

## Salinas marinas

### Salinas marinas artificiales: Minas a cielo abierto

---

#### Qué son?

El concepto de *salinas artificiales* implica la adaptación de un medio litoral para una actividad industrial extractiva; por lo tanto, implica la creación de circuitos de agua con gradientes hidráulicos y de salinidad causados por restricción.

En este tipo de salinas, los mecanismos de precipitación del sedimento son naturales, pero el hombre fuerza un determinado esquema de circulación de las aguas con el fin de facilitar su rápida concentración y el fraccionamiento de sus diferentes sales en las balsas (*calentadores* o *concentradores*), hasta la precipitación del cloruro sódico o sal (*cristalizadores*).

El requisito principal para el funcionamiento de una salina, además de la restricción, es el climático; es decir, que el balance hídrico sea lo suficientemente deficitario como para hacer rentable la explotación.

Las instalaciones de evaporación del tipo salina artificial permiten la extracción de sal marina en diversos países de la costa mediterránea (entre 30° y 40° N, aproximadamente). La mayoría de dichas salinas tienen antecedentes muy antiguos, que se han perdido o transformado radicalmente en los últimos cincuenta años. En la Península Ibérica existen muchas salinas marítimas artificiales, entre las cuales podemos citar las existentes en el Delta del Ebro, Santa Pola (Salinas de Bonmatí, Foto A; Salinas de Bras del Port), Mar Menor y Almería.



Foto A: Visió aèria de les salines marítimes artificials de Bonmatí (Santa Pola, Alacant).

Un subgrupo que conviene citar es el de las salinas artificiales abandonadas, de las que se conservan restos de sus instalaciones en diferentes grados de deterioro. Varios ejemplos de este grupo se encuentran en el aeropuerto de Alicante (salinas de Elche); en Guardias Viejas, al sur de El Ejido (Almería); en Sagunto (Valencia); en Águilas, ... Un hecho común en estas instalaciones es que, en la actualidad, se encuentran desecadas o presentan zonas de encharcamiento que pueden ocasionar problemas sanitarios a las poblaciones circundantes, especialmente durante el verano. Su estudio es de interés para conocer la evolución de estos sistemas cuando la actividad extractiva ha sido abandonada.

## La situación de las salinas i la adaptación del terreno

Los medios antiguos sobre los que se implantan estas instalaciones extractivas son diversos:

1. Zonas de marismas salobres, separadas del mar abierto por los actuales cordones litorales de dunas de arena, como son las Salinas de Roquetas y del Cabo de Gata (Almería) o las Salinas de Santa Pola (Alicante; Foto A).
2. Medios deltaicos, como es el caso de la Salinas de la Trinidad (Delta del Ebro) o las Salinas de La Camargue (sur de Francia).

3. Golfos, bahías y lagos marítimos costeros, encontrándose en este grupo las Salinas de San Pedro del Pinatar y del Cabo de Palos (Murcia).

Todas estas salinas marítimas han sido creadas artificialmente mediante la previa adaptación del terreno. Los trabajos de adecuación consisten en la construcción de amplias balsas, separadas por pequeños muros (motas). Dichas balsas deben de garantizar la no contaminación de las aguas subterráneas dulces que puedan existir bajo las mismas, de modo que se toman las siguientes precauciones con el fin de aislar ambos sistemas hidrológicos:

1. Los fondos de estas balsas se encontraran elevadas sobre el nivel freático regional.
2. Los fondos y las paredes de las balsas deberán ser impermeables.
3. Se creará un sistema de canales de desagüe (o protección) que drene las aguas continentales respecto a las salmueras.

## Los circuitos de las aguas

Una salina se basa en la creación de un gradiente de salinidad; este gradiente sólo se consigue, en el caso de las salinas artificiales, con la creación de un circuito de balsas a través de las cuales el agua marina pueda circular. Durante esta circulación, el agua aumenta progresivamente su concentración (por efecto de la evaporación), a la vez que se produce la precipitación de las sales en solución, dando lugar a los sedimentos del fondo de las balsas. La precipitación fraccionada de los diferentes compuestos en solución también va acompañada de la zonación biológica en los diversos subambientes. La Fig. 1 esquematiza los mencionados aspectos, e indica la salinidad asociada a cada dominio sedimentario del circuito, así como los dominios biológicos.

El circuito de una salina consta, de menor a mayor salinidad, de los siguientes tipos de balsas (Fig. 1):

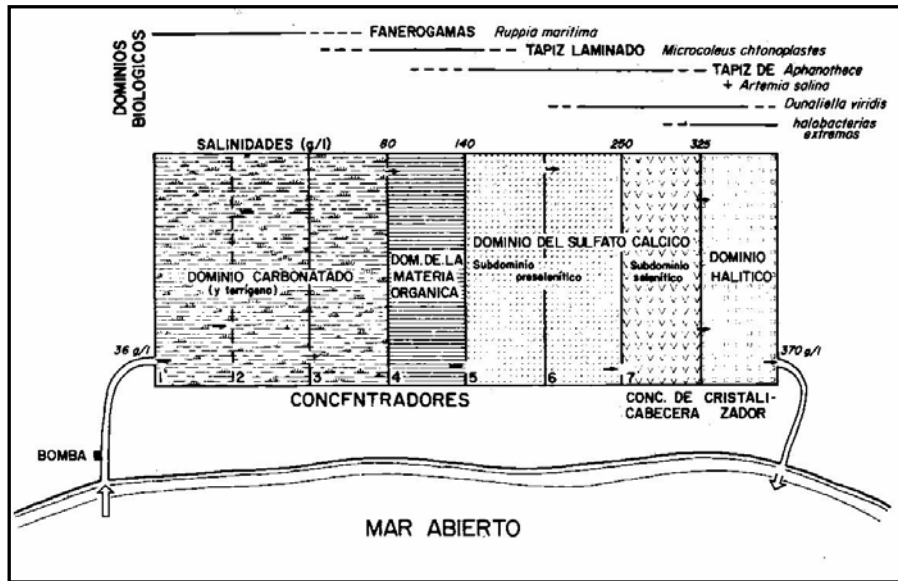


Fig. 1: Esquema representativo general de un circuito de una salina marítima artificial, con indicación de la salinidad (en g/l), y los dominios sedimentarios y biológicos (Ortí, Pueyo y Truc, 1984).

1. *Preconcentradores* o *depósitos*: Corresponden a las balsas iniciales; ocupan una gran extensión y en ellas se vierte el agua de mar. La salinidad llega, en ellos, a duplicar la del mar.
2. *Concentradores* o *calentadores*: Abarcan la mayor complejidad del sistema de la salina, desde los preconcentradores, hasta la balsa inmediatamente anterior al concentrador de cabecera.
3. *Concentrador* o *calentador final*: También se conoce como *de cabecera* o *de servicio*, y se sitúa inmediatamente antes de los cristalizadores, a los que alimenta de salmuera.
4. *Cristalizadores*: Se sitúan al final del circuito, y corresponden a las balsas de precipitación de la halita.

La circulación de las aguas en los circuitos se asegura, por lo general, bombeando y elevando el agua marina y forzándola a seguir el recorrido previsto. La sucesión de balsas debería de tener, en condiciones ideales, niveles topográficos progresivamente más bajos para asegurar que la circulación se verifique de modo natural. Cuando dicho desnivel no existe es necesario bombear la salmuera a zonas más elevadas, ganando altura, para

llegar finalmente a los cristalizadores. La rapidez de la circulación de las aguas dependerá, además del desnivel, de las condiciones climáticas, siendo más rápida cuanto mayor sea la evaporación y antes se alcancen las salinidades correspondientes a cada parte del circuito.

La morfología de los circuitos es muy variable, dependiendo de la propia historia de cada salina en concreto. Así, en las salinas más modernas ha sido posible diseñar circuitos simples y únicos, compuestos por una larga sucesión de balsas de gran extensión. En cambio, es muy común que las salinas artificiales que han aprovechado instalaciones antiguas, presenten varios circuitos de trazado complejo, que pueden discurrir en paralelo o entrecruzarse, bifurcarse o fusionarse.

Es frecuente que se produzcan cambios en el trazado de los circuitos a lo largo de la historia de la salina, así como modificaciones en el uso al que se destina cada balsa.

## El mantenimiento de las instalaciones

Las balsas de los circuitos requieren ciertas operaciones de mantenimiento, encaminadas a no perder profundidad de agua. Dichas operaciones consisten en la reconstrucción de paredes, o diques limitantes entre balsas, y en la limpieza de los fondos de las mismas.

La limpieza de fondos consiste en una extracción parcial o total del sedimento depositado. Esta operación es tan costosa que muchos concentradores nunca se limpian, y otros sólo lo han sido en contadas ocasiones. Cuando parte de un circuito entra en desuso, su mantenimiento se omite, de manera que acaba colmatándose de sedimento y desecándose totalmente.

## Sobre el carácter antrópico de este tipo de salinas

De todas las observaciones citadas, la que define mejor el origen de este tipo de salinas es su fuerte *control antrópico*. Este aspecto no solo es puesto de

manifiesto en el presente informe, sino que ha sido mencionado en trabajos previos. A modo de ejemplo, a continuación se incluyen citas de otros autores:

- La salina marina es un «lugar del litoral donde se beneficia la sal por evaporación del agua del mar. La sal se obtiene estancando el agua marina en un conjunto de balsas (estanques o balsas de concentración), donde del agua madre se desprenden las sales menos solubles; a continuación, es traspasada a las balsas saladoras, donde precipita la sal que, después, es levantada y amontonada en las garberas.» (Riba, 1997; p. 1012).
- «*Salinas de evaporación*: Una categoría del tipo subacuático, pero que separamos claramente por su control humano, es la salina de evaporación (*saltworks, salt plants*). En ella los sistemas sedimentológicos son de gran ayuda para comprender mejor los procesos evaporíticos de las formaciones antiguas ... » (Ortí, 1989; p.135).
- «Una salina marítima convencional consta básicamente de un circuito en el que se introduce agua marina por un extremo y en el que se genera, por evaporación y a lo largo del mismo, un gradiente de salinidad creciente.» (Pueyo, 1991, p. 135.)
- «Las *salinas* son zonas húmedas transformadas para mantener el agua marina sometida a un proceso de evaporación que, consecuentemente, comporta la precipitación de sales que se aprovechan comercialmente.» (Història Natural dels Països Catalans, Sistemes Naturals, volumen 14, p. 396).

En resumen, se deduce que la circulación de las salmueras en las salinas se produce por acción antrópica, y no como un sistema hidrológico natural. Por lo tanto, las salinas, en realidad, se pueden considerar como explotaciones mineras a cielo abierto.