i por su naturaleza necesita quedar mui cerca de la turbina para aumentar su eficiencia. En su colocacion se ha adoptado la disposicion usada por la *General Electric Company*, o sea inmediatamente debajo de la turbina entre sus machones de apoyo.

Para los demas aparatos auxiliares en la sala de máquinas i sala de calderos hai conveniencia en reunirlos, pues de ese modo se concentra la vijilancia alrededor de estas máquinas, que mas la necesitan, i se consigue ademas despejar i mejorar el aspecto de dichas salas.

En vista de esto hemos agrupado los aparatos en el subsuelo de la sala de turbinas i al estremo poniente de la de calderos.

MODO DE ACCION DE ESTOS APARATOS AUXILIARES

La enerjía necesaria para ponerlos en movimiento alcanza mas o ménos al 10% del poder total de la central, i si se toma en cuenta que estas máquinas auxiliares funcionan con un réjimen de carga máxima cualquiera que sea el de los grupos electrójenos principales, el gasto de carbon que en esas condiciones ocasionan es aun mayor, pudiendo estimarse en un 14 a 16% del consumo total; es mui importante, pues, buscar la solucion mas económica.

Por otra parte es de sumo interés poder contar con una gran seguridad de marchas para estos aparatos. Se comprende que dadas estas consideraciones, merezca especial atencion el estudio de esta parte de la instalacion.

Se puede ver desde luego que el modo de accion que se elija, sea por vapor o electricidad, hará aumentar en un 14 a 16% el poder de los calderos con respecto al de los dinamos, o el de los grupos turbo-jeneradores en su conjunto, si se ha de usar la corriente eléctrica.

Si se emplea el vapor, podrán procurarlo los calderos afectos a los turbo-jeneradores o bien calderos suplementarios instalados con ese objeto. Si la electricidad, ella puede tomarse a la corriente principal, prévia transformacion, o bien la que produzca un grupo electro-jenerador *ad-hoc*.

Para apreciar debidamente el modo de accion que mas conviene a cada aparato o motor desde el punto de vista económico, podemos clasificarlos en dos categorias:

1.° *Motores a velocidad constante.*
2.° *Motores a velocidad variable.*

Sabido es que la electricidad ofrece sobre el vapor economias de esplotacion i menor vijilancia para los que pertenezcan a la primera categoria, mayor aun cuando esos motores son de poca importancia. Como en esta categoria se encuentran todos los aparatos auxiliares, con escepcion únicamente de las bombas de alimentacion de los calderos, que pertenecen a la segunda, resulta que hai ventaja en que todos estos motores sean movidos eléctricamente.

Las bombas de alimentacion podrian ser movidas por turbinas o por máquinas a vapor de cilindros; pero conviene insistir en la gran irregularidad de marcha de las bombas de alimentacion i hacer presente, que por esta causa, las turbinas quedan en situacion mui desventajosa. En cuanto a los demas motores a vapor que de ordinario se usan con este objeto, aunque son de un funcionamiento seguro, orijinan por lo jeneral uñ gasto excesivo de vapor.

Dilucidado pues este punto, examinemos qué fuente eléctrica es la que presenta mayores seguridades de funcionamiento contínuo para motores.

Los procedimientos que con este objeto pueden adoptarse son:

1.° Corriente alternada principal directamente transformada a menor potencial.

2.° Turbo-jenerador especial con produccion de corrientes alternadas a bajo potencial i un despositivo en el tablero que permita en caso de accidente el uso de la corriente principal transformada a una potencia igual.

3.° Turbo-jenerador especial con produccion de corriente continua i una bateria de acumuladores de reserva.

4.° Corriente alternada principal transformada a menor potencial, i uso de esta última, con una conmutacion i bateria de acomuladores de reserva con ayuda recíproca.

El primer procedimiento es el mas sencillo de todos, pero deja subsistente las posibilidades de interrupcion completa.

Los números 2 i 3 son mas seguros, pero queda aun el riesgo de accidente en cañerias de vapor.

El último procedimiento es el único que responde completamente a la cuestion, es relativamente sencillo, dá una seguridad casi absoluta i permite el uso de motores polifásicos mas robustos que los de corriente continua.

Por lo demas, la bateria de acumuladores no implica en este caso su uso esclusivo con este objeto, porque se la necesita como bateria auxiliadora en el consumo por demas irregular de grúas i traccion, i puede con ventaja quedar instalada en la central, que es un centro de consumo para el alumbrado,

En resumen, podemos decir, que la orientacion i la disposicion adoptada para

las tres partes principales de que consta el edificio i la que acabamos de estudiar con respecto a los aparatos auxiliares, responden perfectamente a la unificacion de la central.

Las estensiones sucesivas que exije el incremento del consumo podran asi llevarse a cabo sin modificar en nada a lo ya establecido. Los distintos grupos jeneradores, aunque enteramente completos e independientes, podran sin embargo prestarse auxilio mutuo, mediante ciertas partes comunes i previstas en tal sentido, con el objeto de evitar en todo momento interrupciones en el servicio.

Las partes comunes son las cañerias de alimentacion de calderos i las cañerias matrices de vapor; ambas deben ser instaladas en forma de hebilla, colocando colectores de auxilio que corren a lo largo de la sala de calderos i a los cuales cada grupo está directamente conectado. Son tambien comunes el trasportador de carbon en la sala de calderos i las barras colectoras en el tablero de distribucion.

DISPOSICION DEL TABLERO DE DISTRIBUCION

En su establecimiento debe prevalecer ante todo la sencillez, un orden sistemático i un espacio suficiente, que son las mas serias garantias de seguridad.

En nuestra instalacion con corriente trifásica de alto voltaje, cada fase de cada grupo debe llegar al tablero lo mas rectamente posible. Los distintos aparatos deben reducirse al mínimo indispensable, sobre todo en lo que concierne a los aparatos automáticos, que deben estar plenamente justificados.

La maniobra de los interruptores de aceite i reostatos, sobre todo para los primeros, debe ser rápida i enérjica cuando las corrientes son intensas, pero esto no se consigue sino por procedimientos mecánicos o eléctricos.

Nosotros adoptamos el segundo por ser el mas cómodo de todos i por las facilidades que para ello procura la disposicion que hemos dado a los tableros.

La galeria de maniobras no tiene por qué estar mui inmediata a los turbo jeneradores, pues es necesario abrazar de un golpe de vista el conjunto de la instalacion.

Tal disposicion se justificaba hasta hace poco, en que las centrales eran pequeñas i el encargado del tablero de distribucion debia dirijir igualmente el conjunto de las máquinas. Por otra parte, las intensidades de corriente i voltajes usados no tenian la importancia que hoi se les dá i no habia mayor inconveniente en hacer la maniobra a mano.

En la centrales modernas, el encargado del tablero debe atender únicamente a los interruptores; en la mayor parte de los casos seccionados i numerosos, debe guiarse únicamente por la lectura de los instrumentos de medida, i para ello es menester que su atencion no esté pertubada por la produccion de chispas en los interruptores u otro fenómeno sin consecuencias.

La maniobra a distancia es el resultado lójico de la importancia que tienen o llegan a tener las centrales modernas, i la esposicion que acabamos de hacer justifica su necesidad i la ubicacion que le hemos reservado.

RED PRINCIPAL DE CONDUCTORES ALIMENTADORES.

La red de conductores alimentadores ha sido calculada para servir en las condiciones normales de esplotacion; tendrá por consiguiente un rendimiento superior al de la estacion jeneradora, no menor de 70 %. Pero, a causa de los elevados gastos de su primera instalacion i de las dificultades que en lo sucesivo se presentarán para aumentarlos progresivamente de una manera económica, la red de alimentadores se presta menos bien a estensiones futuras que la instalacion jeneradora.

Tanto en el cálculo de la red de distribucion como en el resto de la instalacion de la central, nos hemos conformado en un todo a las últimas prescripciones de la «*Verband Deutscher Electrotechniker*» adoptadas casi universalmente en las instalaciones de alguna importancia.

(Continuará)

Nº 1

Sección Obras Hidráulicas

Apostadero naval de Talcahuano

Proyecto de estación

Central de fuerza eléctrica.

Distribución polimórfica con potencial constante

Red de alimentadores o "Feeders"

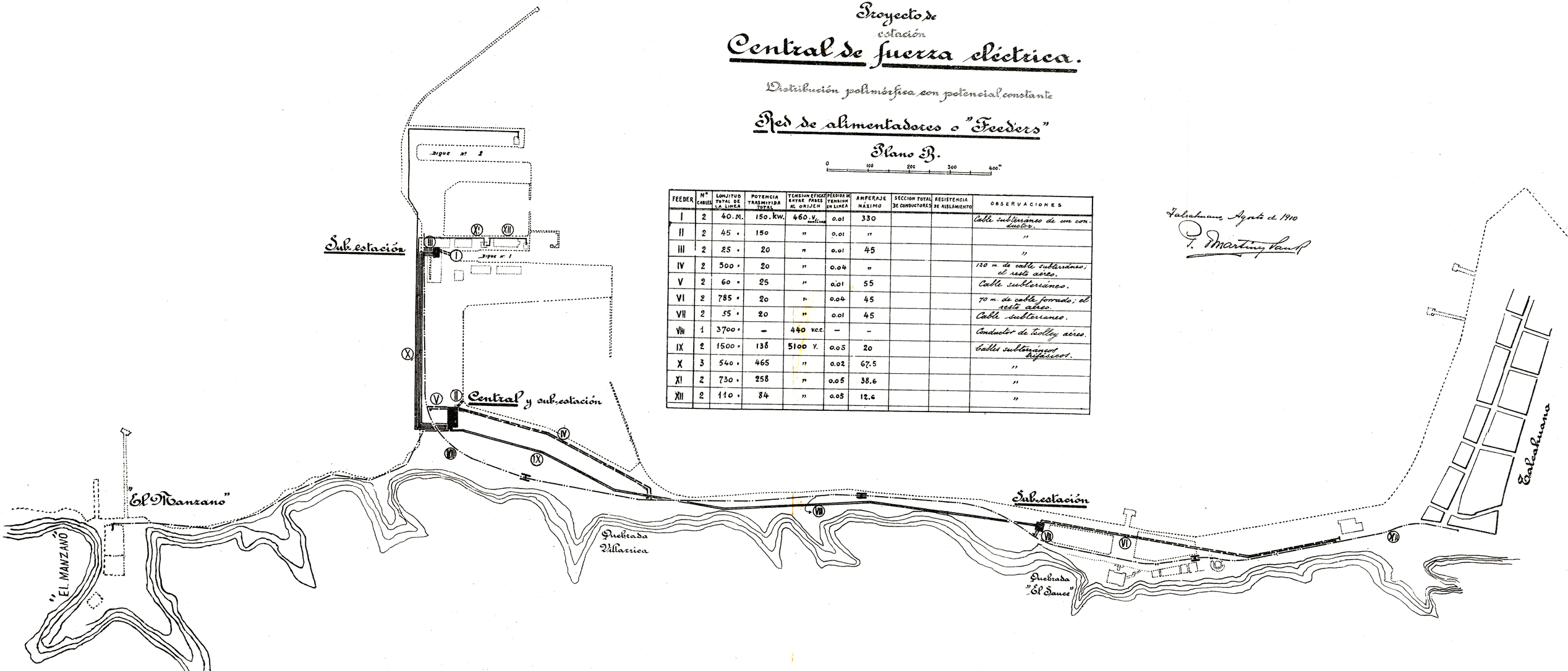
Plano B.

0 100 200 300 400 m.

FEEDER	Nº CABLES	LONJITUD TOTAL DE LA LINEA	POTENCIA TRASMITIDA TOTAL	TENSION EFICAZ ENTRE FASES AL ORIJEN	PERDIDA DE TENSION EN LINEA	AMPERAJE MÁXIMO	SECCION TOTAL DE CONDUCTORES	RESISTENCIA DE AISLAMIENTO	OBSERVACIONES
I	2	40. M.	150. kw.	460. V. continua	0.01	330			Cable subterráneo de un conductor.
II	2	45 "	150	"	0.01	"			"
III	2	25 "	20	"	0.01	45			"
IV	2	500 "	20	"	0.04	"			120 m. de cable subterráneo; el resto aéreo.
V	2	60 "	25	"	0.01	55			Cable subterráneo.
VI	2	785 "	20	"	0.04	45			70 m. de cable forrado; el resto aéreo.
VII	2	55 "	20	"	0.01	45			Cable subterraneo.
VIII	1	3700 "	–	440 v.c.c.	–	–			Conductor de trolley aéreo.
IX	2	1500 "	138	5100 V.	0.05	20			Cables subterráneos trifásicos.
X	3	540 "	465	"	0.02	67.5			"
XI	2	730 "	258	"	0.05	38.6			"
XII	2	110 "	84	"	0.05	12.6			"

Talcahuano, Agosto de 1910

F. Martínez Sanz



Nº 2

Sección Obras Hidráulicas

Apostadero naval de Talcahuano

Proyecto de

Central de fuerza eléctrica

Distribución polimórfica

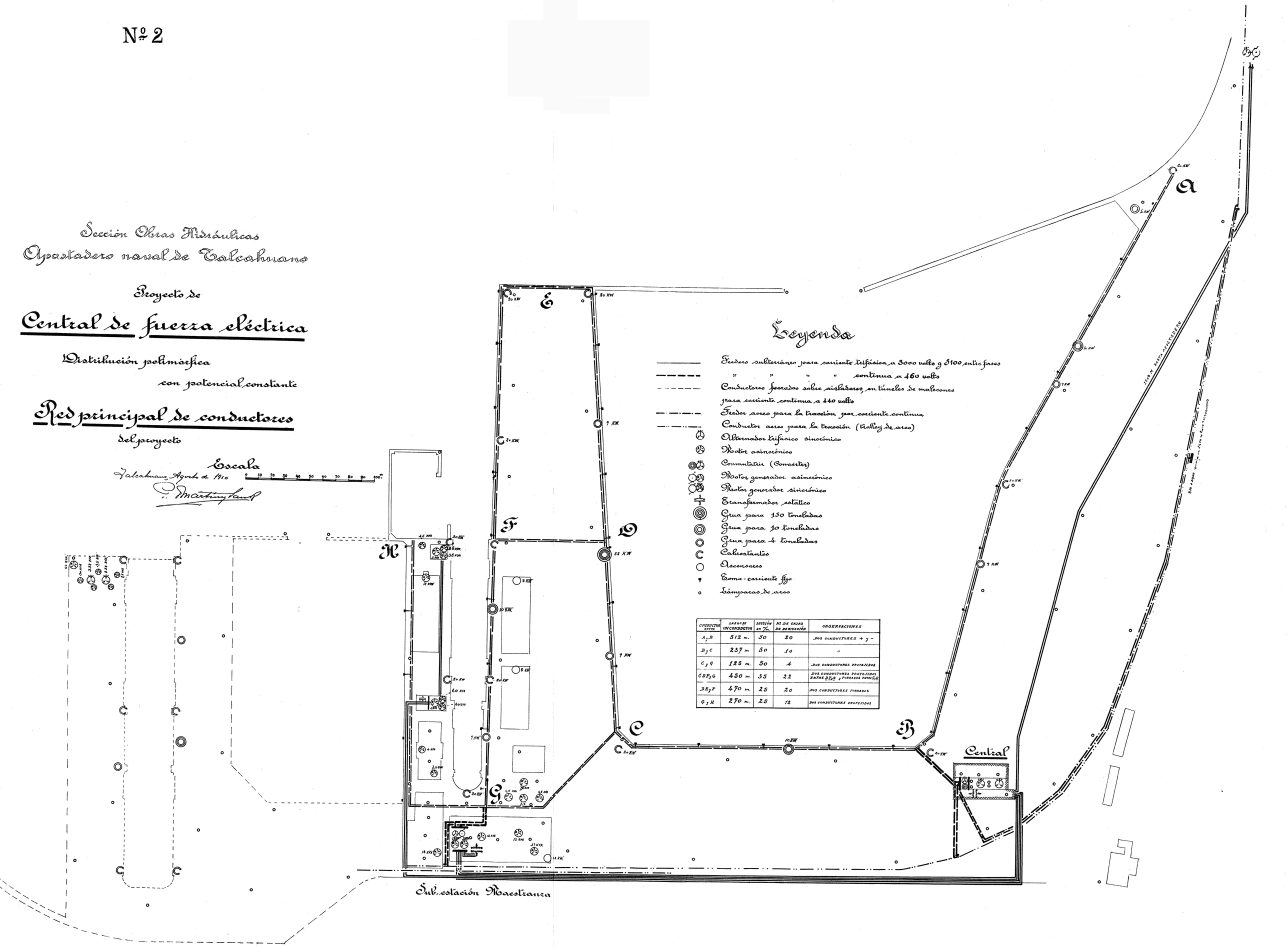
con potencial constante

Red principal de conductores

del proyecto

Escala

Talcahuano, Agosto de 1910



CONDUCTOR ENTRE	LARGO DE UN CONDUCTOR	SECCIÓN EN m/m.	Nº DE CAJAS DE DERIVACIÓN	OBSERVACIONES
A y B	512 m.	50	20	DOS CONDUCTORES + y −
B y C	237 m	50	10	"
C y G	125 m.	50	4	DOS CONDUCTORES PROTEJIDOS
C D F y G	450 m.	35	22	DOS CONDUCTORES PROTEJIDOS ENTRE B F y G y FORRADOS ENTRE C y D
D E y F	470 m.	25	20	DOS CONDUCTORES FORRADOS
G y H	270 m.	25	12	DOS CONDUCTORES PROTEJIDOS

Nº3

Sección Obras Hidráulicas

Apostadero naval de Talcahuano

Proyecto de

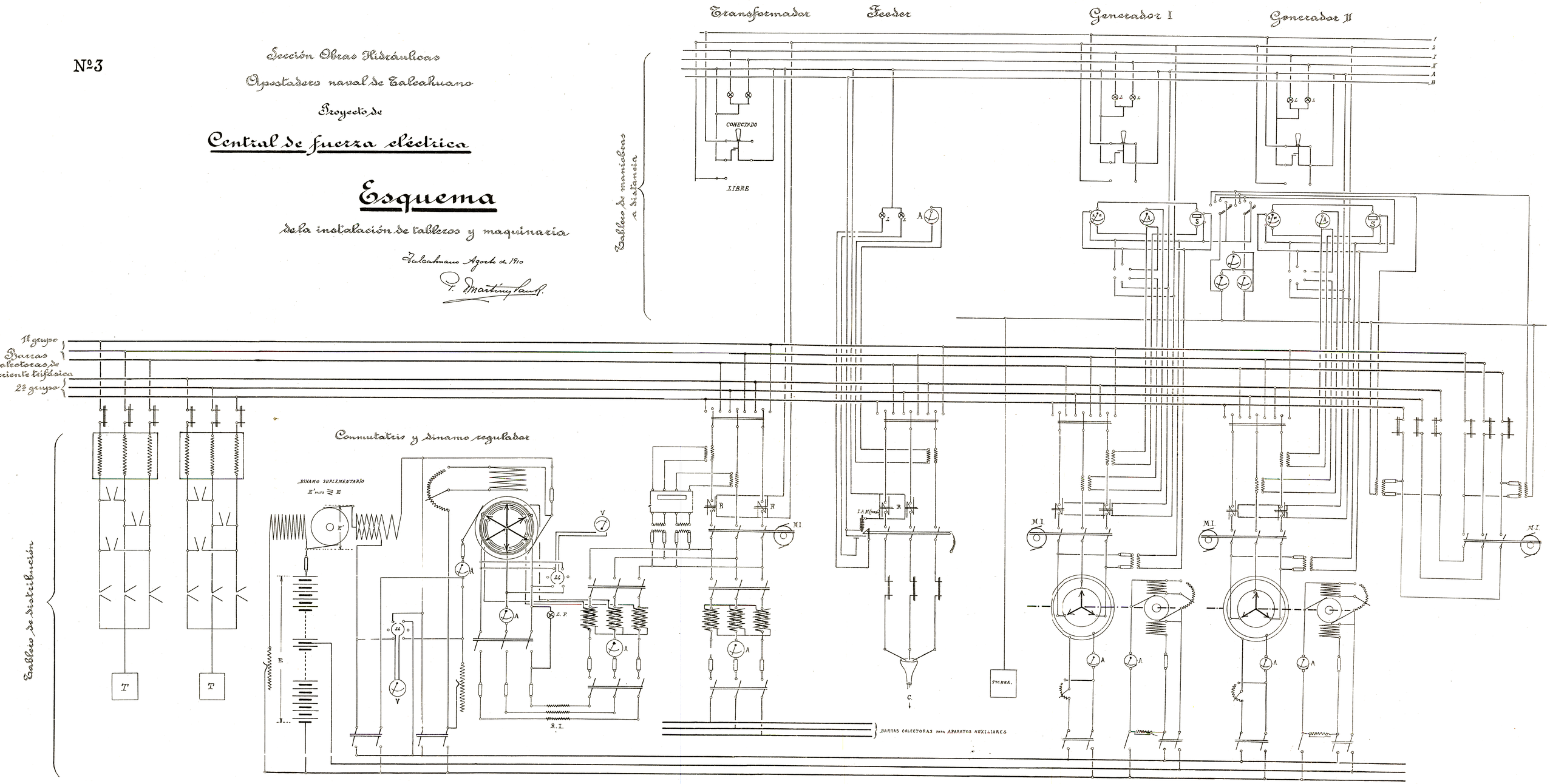
Central de fuerza eléctrica

Esquema

de la instalación de tableros y maquinaria

Talcahuano Agosto de 1910

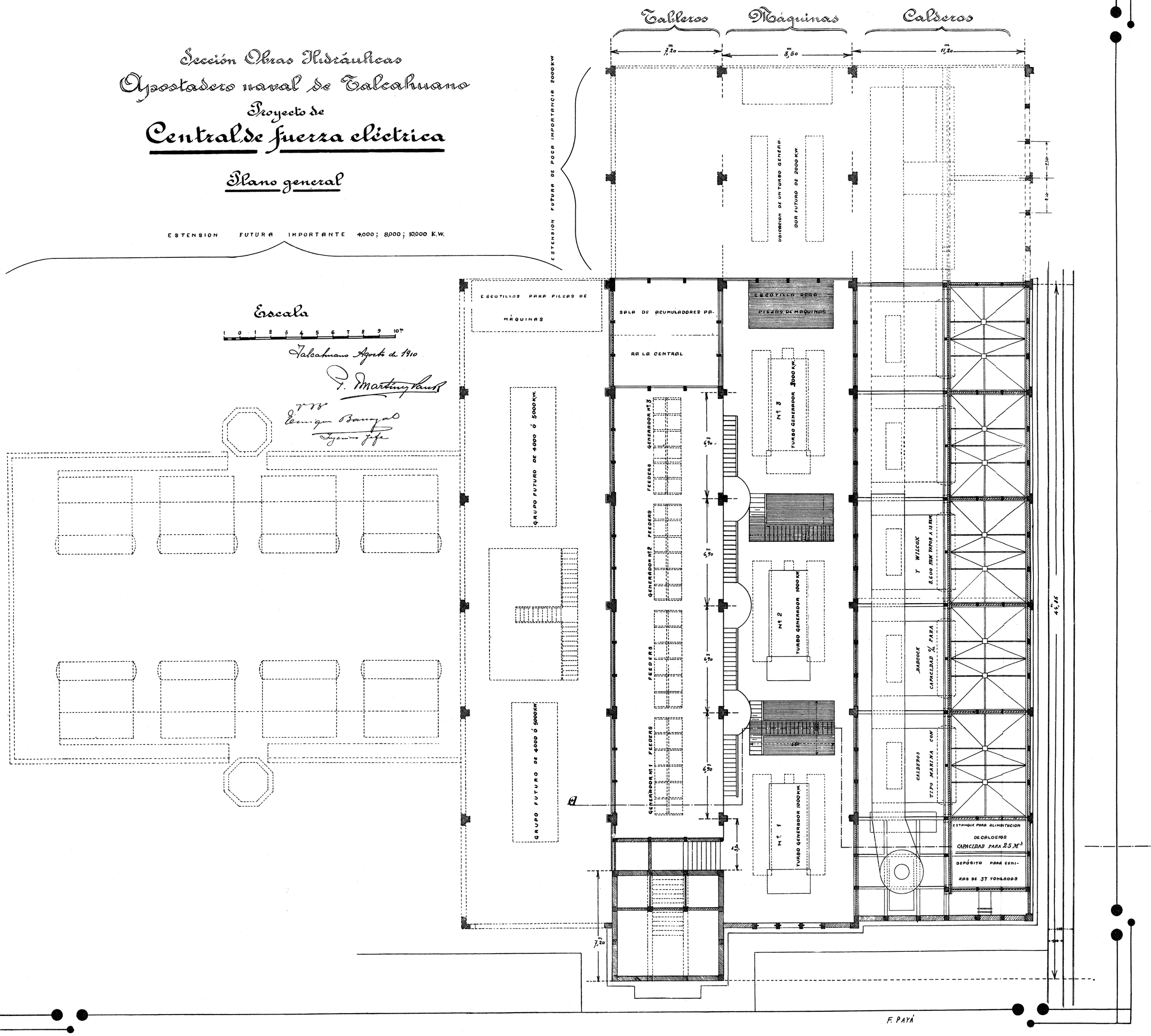
T. Martínez Sanf.



Nº 4

Sección Obras Hidráulicas
Apostadero naval de Talcahuano
Proyecto de
Central de fuerza eléctrica
Plano general

ESTENSION FUTURA IMPORTANTE 4,000; 8,000; 10,000 K.W.



Escala

1 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10m

Talcahuano Agosto de 1910

F. Martínez Paul

V.º B.º

Enrique Banazal

Ingeniero Jefe

F. PAYÁ

Nº 5

Sección Obras Hidráulicas

Apostadero naval de Talcahuano

Proyecto de

Central de fuerza eléctrica

Sala de máquinas

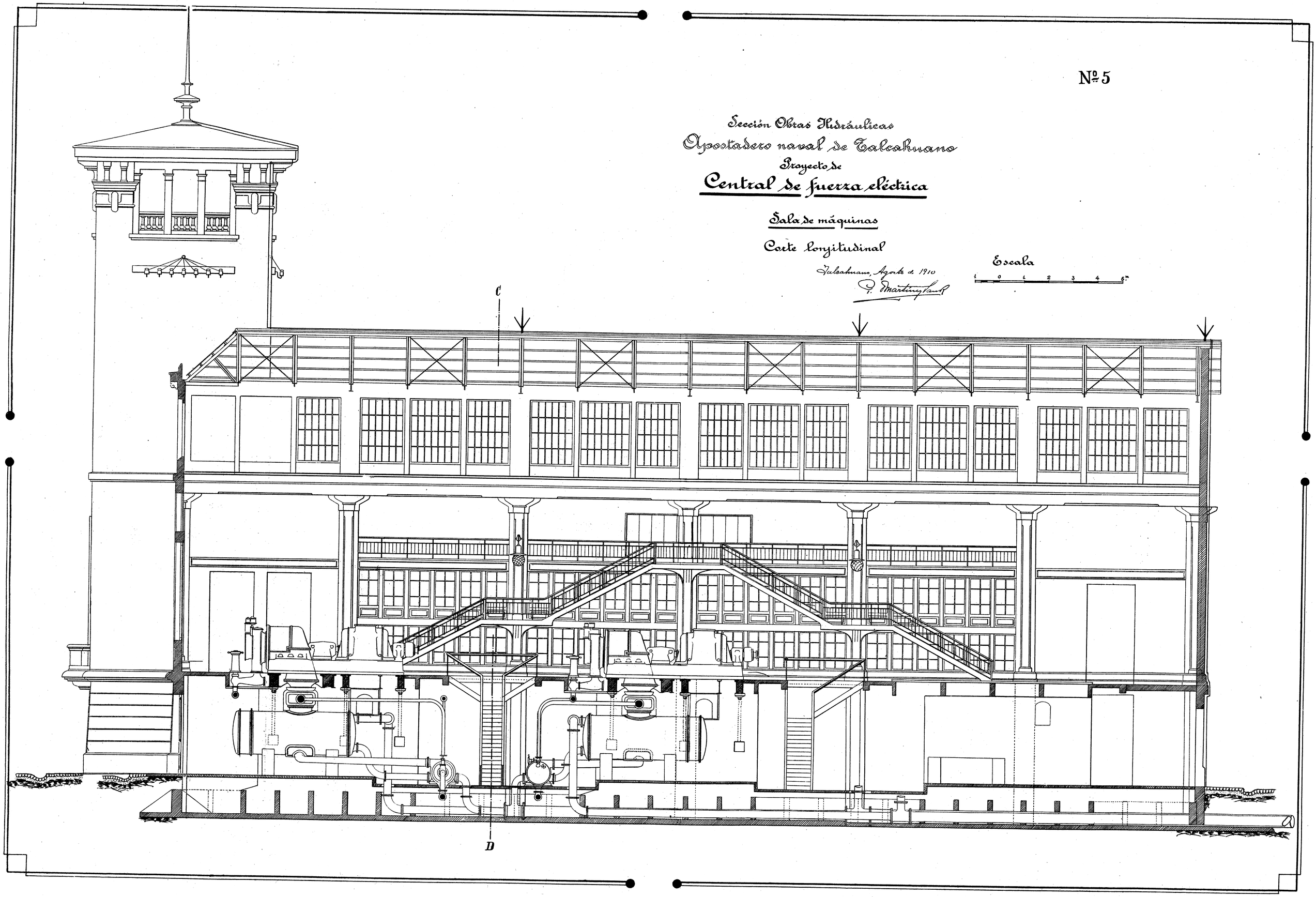
Corte longitudinal

Talcahuano, Agosto de 1910

G. Martínez Vaud

Escala

1 0 1 2 3 4 5m



N°6

Sección Obras Hidráulicas

Apostadero naval de Talcahuano

Proyecto de

Central de fuerza eléctrica

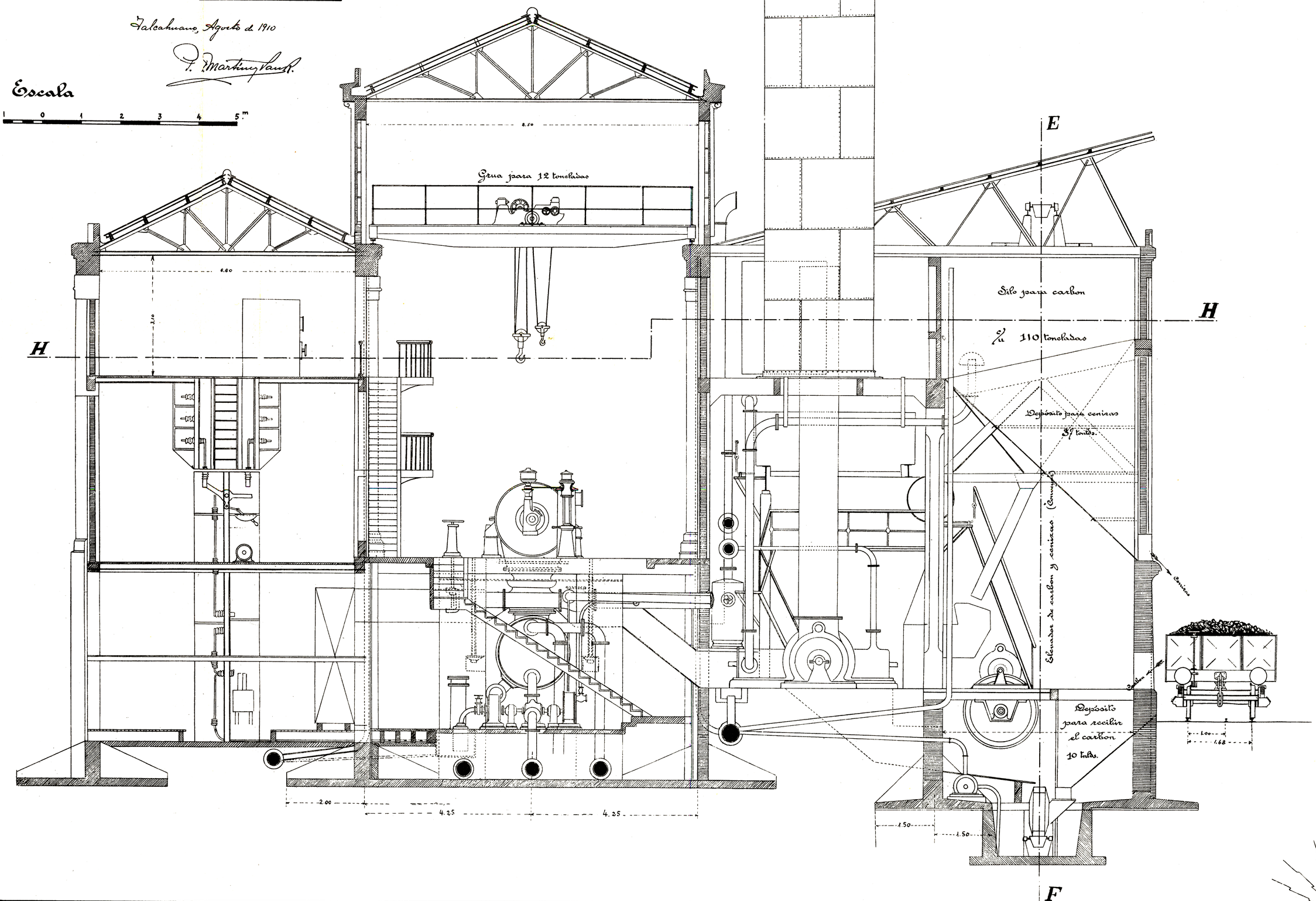
Corte trasversal

Talcahuano, Agosto de 1910

T. Martin y Saavedra

Escala

1 0 1 2 3 4 5 m



FOTOLITO-F. PAYÁ