

Instalación de un cultivo industrial de centollo

Roger Verdú Peropadre

Ramón Oliver Pujol

Francesc Estrany Coda

Condiciones técnicas para la instalación de una planta industrial para el cultivo del centollo

La acuicultura es una actividad que consiste en la cría de especies acuáticas de interés para el consumo humano, mediante el control de los parámetros ambientales del medio de cultivo y de los propios organismos en cuestión. La práctica de la acuicultura se viene llevando a cabo prácticamente a la vez que la agricultura, la ganadería o la pesca. Existen referencias históricas documentadas, respecto a esta actividad, que se remontan hasta el 475 a. C., en China, fecha correspondiente al primer tratado de piscicultura.

Dentro de la acuicultura, se define la carcinicultura o crustacicultura como el cultivo de crustáceos. En la *tabla 1* se puede comparar, la producción pesquera en relación a la producción en cultivo, para los principales grupos de consumo:

Los principales consumidores de crustáceos son EE.UU., Japón y los países de la Europa occidental, y los principales productores de crustáceos (sobre todo langostino, de cultivo y de pesca) son Ecuador, India, China y los países del sureste asiático. Hasta el momento, en la región mediterránea, el único cultivo de crustáceo que se ha intentado desarrollar es el del langostino, que ha resultado ser un fracaso debido a la gran competencia que ejercen los productos importados. La única referencia que se tiene es la de las cetáceas, esta-

blecimientos para el almacenaje de crustáceos vivos hasta su comercialización, cuando su precio en el mercado sube.

Es muy destacable que la acuicultura, constituye hoy en día una de las posibles soluciones a las necesidades de alimento que requiere el continuo incremento de la población global, sin afectar a la relativa abundancia de los medios marinos de forma sistemática. Cabe indicar que la FAO (*Food and Agriculture Organisation*), advierte que la explotación de los recursos marinos están llegando al límite de su capacidad de recuperación, debido a que la incidencia de la pesca afecta unas pocas especies, de interés comercial, la desaparición de las cuales ocasionaría daños ecológicos irreversibles. Esta situación se está comenzando a producir, pues se da que a nivel global unas modernizadas y numerosas flotas pesqueras consiguen unos volúmenes de pesca inferiores a los de décadas atrás, empleando mayores recursos. La situación de sobreexplotación y contaminación del medio marino se acentúa en los países productores acuícolas (*figura 1*).

Elección del sistema de cultivo

De acuerdo con las necesidades actuales de acuicultura, el criterio de selección del

sistema de cultivo, se efectuará en base a razones medio ambientales y de sostenibilidad.

Desde el punto de vista de las fases de cultivo, se ha elegido la producción integral, que se efectúa desde la eclosión del embrión hasta el individuo adulto, y conlleva las instalaciones propias de una: *Hatchery*, *nursery* y engorde de juveniles, no afecta a la población en libertad y únicamente se requieren unos pocos adultos reproductores al año.

Desde el punto de vista de la ubicación se ha elegido el cultivo terrestre, que tiene las ventajas de que facilita el control de enfermedades, depredación y robos, así como de los parámetros del cultivo. Permite implantar unos sistemas de tratamiento de aguas y suele trabajar con recirculación, lo que es positivo para el cultivo y el medio marino, ahorrando energía. Permite también la producción intensiva (alta productividad). Tiene los inconvenientes de sufrir una elevada presión urbanística (en el litoral mediterráneo) y representar grandes costes de instalación y de producción, y elevado precio del terreno.

Se aplicará el cultivo intensivo, que tiene una mayor densidad de cultivo y tasa de crecimiento, utilizando mayores consumos de oxígeno, mayor demanda



de alimento mayores concentraciones de biocidas de la excreción. Requiere equipamiento de alto nivel tecnológico y personal cualificado.

En resumen, se trata de una planta industrial con instalación terrestre, que trabaja con cultivo integral e intensivo de centollo, y sistema cíclico cerrado.

Especie de cultivo escogida: centollo

Las únicas especies de crustáceos que se han provado de cultivar en la zona mediterránea, son el langostino autóctono (*penaeus keraturus*) y el langostino japonés (*penaeus japonicus*). En ambos casos resulto ser un fracaso, debido a la gran competencia que ejercen los langostinos importados. Quizás a medio o largo plazo sea rentable, básicamente cuando los caladeros de origen, Asia y Ecuador, estén agotados debido a la sobreexplotación y degradación del medio marino.

Para el cultivo se ha elegido una especie autóctona, pues el cultivo de especies no autóctonas representa un serio peligro ecológico en caso de fuga, requieren menor consumo energético para el acondicionamiento de los parámetros ambientales del cultivo, y suelen estar en las preferencias del consumidor. Actualmente investigaciones realizadas por científicos

del CSIC, del Instituto de Ciencias del Mar en Barcelona (ICM), apuntan al centollo como una posible especie de cultivo industrial, dado que presenta una elevada supervivencia a lo largo de las etapas de cultivo, y no existe competencia actual. Esto ha conducido a que sea el centollo la especie elegida

La denominación científica del centollo es *Maja squinado* (dada por Herbst, en 1788). Pertenece a la clase de los malacostáceos (crustáceos), y al orden de los decápodos. Suborden: braquiuros. Familia: mállidos. Más adelante (*figura 3*) se muestra una fotografía (*figura 2*) de un ejemplar, con el detalle de su morfología exterior. Su tamaño comercial es de 120 mm (longitud del caparazón, CL). Es omnívoro, y habita en el Mediterráneo y el Atlántico norte, en los fondos arenosos, a 20-50 metros de profundidad.

Datos biológicos experimentales

Se muestra los resultados del tratamiento estadístico de las datos de crecimiento de una población experimental de centollos, obtenidos durante los años 2000-2001 en el IEO (Instituto Oceanográfico de Vigo).

La curva de crecimiento, junto con la relación longitud de caparazón / peso se utilizan a la hora de establecer el modelo de

producción, la duración del engorde y para estimar el precio del producto al final del engorde. Los datos disponibles, correspondientes a las tasas de supervivencia en la etapa de engorde, alcanzan hasta los 13 meses de cultivo del centollo.

Según la curva de crecimiento, el tiempo que se tarda en alcanzar el tamaño comercial (CL = 120 mm), bajo las condiciones de cultivo es de 369 días. Utilizando los datos de relación longitud-peso, se calcula que el peso de un centollo de 369 días, con un tamaño de 120 mm (CL), es de 532,47 g.

Estudio del mercado

Las capturas de este crustáceo en nuestro país son relativamente escasas, por ello se importa de países como Francia o Marruecos. Según los datos de comercialización del centollo del año 2001, se puede establecer que el momento óptimo para la comercialización es en diciembre, momento en el que los precios son un [25-30] % superiores al resto del año. Estas fechas coinciden con los 18 meses de vida de lo que podría ser una primera puesta, alcanzando los individuos 1 kg de peso. El inconveniente es que sólo se dispone de datos correspondientes a la supervivencia hasta los 13 meses de vida, por lo que debido a cuestiones de ocupación de espa-

RESUMEN

La acuicultura constituye actualmente una actividad productiva clave para cubrir necesidades de consumo humano. En este trabajo se expone el proyecto de una planta para el cultivo del centollo. Por cuestiones de competencia, de sostenibilidad y de ahorro energético, se ha definido una planta terrestre que albergará un cultivo intensivo e integral. El cultivo se comporta como un sistema cíclico cerrado, si se considera la circulación de agua marina, ya que se la hace recircular desde la salida de los tanques de cultivo para retornarla a estos, una vez ha sido tratada. Se ha diseñado, dimensionado, calculado y presupuestado las instalaciones de tratamiento del agua del mar y el sistema de canalización y distribución del agua de mar, que se ha diseñado, en el máximo número posible de casos, para poder distribuir el agua de mar por gravedad. Para establecer la producción anual se ha elaborado un estudio de mercado basado en la comercialización de centollo en la región metropolitana de Barcelona, quedando fijada una producción de 100 toneladas de centollo anuales. Con la producción fijada, se han establecido los volúmenes de centollo a través de las etapas de cultivo en el modelo de producción. Esta información se ha utilizado para generar los espacios reales que constituyen las distintas salas de cultivo en la distribución en planta.

cio, expuestos en la planificación de la producción, será más rentable cultivar hasta el tamaño comercial mínimo.

En el diagrama de la planificación de la producción (figura 5), se puede observar el momento de la venta de la producción de cada puesta, correspondiente a los meses de abril, junio, julio y agosto.

Ciclo vital y proceso de producción

El centollo, a lo largo de su crecimiento pasa por diferentes fases vitales, en cada una de las cuales requiere de diferentes valores en lo que a parámetros de cultivo se refiere. Es por ello que las fases del ciclo vital constituyen las diferentes etapas del proceso de producción, ubi-

ESPECIE/GRUPO	PRODUCCIÓN PESQUERA 1990 (TM)	PRODUCCIÓN EN CULTIVO 1990 (TM)
Langostino y gamba	2028236 - 2484005	511454 - 663000 *
Camarón	48477	10000 - 19387
Cangrejo agua dulce	52801 - 100000	32263 *
Bogavante y afines	64509	0 *
Langosta y afines	78633	49
Cangrejo marino	1048697	3277 - 7000 *
Otras especies	80644	0
Artemia	4000	350

Tabla 1. Relación entre producción pesquera y de cultivo de las principales especies.

(*) no tiene en cuenta el rendimiento de los programas de repoblación.

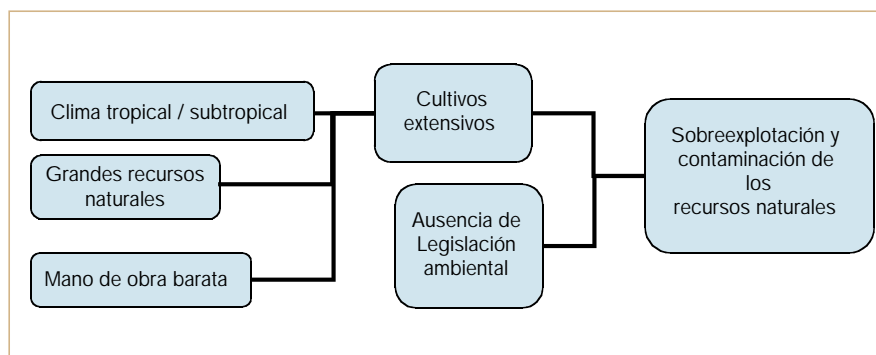


Figura 1. Esquema de la confluencia de factores negativos en los países productores acuícola.

cándose en cada una de éstas a los centollos en espacios distintos.

En la página siguiente (figura 4) aparece esquematizado el ciclo vital del centollo, que se puede resumir de la siguiente forma:

- Adulto reproductor (desarrollo embrionario de 40 días).

- Eclosión y aparición de la primera fase larval, la zoea. Nadadora.

- A los 10 días de vida se produce el paso a la segunda fase larval, la megalopa: [10-16] días de vida, megalopa nadadora.

- [16-18] días de vida, asentamiento de las megalopas.

- [20-50] días de vida, megalopa asentada. Muy frágil.

- A partir de los 50 días ya se considera centollo inmaduro, hasta llegar al tamaño comercial.

A continuación se definen las diferentes etapas del proceso de producción:

1. Recepción de reproductores:

- Inicio: principios de marzo.

- Duración: 3 días.

- Actividad: observación y desparasitación.

- Ubicación: Tanques de reproductores.

2. Etapa de reproducción:

- Ciclo vital:

- Período de reproducción (febrero-octubre).

- Desarrollo embrionario.

- Duración: 44 días.

- Desarrollo embrionario: 40 días.

- Período entre la eclosión y la siguiente puesta: 4 días.

- Hembras reproductoras:

- 150.000 huevos / puesta.

- 3-5 puestas por año.

- El marzo el 80 % están ovadas.

- Ubicación:

- Tanques reproductores: de la eclosión hasta el estado embrionario III.

- Tanques de eclosión: del estado embrionario III hasta la eclosión.

- Supervivencia: 75 % (para reproductores).

3. Etapa de cultivo larval:

- Ciclo vital: desarrollo larval.

- Duración: 50 días.

- Ubicación:

- Tanques del cultivo larval: (0-16) días de vida.

- Tanques de engorde: (16-50) días de vida.

- Densidad inicial: 15 zoeas / l.

- Supervivencia acumulada: 0.4% (8% y 5%).

4. Etapa de engorde:

- Ciclo vital: maduración del centollo juvenil.

- Duración: 276 días.



Figura 2. Centollo [1) cavidad bucal; 2) pinzas; 3) apéndices ambulatorios; A) cefalotórax].

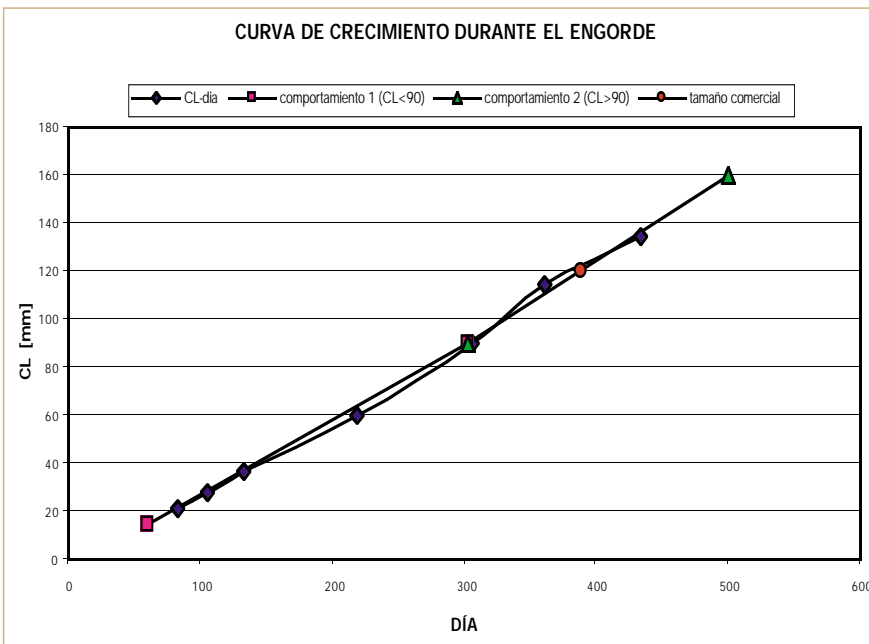


Figura 3. Curva de crecimiento durante el engorde del centollo.

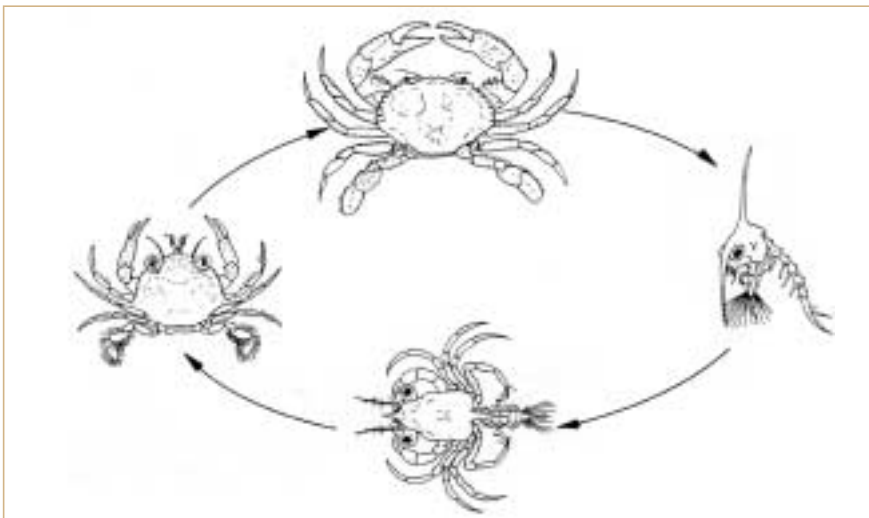


Figura 4. Ciclo vital de los braquiuros.

- Ubicación: Tanques de engorde.
- Densidad inicial: 0.1 centollos / l.
- Supervivencia: 65%.

Planificación de la producción

Con la planificación de la producción se pretende relacionar las diferentes etapas del proceso productivo entre sí a través del tiempo. Así queda esquematizado en el diagrama de planificación de la producción (figura 5).

El diagrama permite visualizar algunos hechos, como son la simultaneidad de ocupación de los tanques del larval y los tiempos de ocupación de las instalaciones en cada etapa.

Esta información es de gran importancia para resolver cuestiones como el espacio necesario que requieren los tanques de una determinada etapa de cultivo, o número de módulos. En la etapa larval, esto se soluciona trasladando prematuramente las larvas, antes que la megalopa se siente, a los tanques de engorde.

La planificación también permite establecer los períodos de mantenimiento y limpieza de instalaciones.

Modelo de producción

Se ha establecido un valor para la producción anual de 100 Tm, que se estima que puede ser absorbida por el mercado local. Partiendo de este valor, se calcula el modelo de producción, aplicando regresivamente a través de las etapas las tasas de supervivencia:

Producción anual deseada = 100.000 kg.

Al finalizar el engorde: Carga = 24.3 kg / m².

Centollos producidos anualmente = 187.970.

Centollos producidos por puesta = 46.993.

Centollos de 50 días, final del larval por puesta = 72.297.

Megalopas a los 20 días de cultivo larval por puesta = 1.445.940.

Zoeas por puesta = 18.074.250.

Hembras reproductoras necesarias = 121.

Se partirá de 150 centollos hembra y 50 centollos macho.

Superficies y volúmenes de ocupación

Para el cálculo del espacio que se requiere, para albergar las diferentes etapas de cultivo, se necesitan una serie de datos como:

- Producción a través de las etapas.
- Densidades de cultivo.
- Altura de agua en los tanques.

S_{EP} = superficie de ocupación de los tanques de engorde por puesta, [m²/puesta]

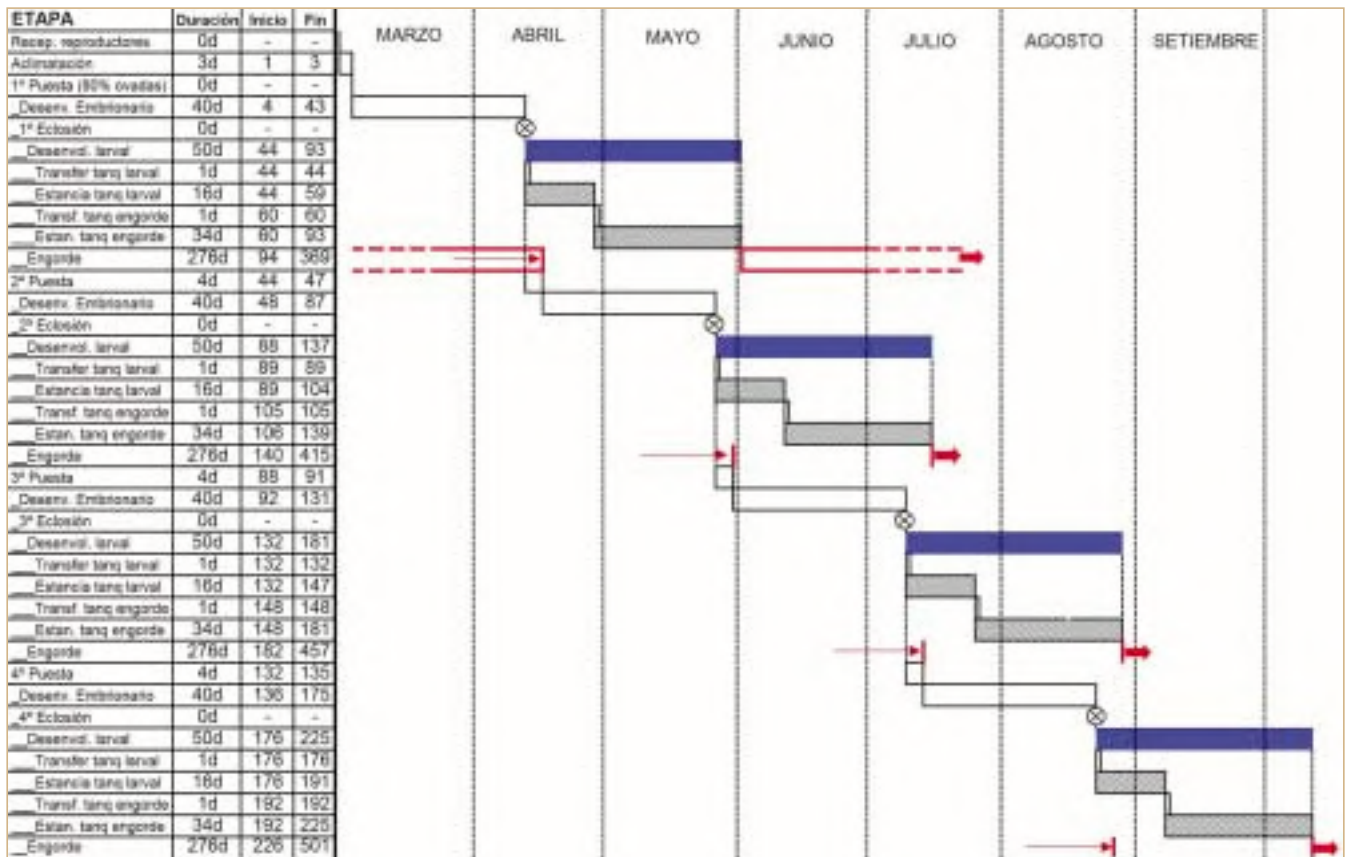


Figura 5. Diagrama de planificación de la producción.

V_{LP} = volumen de ocupación de los tanques del cultivo larval por puesta, [m^3 /puesta]

D_{L-i} = densidad inicial del cultivo larval, [n° zoeas/l]

$$S_{EP} = P \times \frac{1}{CARGA} \times \frac{1}{4} = 100000 kg \times$$

$$\times \frac{1}{4 \times 24,215 kg/m^2} = 1033 m^2 / puesta$$

$$V_{LP} = Z_p \times \frac{1}{D_{L-i}} =$$

$$= \frac{18074250 zoeas / puesta}{15 zoeas / l} =$$

$$= 1204950 l / puesta = 1205 m^3 / puesta$$

Necesidades de alimento vivo

Durante la etapa de cultivo larval se ha de suministrar a diario:

- zooplancton, (artemia salina): 1,5 nauplios/ml o $1,5 \times 10^6$ nauplios/ m^3 al día como máximo.

- Fitoplancton, (chlorella sp.): 6×10^{10} células/ m^3 al día como máximo.

El volumen de cultivo larval máximo corresponde a $= 1033 m^3 + 1205 m^3 = 1905 m^3$.

Para dichas necesidades de alimento, teniendo en cuenta los requerimientos de cultivo de estas especies, el volumen de ocupación de los cultivos de algas y artemia será de:

- 1,38 m^3 de cultivo de artemia a renovar a diario.

- 19,2 m^3 / día, un módulo de los 9 necesarios, por motivos de cultivo.

Distribución en planta

Para generar los espacios que albergarán los tanques de cada cultivo, se ha de fijar el número y las dimensiones de los tanques, como se distribuyen, dimensiones de los pasadizos, etc. Debido a los períodos de funcionamiento de los distintos cultivos y la distribución, recirculación y tratamiento del agua marina, la planta industrial se divide en cuatro zonas o áreas:

1. Zona A:

- Engorde, 4 módulos. Cada módulo cuenta con 36 tanques de 20 m^3

- Total 144 tanques de 20 m^3 .

- Sala de máquinas 2.

2. Zona B:

- Cultivo larval: 240 tanques de 5 m^3 .

- Sala de reproducción:

- 126 tanques de eclosión de 225 l.

- 25 tanques de reproductores de 800 l.

- Cultivo de algas, 10 módulos. Cada módulo cuenta con 10 tanques de 20 m^3 .

- Total 100 tanques de 20 m^3 .

- Cultivo de artemia: 20 tanques de 75 l.

- Sala de máquinas 3.

3. Área de servicios:

- Laboratorios 1 y 2.

- Almacén.

- Nave de carga y descarga de mercancías.

4. Captación:

- Sala de máquinas 1.

- Depósitos exteriores de agua marina.

Las salas de máquinas son los espacios donde se ubica la maquinaria e instrumental involucrado en el tratamiento y distribución del agua marina. La 2 y 3, también contienen los depósitos internos de agua marina, imprescindibles para lograr diseñar un sistema de distribución por gravedad. Estas salas, se han de concebir de tal modo que el ruido y las vibraciones queden aislados dentro.

- Sala de máquinas 1: captación. Funcionamiento discontinuo a lo largo del año.

- Sala de máquinas 2: recirculación zona A. Funcionamiento continuo todo el año.

- Sala de máquinas 3: recirculación zona B. Funcionamiento continuo durante un cierto período del año.

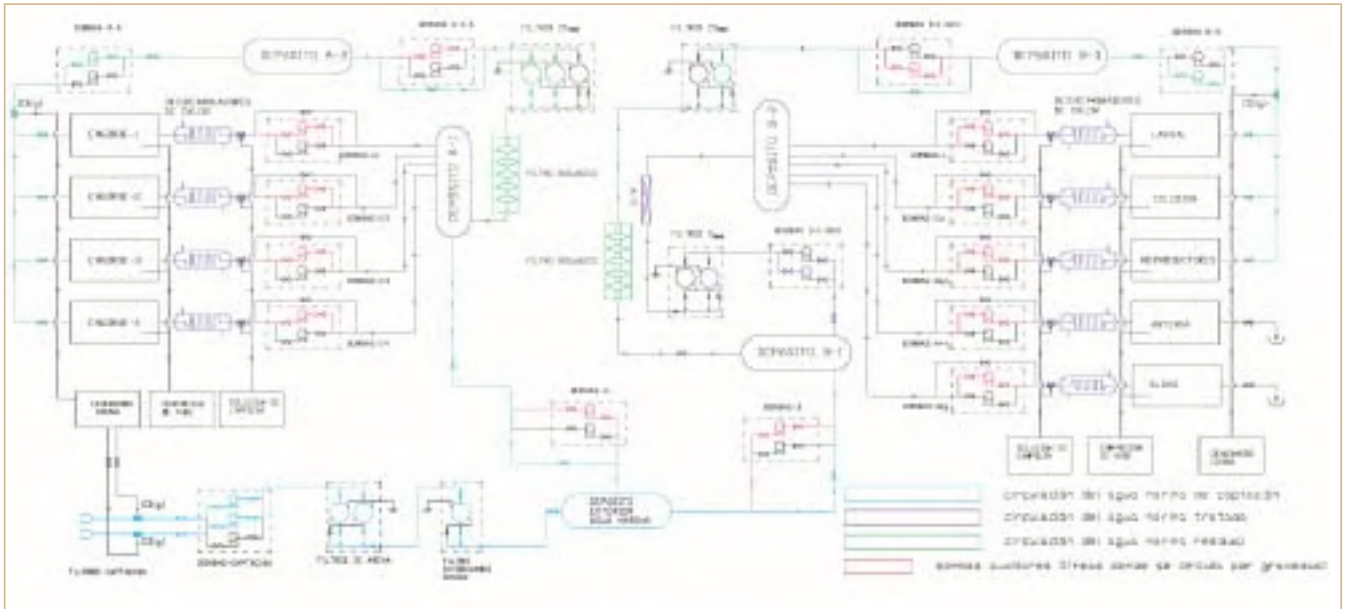


Figura 6. Sistema de recirculación de agua marina.

Tratamiento y distribución del agua de mar

El movimiento del agua marina dentro de la instalación, así como las actuaciones que le son aplicadas, quedan reflejados en la *figura 6*.

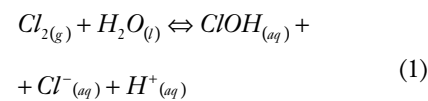
Se puede resumir el ciclo de circulación de la siguiente forma:

1. Captación en el mar:
 - Filtro de captación (eliminación de macropartículas).
 - Desinfección química con ozono (introducido con venturi de aspiración).
 - Filtración 80_μm (arena).
 - Eliminación de metales pesados (filtro de resinas de intercambio iónico).
 - Almacenamiento depósitos exteriores.
2. Entrada al circuito de recirculación:
 - a. Almacenamiento depósitos internos de entrada.
 - b. Filtración 5_μm (únicamente zona B).
 - c. Esterilización con ultravioletas (únicamente zona B).
 - d. Almacenamiento depósitos internos (únicamente zona B).
 - e. Calefacción individual del agua de cada línea.
 - f. Abastecimiento de los tanques de cultivo.
 - g. Aireación en los tanques (aire comprimido).
3. Retorno de recirculación:
 - a. Desinfección química con ozono.
 - b. Filtración 25_μm.
 - c. Eliminación del amoníaco (filtro biológico).
 - d. Almacenamiento depósitos internos de entrada.

En general, para el sistema de tratamiento y distribución, se han de cumplir los siguientes requisitos:

- Replicas auxiliares de los elementos de tratamiento de agua para los circuitos de recirculación A y B. Para la captación no es necesario.
- Necesidad de líneas de distribución independientes, para el abastecimiento de los tanques. Mejora el control de cabales y de parámetros ambientales del agua.

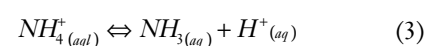
A pesar de que uno de los sistemas de desinfección de agua más utilizado es la cloración, en el caso de un sistema de recirculación cerrado se desaconseja totalmente su uso, ya que se dan las siguientes reacciones:



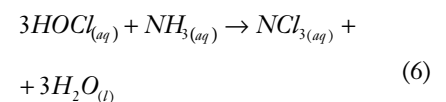
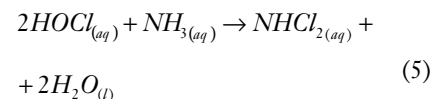
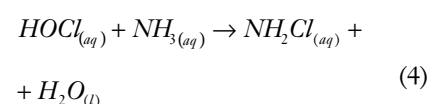
$\text{HOCl}_{(aq)} \rightleftharpoons \text{ClO}^{-}_{(aq)} + \text{H}^{+}_{(aq)}$, el agua marina es ligeramente básica, de un pH [7,8-8,3]. (2)

Para estos valores de pH el porcentaje relativo de ácido hipocloroso alcanza el 20%.

A su vez, desplaza el equilibrio favoreciendo la presencia de amoníaco:



Formándose los cloruros nitrogenados o cloraminas:



Las cloraminas forman parte del cloro residual combinado, difícil de eliminar incluso dechlorando, que se va acumulando en el sistema de recirculación hasta llegar a niveles de toxicidad letal, llegando a matar el cultivo.

Como sistema de desinfección se ha elegido el ozono, aunque es caro, por los siguientes motivos:

- Desinfección a nivel de esterilización.
- Reducidos tiempos de contacto y dosificación (0,56mg O₃/l, 5–10 minutos).
- Oxida ciertos metales a sales insolubles.
- No reacciona con el amoníaco, pero sí que oxida los nitritos a nitratos.
- Se elimina fácilmente por su propia descomposición a oxígeno molecular.

Dimensionado del sistema de tratamiento de aguas

Los distintos equipos que conforman el sistema de tratamiento de agua marina, han sido dimensionados considerando los valores límites que se pueden dar, a la hora de adecuar los parámetros ambientales de cultivo. De este modo se han seguido en cada caso los siguientes pasos:

1. Caudales máximos:

Para su cálculo se han tenido en cuenta:

- Los valores máximos de renovación de agua en los tanques de cultivo, obtenidos a lo largo de las investigaciones realizadas, ejemplos de cetáceas y otros.

- El número y dimensiones de los tanques de cultivo.

Se ha obtenido el caudal máximo, total y por tanque, para las distintas líneas, el caudal máximo para las zonas A y B y el caudal máximo en la captación.

2. Intercambiadores de calor:

Para el cálculo de las necesidades máximas de calor a transferir se supone:

- La t^a media mensual del mar más baja, durante el funcionamiento de cada cultivo.

- La temperatura deseada para el cultivo: valor superior del margen de t^a de los parámetros ambientales de los cultivos.

- Caudales máximos.

Cálculo de las pérdidas por fricción, para intercambiadores de placas.

3. Filtros:

Cálculo de las baterías de filtros, en base a los caudales máximos y la capacidad del modelo de filtro.

Cálculo de las pérdidas de carga (en caso de no ser dadas):

- Filtro de arena (aplicación de la fórmula genérica de Hulbert y Feben).

- Filtro de intercambio iónico (aplicación de la fórmula para columnas de relleno de Chilton-Colburn).

4. Generadores de ozono:

Cálculo de los requerimientos de ozono, en cada punto de aplicación, en base a:

- Caudal máximo de agua marina, en dicho punto.

- Concentración para la desinfección en acuicultura: 0.56 mg O₃ / l.

En las *tablas 2 y 3* se reflejan los resultados obtenidos para el dimensionado del sistema de tratamiento de agua marina.

Cálculo de la red de distribución y bombeo de agua marina

La red de tuberías se ha diseñado para lograr minimizar el consumo energético durante el suministro de agua, en el margen de lo posible, ya que también se han tenido en cuenta las limitaciones que implica una instalación de recirculación:

El cálculo de los distintos tramos requiere los siguientes pasos:

- Descripción de la línea-tramo.
- Cálculo de la longitud geométrica y equivalente del tramo.
- Cálculo del diámetro interior de la tubería:

Cultivo/Área	Q _{max} [l/s.]	$\left(\frac{q}{\vartheta}\right)_{\max}$ [KW]	h _{f(intercambiador)} [m c.d.a.]	W _{ozono} [g/h]
Engorde (1 módulo)	16.7	788	1.92	–
Larval	14	540	1.2	–
Eclósión	0.66	26	1	–
Reproducción	0.58	26	1	–
Artemia	0.42	17	0.5	–
Algas	0.47	28	1	–
Zona A	66.8	–	–	135
Zona B	16.2/15.3 *	–	–	31
Captación	83	–	–	168

Tabla 2. Parámetros hidráulicos y de potencia de los intercambiadores.

(*) Entrada/retorno.

Q_{max} = caudal máximo [l/seg.]

$\left(\frac{q}{\vartheta}\right)_{\max}$ = potencia calorífica máxima requerida [KW].

h_{f(intercambiador)} = pérdidas de carga a través del intercambiador de calor [m c.d.a.]

W_{ozono} = necesidades de ozono [g/h].

FILTRO	h _{f(filtro)} [m c.d.a.]	SISTEMA DE FILTROS
Filtro captación	0.036(x2)	1+1 paralelo
Filtro de arena	0.95(x2)	2 paralelo
Filtre intercambio iónico	1.9	1
Filtro cartucho 25_m, zona-A	0.94(x2)	2+1(auxiliar)
Filtro cartucho 25_m, zona-B	0.47	1+1(auxiliar)
Filtro cartucho 5_m, zona-B	2.8	1+1(auxiliar)

Tabla 3. Parámetros hidráulicos y configuración de los filtros.

h_{f(filtro)} = pérdidas de carga a través del filtro [m c.d.a.].

- Se fija una velocidad entre 0,5–2,5 m/s.

- Se toma el caudal máximo.

- Obtención del diámetro nominal (D).

- Cálculo de las pérdidas de carga por fricción en tuberías:

- Método analítico teórico a partir de D y λ (rugosidad relativa).

- Cálculo de la CNPS, disponible. (presión en la boca de admisión de la bomba).

CPNS_(DISP) ≥ CPNS_(REQ)

- Cálculo de la carga y la potencia a suministrar por la bomba: teorema de Bernouilli.

La *tabla 4* muestra y resume todos aquellos resultados obtenidos en los distintos tramos.

Presupuesto

Tanques de cultivo. 459.300 €.

Sistema de tratamiento de aguas. 218.308 €.

Suministro de agua marina (bombas) y red de canalización. (41.310 + 23.733) €.

Total 742 651 €.

No se incluye en este presupuesto las instalaciones no dimensionadas, es decir:

Sistema de bombas	CPNS _(req) ≤	W ₀ [m c.d.a.]	N [C.V.]	N [W]
Captación	2,1	19	(2×)14,4	(2×)15560
A	8	5,33	6,5	4770
B	8	5,69	1,68	1234
E-(1/3)	8,031	4,3	1,31	961
E-(2/4)	8,031	4,62	1,405	1032
R-A	8,895	4,21	5,123	3763
D-I-A	8,065	7,01	8,523	6626
L	8,064	3,94	1,01	738
Ecl	8,07	3,71	0,0446	32,8
R	8,085	3,55	0,0375	27,6
Art	8,081	2,72	0,021	15,3
Alg	8,1	3,83	0,033	24,1
R-B	9,21	4,3	1,2	881
D-I-B(1)	8,054	5,76	1,6	1180
D-I-B(2)	8,093	8,43	2,49	1828

Tabla 4. Parámetros hidráulicos y de potencia de las bombas.

las instalaciones eléctricas, las instalaciones contra incendios; así como los costes de edificación y el precio del terreno.

Agradecimientos

Los autores agradecen a la Dra. Guiomar Rotllant del Instituto de ciencias del mar (ICM-CSIC), los datos facilitados, procedentes de investigaciones del cultivo experimental del centollo.

Bibliografía

- Acuicultura: Diseño y construcción de sistemas.* Frederick W. Wheaton. 1982.
- Acuicultura marina: Fundamentos biológicos y tecnológicos de la producción.* Coordinador: F. Castelló Orvay. UB 1993.
- Acuicultura marina animal.* Coll, Morales. 1983.
- Catàleg d'espècies d'interès pesquer a Catalunya.* Alicia Huguet i Sesma. Generalitat de Catalunya. 1991.
- Crustáceos comerciales.* Enrique Poza Domínguez. Xunta de Galicia. 1991.
- Cultivo de crustáceos.* Daniel O'C.Lee, John F.Wickins. 1997.
- La acuicultura marina a la circumscripción de Barcelona.* Flos, Castellví, F. Sardà. 1986.
- La cetàrea.* Enrique Poza Domínguez. Xunta de Galicia. 1991.
- Problemas de flujo de fluidos.* Antonio Valiente Barberas. 1997.

AUTORES

Roger Verdú Peropadre

Ingeniero técnico industrial por la Escuela universitaria de ingeniería técnica industrial de Barcelona (UPC).

Ramón Oliver Pujol

Catedrático de la Unidad de Química Industrial de la Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Industrial de Barcelona (UPC).

Francesc Estrany Coda

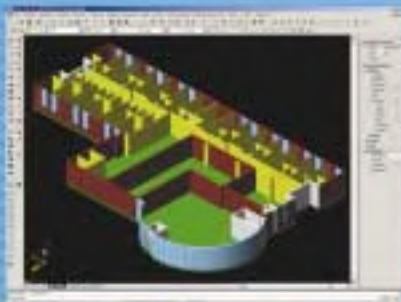
Profesor titular de la Unidad de Química Industrial de la Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Industrial de Barcelona (UPC).

MC4 SOFTWARE
WWW.MC4SOFTWARE.COM



HVAC CAD

NUEVA VERSIÓN EN AMBIENTE AUTO CAD®



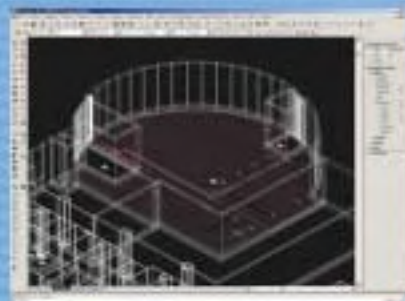
Cálculo de las Cargas Térmicas de Verano e Invierno



Cálculo y diseño de calefacción e hidro-sanitarias



Cálculo y diseño de Conductos de Aire



Cálculo y diseño de Suelo Radiante

YA ESTÁ ABIERTO EL PROGRAMA DE CURSOS DE FORMACIÓN INSCRIBETE CUANTO ANTES! (PLAZAS LIMITADAS!)

Para más información, visite nuestra página web o solicite el calendario de cursos.

Tel: 96 661 57 15 - Fax: 96542 3495 - www.mc4software.com
info@mc4software.com

**EL AUTOCAD
TERMOTÉCNICO**



¡PRUEBALO GRATUITAMENTE DURANTE 15 DÍAS SIN LIMITACIÓN ALGUNA!

CONTIENE LA V. DEM. DE AUTOCAD® 2004

Descárgate la versión demostrativa de nuestro sitio en Internet: www.mc4software.com