

La planta potabilizadora de agua de mar, complemento del abastecimiento de la ciudad de Ceuta

Por JOSE LUIS GOMEZ SANCHEZ
Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos.

12

La ciudad española de Ceuta, en el N. de Africa, se halla situada en el Estrecho de Gibraltar. Es una ciudad comercial, dotada de un puerto donde se abastecen de agua y combustible numerosos barcos, y es también punto importante de comunicación entre Europa y Africa.

La población de Ceuta es de unos 80.000 habitantes, y su dotación de agua es escasa. Sus recursos naturales son los siguientes:

1.º Once manantiales en la bahía de Benzú, propiedad del Estado español, pero

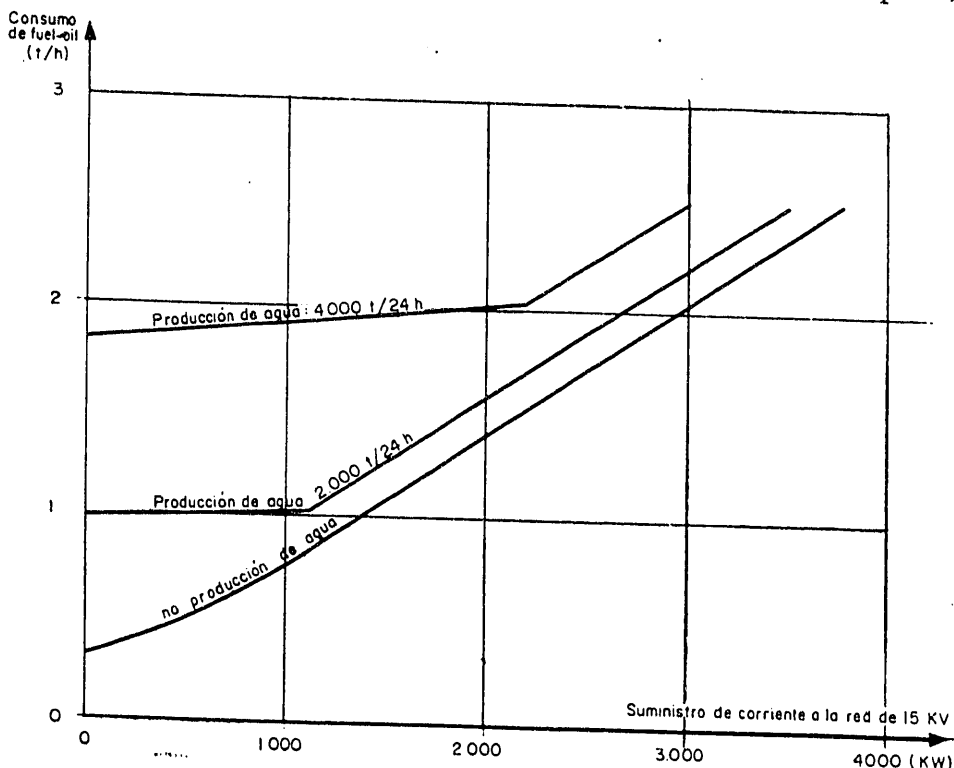


Figura 1.º

situados en territorio marroquí a 1.500 metros aproximadamente de la frontera, con un caudal diario variable desde 3 000 m.³ en verano a 10.000 m.³ en invierno.

2.º Una captación de agua subterránea en el arroyo fronterizo denominado de las Bombas, con un caudal diario aproximado de 700 m.³ en verano y 3 000 m.³ en invierno.

3.º Un manantial propiedad de la Junta de Obras del Puerto, situado también en territorio marroquí, y con un caudal diario de 800 m.³ en verano y 1 500 m.³ en invierno, destinado a cubrir parcialmente las necesidades del puerto.

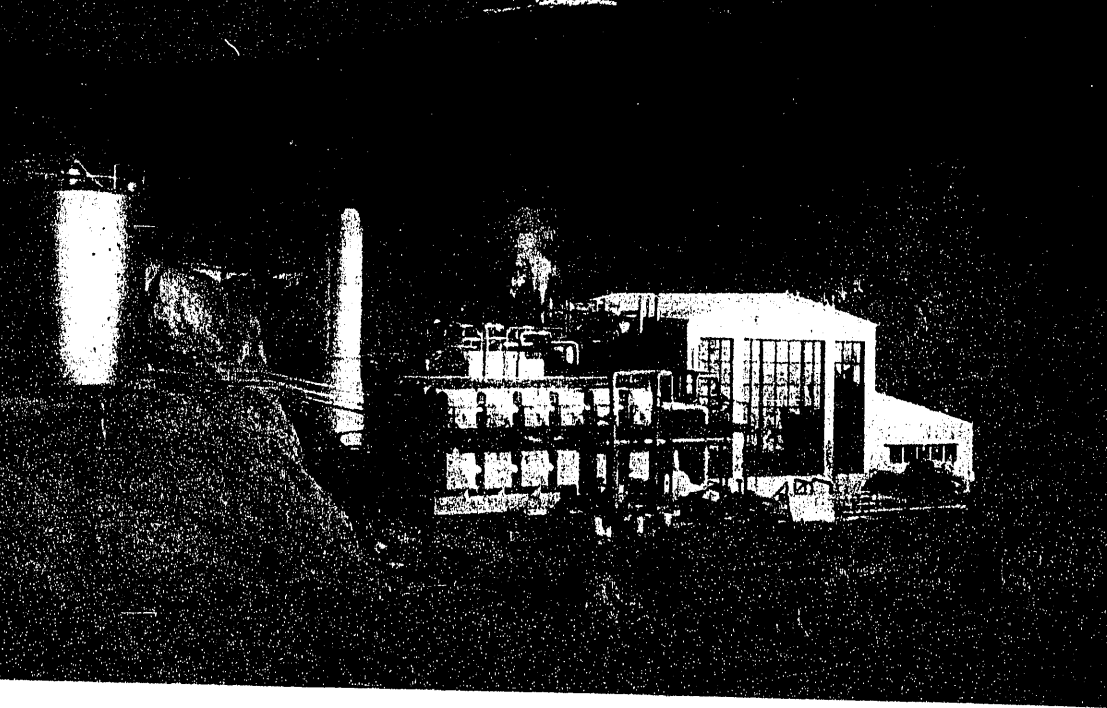


Figura 2.ª

Se puede decir que prácticamente todo el agua de abastecimiento a la ciudad venía allende sus fronteras. Además, los caudales disponibles, si bien en invierno rebasaban los 100 litros por habitante y día, en años secos y períodos de estiaje ordinarios difícilmente llegaban a la dotación de 50 litros por habitante y día.

El Ayuntamiento de la ciudad solicitó auxilio del Gobierno, quien a través del Ministerio de Obras Públicas realizó el estudio de diversas obras encaminadas a mejorar la situación crítica de su abastecimiento.

Un estudio geológico detallado de la zona demostró la imposibilidad, por la naturaleza impermeable del terreno, de conseguir el aprovechamiento de nuevos manantiales.

Se desechó también la posibilidad de llevar agua desde la bahía de Algeciras mediante un sifón o "pipeline" a través del estrecho, por su elevado coste y su vulnerabilidad ante posibles actos de sabotaje.

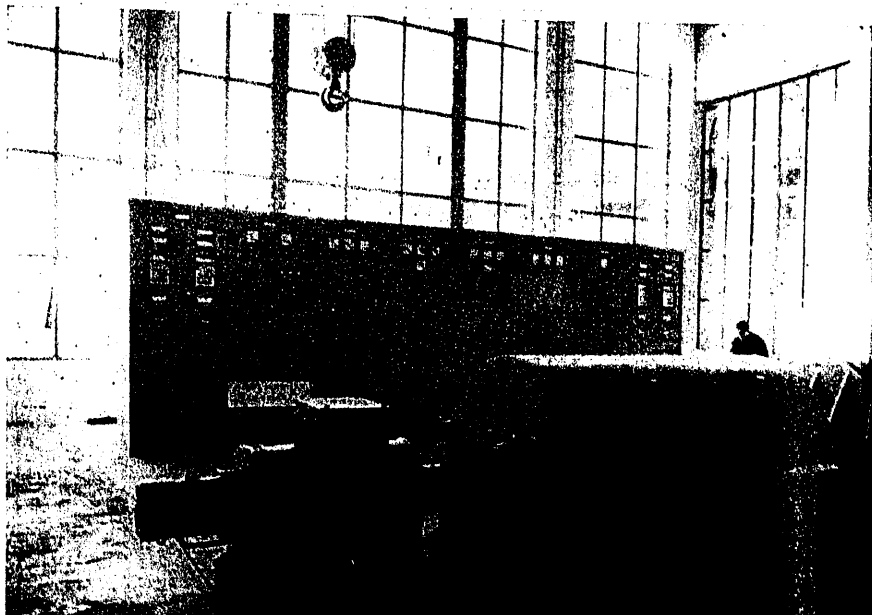


Figura 3.ª

Fue seleccionada como solución más conveniente la construcción de una Planta potabilizadora de agua del mar para producir 4 000 m.³ diarios de agua dulce, que incrementarían las dotaciones actuales en 50 litros por habitante y día. Un embalse de regulación de 2 millones de m.³ de capacidad, permitiría aprovechar la esorrentía superficial de una cuenca de 5 Km.², y almacenar los excedentes de producción de la Planta potabilizadora en los períodos húmedos en que hubiera abundancia de agua natural, procedente de los manantiales indicados anteriormente.

En tanto se realizaban los estudios, concursos y adjudicación de estas obras, se construyó un depósito regulador de 5 000 m.³ de capacidad, en Cabrerizas, enlazado con los depósitos existentes y con la red general de distribución. Se construyeron también unos depósitos y una estación de bombeo en el puerto, que permitirá impulsar a los depósitos reguladores el agua traída desde Algeciras en barcos cisternas de la Marina española, en las épocas de estiaje.

En estas circunstancias se comenzaron las gestiones para la realización del concurso y la construcción de la planta que hoy es ya una realidad.

La planta.

Es una planta dual capaz de producir 4 000 m.³ de agua dulce al día, con 4 300 kilovatios de potencia instalada, pudiendo entregar a la red de Ceuta 2 400 kW. sin disminuir la producción de agua dulce.

La instalación es doble en todas sus partes, es decir, consta de dos calderas, dos turboalternadores y dos evaporadores. Si bien este tipo de instalación resulta inicialmente más cara, tiene gran flexibilidad, gracias a lo cual, se ha venido funcionando ininterrumpidamente hasta el presente en un prolongado período de pruebas.

El vapor es producido en dos calderas acuotubulares de media presión, fabricadas en España, capaces para un máxima de 16 toneladas hora, según el proyecto original, de vapor recalentado a 450° C. y presión de 42 atmósferas. Cada una está provista de dos quemadores de fuel-oil. Efectuadas *a posteriori* ciertas variaciones, como la adaptación de tiro forzado, se ha llegado a una producción máxima de 19 toneladas hora.

Las turbinas son de contrapresión, cada una con potencia máxima de 2 150 kilovatios y velocidad de 10 000 r.p.m. La presión del vapor a la entrada es de 35 kilogramos/cm.² y su temperatura de 435° C.; la contrapresión es de 1,5 atmósferas absolutas. Su consumo máximo de vapor es de 15 toneladas/hora.

Entre las turbinas y generadores existen engranajes que reducen la velocidad de éstos a 1 500 r.p.m. Su potencia nominal es de 2 800 kW. y la tensión de 6 000 V.

La instalación de potabilización está constituida por dos evaporadores tipo flash de 2 000 m.³/día cada uno. Constan de veinticuatro etapas, cuatro de circulación directa y veinte de recirculación.

La temperatura en la etapa primera es de 87,6° C. y la presión absoluta de 0,651 atmósferas. En la etapa 24 la temperatura es de 34,8° C. y la presión de 0,056 atmósferas. La longitud de los tubos que constituyen los haces de cada evaporador es de 240 Km. aproximadamente. El agua de recirculación tiene una concentración doble de la del agua del mar. El constructor garantiza un máximo de 500 ppm. en el agua destilada, y separa la producción de la etapa 24 para agua de alimentación de calderas con un máximo de 10 ppm.

Para calentar el agua de recirculación existe un cambiador de calor para cada

evaporador, alimentado por el vapor de contrapresión del escape de la turbina. El cambiador de calor puede actuar de condensador de la turbina, refrigerado por agua de mar si la planta produce únicamente electricidad.

El vacío necesario en el evaporador es producido por un eyector de aire de chorro de vapor que actúa en tres etapas.

Parte importante de la instalación la constituye la toma de agua de mar. Esta formada por una cámara de decantación y otra propiamente de toma, separadas del mar y entre sí por chapas perforadas. Este sistema se ha comprobado que funciona

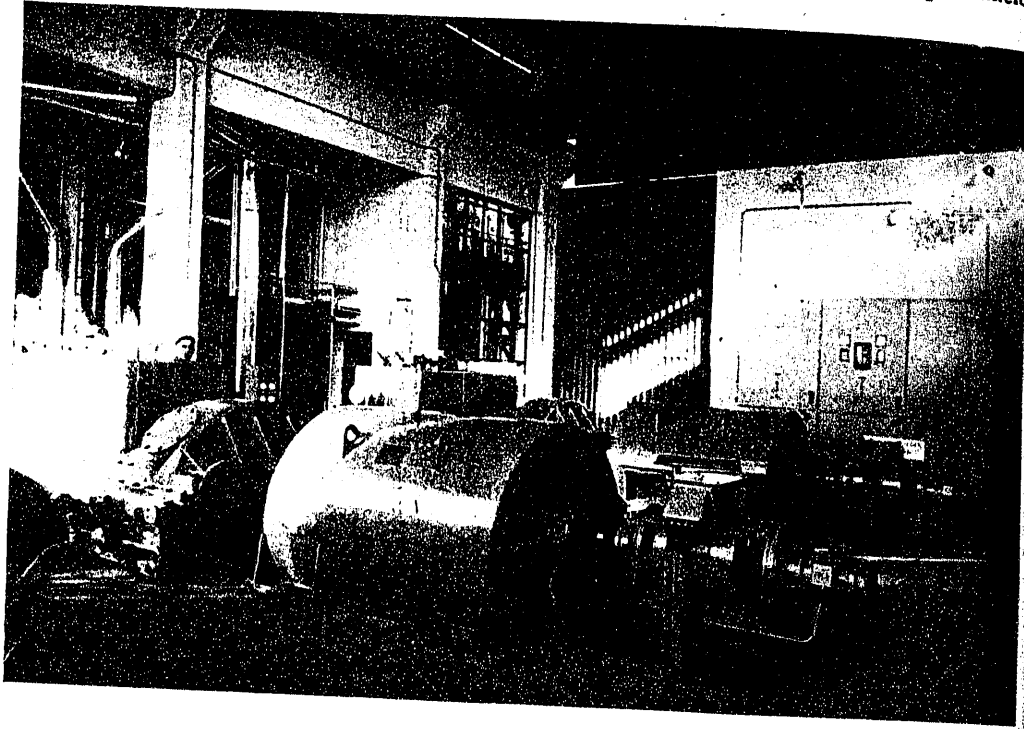


Figura 4.ª

satisfactoriamente durante las épocas de mar en calma, si bien no se ha experimentado en períodos de temporales. Sin embargo, es posible que haya que decidirse por una cloración del agua de mar, ya que han aparecido en diversas partes de la instalación pequeñas algas que dificultan la circulación de la salmuera, obstruyendo en parte los tubos de los evaporadores.

El tratamiento químico empleado para la prevención de incrustaciones es Hagevap aditivo, a base de polifosfatos con una concentración teórica de 4 ppm. Para la limpieza de la instalación se emplea el producto denominado en el mercado H-400 (1).

Se dan a continuación, según los datos del proyecto, los rendimientos y consumos de la planta en las diversas condiciones de trabajo (cuadro 1).

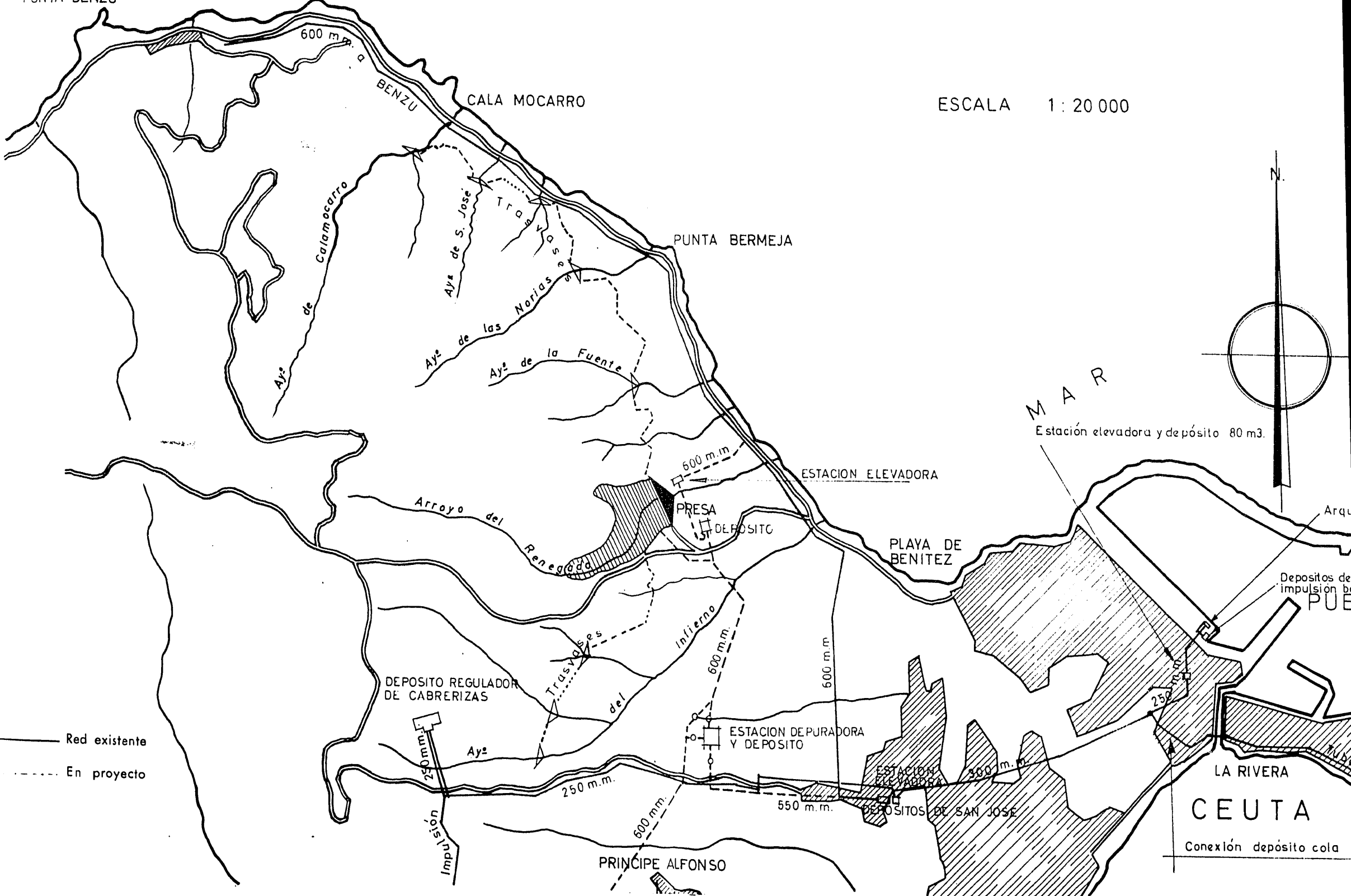
Al considerar únicamente los costes de la energía para producir un m.³ de agua así como los de explotación y mantenimiento y la venta de un 60 por 100 de la energía disponible, el proyectista llega a un coste aproximado del agua de 5 ptas/metro cúbico. En la actualidad este coste es muy superior, del orden de 3 a 4 veces el índice

(1) Haciéndolo circular por las distintas partes de la instalación, siendo necesario completar la limpieza de algunos elementos como, por ejemplo, el recalentador por procedimientos mecánicos.

PUNTA BENZU

PUNTA BLANCA

ESCALA 1:20 000



CALA MOCARRO

PUNTA BERMEJA

M A R

Estación elevadora y depósito 80 m3.

ESTACION ELEVADORA

PRESA
DEPOSITO

PLAYA DE BENITEZ

Depositos de impulsión

DEPOSITO REGULADOR DE CABRERIZAS

ESTACION DE PURADORA Y DEPOSITO

ESTACION DE PURADORA

DEPOSITOS DE SAN JOSE

LA RIVERA

CEUTA

Conexión depósito cola

Red existente

En proyecto

PRINCIPE ALFONSO

600 m.m.

600 m.m.

600 m.m.

600 m.m.

250 m.m.

600 m.m.

550 m.m.

500 m.m.

250 m.m.

Ay: de Calamocarro

Ay: de S. Jose

Ay: de las Norias

Ay: de la Fuente

Arroyo del Renegado

Trasvases del Infierno

Ay:

Impulsión

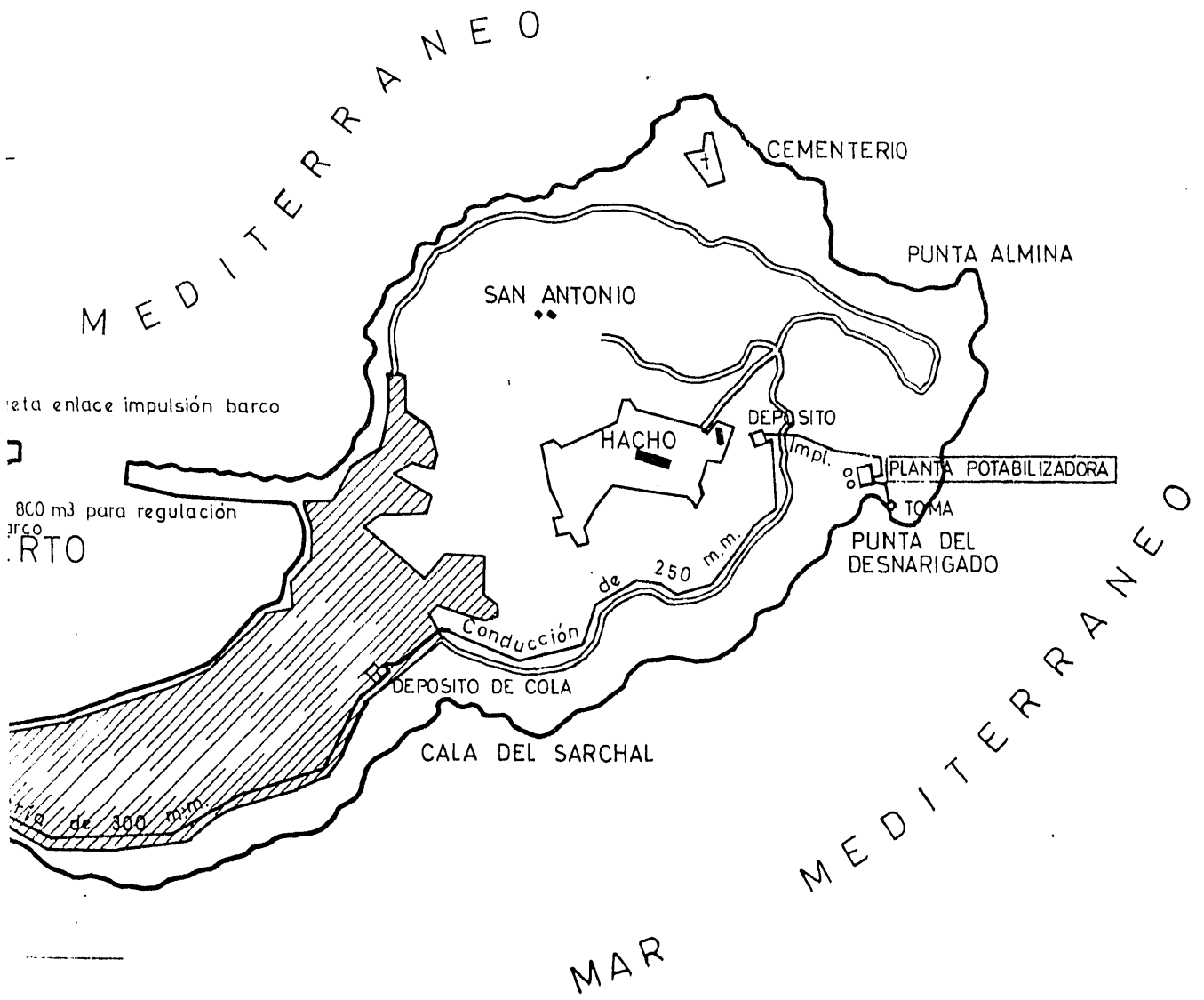
N.

Arque

PUE

TUBO

ESQUEMA DEL ABASTECIMIENTO DE CEUTA



CUADRO I. — Datos de rendimiento y consumo.

Suministro de corriente a la red de 15 kV. — kW	Agua producida m. ³ /24 h.	Consumo de fuel-oil Kg./h.	Consumo de corriente tomada de la red de 15 kV. — kW
2 230	4 000	2 040	—
1 115	2 000	1 020	—
3 760	—	2 540	—
3 030	4 000	2 540	—
—	4 000	1 850	—
—	4 000	1 780	1 270
3 500	2 000	2 540	—

Los valores de consumo se indican en el diagrama de la figura 1.^a.

cado, pero no podría calcularse con mayor precisión hasta que la planta se halle puesta a punto y en régimen normal de funcionamiento.

La firma que ha proyectado y construido la planta ha tenido algunas dificultades con los materiales empleados y la puesta a punto de la instalación en el plazo previsto (noviembre 1965). Esto, unido a la escasez de agua porque pasa la ciudad de Ceuta en su largo estiaje, hacen que la entrega provisional de la planta a la Administración se haya retrasado hasta el próximo otoño, en que se podrá sin duda verificar la buena marcha de todos los elementos de la instalación, la producción y los rendimientos que antes se ha indicado.