



•  
•  
•  
•  
•  
•  
•

# Cuantificación de los costes de una explotación de invernaderos



**Marzo de 2015**

**Versión 1**

**OBSERVATORIO DE PRECIOS Y MERCADOS**



**Unión Europea**

Fondo Europeo Agrícola  
de Desarrollo Rural



# Cuantificación de los costes de una explotación de invernaderos

<b>1. Notas metodológicas .....</b>	<b>3</b>
1.1. <i>Consideraciones previas .....</i>	3
1.2. <i>Fuentes de información .....</i>	4
1.3. <i>Descripción de los Invernaderos tipo raspa y amagado .....</i>	4
1.4. <i>Descripción de los Invernaderos tipo multitúnel .....</i>	5
<b>2. Coste de la estructura .....</b>	<b>6</b>
2.1. <i>Invernadero raspa y amagado .....</i>	6
2.2. <i>Invernadero multitúnel .....</i>	7
<b>3. Coste del sistema de riego .....</b>	<b>8</b>
<b>4. Coste de preparación del terreno para su puesta en producción .....</b>	<b>10</b>
4.1. <i>Cultivo en suelo .....</i>	10
4.2. <i>Cultivo hidropónico o en sustrato .....</i>	11
<b>6. Coste de elementos auxiliares .....</b>	<b>12</b>
6.1. <i>Balsa de riego .....</i>	12
6.2. <i>Almacén .....</i>	12
6.3. <i>Obra civil .....</i>	13
<b>5. Coste del sistema de climatización .....</b>	<b>13</b>
5.1. <i>Sistema de calefacción por aire caliente .....</i>	13
5.2. <i>Sistema de nebulización a baja presión .....</i>	14
<b>7. Resumen de presupuesto para invernadero raspa y amagado e invernadero multitúnel .....</b>	<b>15</b>
7.1. <i>Resumen de presupuesto para invernadero raspa y amagado .....</i>	15
7.2. <i>Resumen de presupuesto para invernadero multitúnel .....</i>	16
<b>8. Conclusiones .....</b>	<b>17</b>



## 1. Notas metodológicas

### 1.1. Consideraciones previas

El objetivo de este informe es presentar el coste medio orientativo de ejecución de los invernaderos raspa y amagado, estructura más representativa en las explotaciones hortícolas protegidas de Almería, por su buena adaptación a las condiciones de cultivo de la zona y por presentar una buena relación coste-rentabilidad; y de los invernaderos multitúnel, caracterizados por su mayor implantación en explotaciones con un elevado nivel de tecnificación y especialmente interesantes en cultivos de ciclo largo y en especialidades de alto valor añadido y con gran sensibilidad a las variaciones climáticas. Estos invernaderos han tenido una evolución positiva en el Levante almeriense en las últimas campañas.

Para la definición de las variables que caracterizan las dos opciones de invernaderos a presentar en este informe, se han tenido en cuenta los valores medios del sector<sup>1</sup>.

Así, la superficie media de una explotación del sector hortícola protegido es de 2,5 hectáreas, estando formada habitualmente por una o dos fincas. El tamaño medio de finca se sitúa en 1,8 hectáreas con una media de 2,06 invernaderos por finca, y una superficie media de invernadero de 7.538 m<sup>2</sup>.

El sistema de cultivo tradicional de la horticultura almeriense protegida se desarrolla en el suelo (80% de la superficie invernada). Existen diferentes variantes de este método; entre ellas, la adición de una capa superficial de arena<sup>2</sup> al suelo original para evitar la evaporación del agua de riego (39%); la técnica del enarenado (28%), el aporte de tierra al suelo original (21%) o implantar el cultivo directamente sobre el suelo original.

En aquellas explotaciones con mayores inversiones tecnológicas tanto en estructura como en sistemas de control climático el cultivo en ocasiones se desarrolla en sustrato. Este medio de cultivo permite un mayor control de la fertirrigación de la plantación. El sustrato más utilizado es la perlita (55%) seguido de la lana de roca (38%). La fibra de coco está presente en un 5% de los sistemas de cultivo en sustrato mostrando una evolución ascendente.

Las explotaciones más tecnificadas suelen incorporar sistemas de climatización. Los sistemas de nebulización están presentes en el 6% de la superficie invernada, representado los sistemas de baja presión el 83% de la superficie. Los sistemas de calefacción están presentes en el 3% de la superficie invernada, siendo los más habituales los sistemas de calefacción por aire caliente.

En cuanto a las consideraciones técnicas que definen la construcción de un invernadero, hay que tener en cuenta que resulta imprescindible para la realización de un presupuesto el estudio del terreno y la distribución del mismo, habiendo utilizado para este ejemplo, el caso de una finca sin pendiente con dos invernaderos rectangulares.

Teniendo en cuenta las consideraciones anteriores, en este informe se presenta el coste medio orientativo que supondría la implementación de dos sistemas de cultivo diferentes en una finca localizada en Almería.

<sup>1</sup> Los datos citados en este apartado proceden del estudio de "Caracterización de la Explotación Hortícola Protegida Almeriense" (Fiapa 2009). Los porcentajes mostrados se han calculado respecto a la superficie invernada de la provincia.

<sup>2</sup> Se suele enriquecer el suelo con materia orgánica, normalmente estiércol mezclado con el suelo original y añadir una capa de arena en la superficie.



Unión Europea

Fondo Europeo Agrícola  
de Desarrollo Rural



Agencia de Gestión Agraria y Pesquera de Andalucía  
CONSEJERÍA DE AGRICULTURA, PESCA Y DESARROLLO RURAL

- Sistema tradicional: Dos invernaderos tipo raspa y amagado de 8.000m<sup>2</sup> cada uno, con cultivo en suelo y sistema de riego por goteo.
- Sistema de alta tecnología: Dos invernaderos tipo multitúnel de 8.000m<sup>2</sup> cada uno, con cultivo en sustrato, sistema de riego por goteo, sistema de calefacción por aire caliente y sistema de nebulización a baja presión.

Del mismo modo se presentan los costes medios de ejecución de los elementos auxiliares, como balsa de riego y almacén agrícola y los costes correspondientes a la obra civil.

Ambas estructuras están localizadas en un finca que dispone de acometida de luz y de agua, así como de caminos de acceso para maquinaria.

Se incluye la mano de obra de todas las labores descritas y los costes de preparación del terreno para su puesta en producción una vez nivelado.

No se incluyen los costes relativos a licencias, permisos y proyectos, ni los trabajos necesarios para la limpieza y nivelación del terreno.

Los costes presentados en este informe no incluyen el IVA, que es del 21% en prácticamente todas las partidas, en aquellas en que difiere, se señala el tipo de IVA que les corresponde.

Por último anotar que el coste medio orientativo de ejecución de los invernaderos raspa y amagado se corresponde con la información aportada por empresas del sector para el año 2014. Existen variables económicas que influyen directamente en las partidas contempladas, por lo que los resultados no tienen que ser directamente extrapolables a otras anualidades. En todo caso, estos datos deben ser tomados siempre como una aproximación y nunca como un valor fijo e incuestionable.

## 1.2. Fuentes de información

Para la realización de este informe se ha solicitado la colaboración de un total de 11 empresas del sector hortícola de la provincia de Almería, entre las que se encuentran empresas especializadas en el diseño y construcción de invernaderos, especialistas en el diseño y ejecución de instalaciones de riego, en sistemas de climatización y empresas de suministros agrícolas.

## 1.3. Descripción de los Invernaderos tipo raspa y amagado

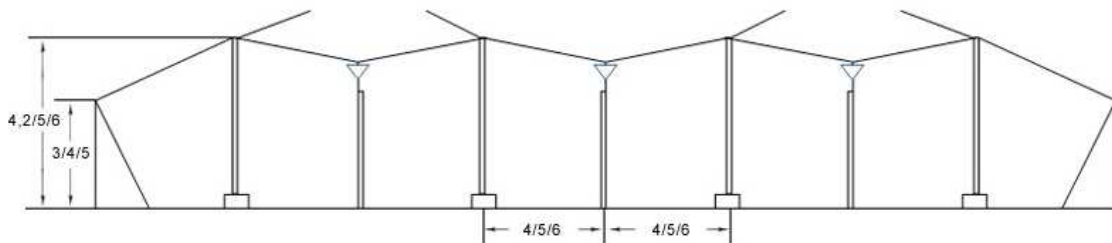
Se caracteriza por la flexibilidad de gran parte de sus elementos estructurales y por estar formado por módulos a dos aguas adosados. El cerramiento de la cubierta está formado por láminas flexibles de plástico situadas entre dos mallas de alambre, extendiéndose el alambre a los cerramientos laterales de la estructura. El ángulo de la cubierta suele oscilar entre 6° y 20°. Cuanto mayor es dicho ángulo mejor intercepta la radiación solar, pero requiere mayor solidez estructural debido a los esfuerzos que le provoca la acción del viento. La cubierta se compone de dos partes; la raspa, que es la intersección de las dos vertientes de la cubierta de un módulo en su parte más alta; y el amagado, que es la intersección de la parte inferior de las vertientes de cubierta entre módulos adyacentes. En esta zona se instalan las canaletas de evacuación de aguas pluviales.



Los invernaderos tipo raspa y amagado han incrementado la altura máxima de la estructura en la cumbre respecto a los invernaderos planos. Actualmente son los más utilizados por su gran adaptación a las condiciones de Almería. Sus ventajas estructurales son:

- Mayor adaptabilidad a la topografía del terreno.
- Mayor resistencia al viento.
- Mayor uniformidad luminosa, que favorece el desarrollo del cultivo de forma homogénea.
- Control de las condiciones climáticas de humedad y temperatura.
- Capacidad para la evacuación de las aguas pluviales mediante canales de evacuación que permiten su recirculación y aprovechamiento.

**Imagen 1** Esquema de un invernadero raspa y amagado.



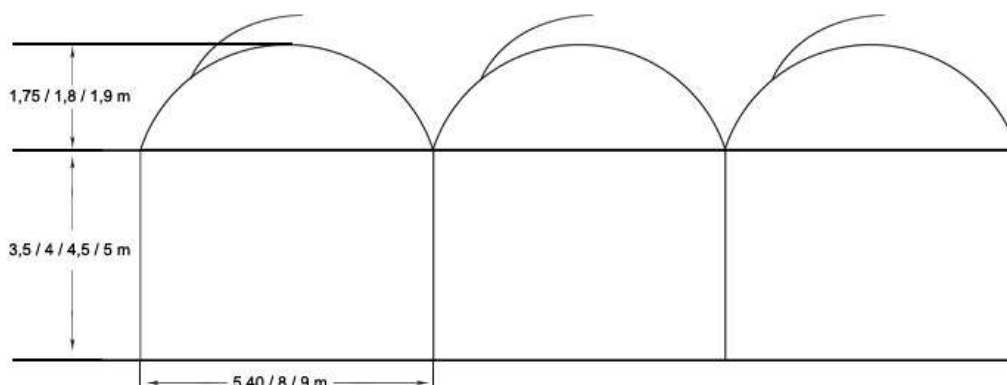
#### 1.4. Descripción de los Invernaderos tipo multitúnel

Se caracterizan por la forma semicilíndrica de su cubierta y por su estructura totalmente metálica. Los actuales modelos de invernaderos multitúnel están constituidos por tubos de acero galvanizado. La unión entre las diferentes piezas se realiza mediante bridas o abrazaderas y se fijan con tornillos. En estos invernaderos el plástico se sujeta a la estructura mediante unos perfiles denominados omegas, eliminándose los entramados de alambre típicos del resto de estructuras. Para realizar una mejor sujeción del plástico se pueden utilizar cintas o hilos de material plástico que se colocan en la parte externa para mantener siempre pegada la cubierta a la estructura.

Las principales ventajas de este tipo de estructuras son:

- Alta hermeticidad y estanqueidad.
- Máximo aprovechamiento térmico y lumínico.
- Mayor capacidad de tecnificación y control de las condiciones climáticas.
- Alto índice de radiación luminosa incidente.
- Alto índice de ventilación que se refleja en un mayor número de renovaciones de aire.

**Imagen 2** Esquema de un invernadero multitúnel.





## 2. Coste de la estructura

### 2.1. Invernadero raspa y amagado

Se ha seleccionado para este informe el tipo de invernadero tipo raspa y amagado por ser la estructura predominante en las explotaciones hortícolas protegidas de Almería y por su gran adaptación al sistema de producción hortícola intensivo almeriense. Las características fundamentales que integran el invernadero presupuestado se especifican a continuación:

- Dimensiones de los invernaderos: altura de raspa 4,5 metros, ancho 80 metros y longitud 100 metros.
- Perforación perimetral a una profundidad de 2,5m y central a 2m
- Tubo de banda de 90x3m. 2,5 pulgadas galvanizado.
- Anclajes perimetrales de cabilla redonda lisa de 16 x 2,5 m galvanizada, en abanico todo el perímetro y una directa en sus raspas y anclajes centrales de cabilla redonda lisa de 14x1,7m galvanizada.
- Cerco especial de cordón multihilo de 8mm.
- Montaje con trenza de 3 hilos de acero de 3mm para cada lado.
- Alambre de tejido: llaneo de 2,5mm, tejido de 2,00mm
- Tubo de centro de 76 x4m galvanizado, tubo de amagado de 30x2m galvanizado
- Canaleta metálica prelacada grande galvanizada para la recogida de agua de cubierta a los amagados, gancho para canaleta galvanizado.
- Mallas de protección anti-insectos 10\*20 hilos negra
- Puertas de chapa con guía 40\*2000. Puertas de antesala de 2,5 metros de alto y 2,5 metros de ancho. Túnel de 3,5 metros de alto por 4 metros de longitud y 4 metros de ancho.
- Ventilación lateral enrollable manual y ventilación cenital abatible manual. En los invernaderos raspa y amagado de nueva construcción es habitual la instalación de ventanas cenitales abatibles y ventanas laterales enrollables. En ambos casos el accionamiento mayoritario es manual. En los presupuestos solicitados se ha establecido una superficie de ventilación entre el 14 y el 18%.
- Plástico tricapa térmico de 800 galgas.

El presupuesto de la tabla 1 incluye mano de obra, perforación y hormigón para la cimentación de los pilares. No incluye transporte, ni licencias, permisos, ni cuotas. No están incluidos los trabajos de limpieza y nivelación del terreno. Coste medio de ejecución de dos invernaderos raspa y amagado de 8.000m<sup>2</sup> cada uno.

Costes de ejecución invernaderos raspa y amagado	(€/m <sup>2</sup> )
Altura de raspa 4,5 m, ancho 80 m, longitud 100 m, tubo de centro de 76 x4m galvanizado, tubo de amagado de 30x2m galvanizado, tubo de banda de 90x3m. 2,5 pulgadas galvanizado	6,63
Puertas de acceso con su respectiva antesala	0,21



Costes de ejecución invernaderos raspa y amagado	(€/m <sup>2</sup> )
Plástico tricapa 800 galgas	1,03
Malla anti-insectos (20*10 hilos)	0,16
Ventilación lateral enrollable manual y ventilación cenital abatible manual	1,11
Sistema de recogida de pluviales en balsa	0,33
<b>TOTAL (€/m<sup>2</sup>)</b>	<b>9,47</b>

## 2.2. Invernadero multitúnel

Se ha seleccionado el tipo de invernadero multitúnel por su implantación en las explotaciones más tecnificadas y por su alta capacidad para el control de las variables microclimáticas. Los invernaderos multitúnel se concentran principalmente en el Levante de Almería y suelen albergar cultivos de ciclo largo de alto valor añadido, principalmente variedades de tomate cherry y de tomate rama, que se suelen manipular en la misma explotación e incluso comercializar directamente sin pasar por una comercializadora en origen.

Las características fundamentales que integran el invernadero presupuestado se especifican a continuación:

- Invernadero de 10 túneles de arco semicircular de 8 metros de ancho y 100 metros de longitud. Altura bajo canal 4 metros. Canal de 2mm de espesor galvanizado. Incluye sistema de recogida de pluviales.
- Pilares laterales y frontales de tubo cuadrado y pilares interiores de tubo cuadrado ambos galvanizados en caliente. Separación de pilares laterales 2,5 metros y pilares interiores 5 metros.
- Arcos de tubos redondos fijados en los capiteles y arriostrados por correas cenitales y separados 2,5 metros.
- Perfiles en cubierta: 1 tubo redondo en cumbrera, 1 tipo H en el extremo, en la apertura y en el cierre de la ventana y 2 tipo C en la canal.
- Puertas correderas de dos hojas de 3,5 metros de ancho de acceso a la antesala.
- Antesalas de 5 metros de ancho por 4 metros de longitud. La puerta de la antesala que da acceso al invernadero es de vaivén.
- Emparrillado en sentido longitudinal, unido a las barras de cultivo por cadenas y alambre de 3 mm
- Ventilación: ventanas cenitales centradas de accionamiento motorizado, y ventanas laterales enrollables de accionamiento motorizado. En los invernaderos tipo multitúnel de nueva construcción se instalan principalmente ventanas cenitales centradas y bandas enrollables. El accionamiento suele ser motorizado en ambos casos. Se ha diseñado una superficie de ventilación del 20-25%, valor recomendado en el Reglamento de Producción integrada.
- Cubierta de plástico tricapa térmico de 800 galgas y laterales y frontales de malla plastificada 2 caras.



**Tabla 2** Coste medio de ejecución de dos invernaderos multitúnel de 8.000m<sup>2</sup> cada uno.

Costes de ejecución de invernaderos multitúnel	(€/m <sup>2</sup> )
Invernadero de 10 túneles de arco semicircular, pilares de tubo galvanizado en caliente, pilares H en laterales y frontales, tubo redondo en cumbre y entutorado estándar. Estructura desmontable fijada por medio de tornillería.	11,04
Puerta de acceso con su respectiva antesala	0,42
Plástico tricapa 800 galgas y malla plastificada 2 caras	1,59
Malla anti-insectos (20*10 hilos)	0,32
Ventilación cenital abatible motorizada	2,86
Ventilación lateral enrollable motorizada	0,79
<b>TOTAL (€/m<sup>2</sup>)</b>	<b>17,02</b>

### 3. Coste del sistema de riego

El sistema de riego utilizado en los sistemas de cultivo bajo invernadero es el riego por goteo. Este sistema está compuesto por el cabezal de riego, la red de riego y el equipo de tratamientos fitosanitarios.

En la cabeza del sistema de riego se colocan un conjunto de elementos con la función de medir el agua, aplicar y dosificar fertilizantes, filtrar el agua, regular presiones y ejecutar los programas de riego previstos. Todo ello se encuentra regulado por un programador de riego, que permite controlar el funcionamiento de cada elemento. Los elementos del **cabezal de riego** son los siguientes:

- **Bomba aspiración-impulsión.** Encargada de dar la presión suficiente a toda la instalación para que el agua llegue a los emisores.
- **Equipo de filtración:** El agua de riego presenta impurezas que hay que tratar para que no se produzcan problemas en la instalación. El sistema de filtrado previene los efectos perjudiciales de las partículas sólidas en suspensión, que de no ser eliminadas obstruirían los orificios de desagüe de los emisores y la sección de las tuberías.
- **Equipo de fertirrigación:** La fertirrigación es una de las operaciones más importantes que se realizan en un cabezal de riego. Una vez que el agua es filtrada y acondicionada, se inyectan en la red de riego los distintos fertilizantes y tratamientos para las plantas. Esto se hace mediante un equipo de fertirrigación que consta de:
  - Equipo de control del riego.
  - Sistema de llenado de depósitos y removedor soplante con distribuidores de salidas.
  - Tanques de fertirrigación: Depósitos de polietileno, en los que se introduce la solución fertilizante. En las instalaciones planteadas se consideran unidades de depósitos de polietileno para abono y un depósito de polietileno para ácido. La inyección de fertilizantes desde los tanques se realizará con venturis.
  - Elementos de control y medida: caudalímetros, manómetros, filtros, electroválvulas, ventosas, sondas para el control de la CE y el pH, y accesorios de montaje.





o Instalación de inyección de productos especiales: depósito de PE de 100 litros con tapas, electrobombas, doble rodete, venturis, sistema de filtrado y accesorios de montaje. Cuadro eléctrico y cableado: Engloba el cuadro eléctrico y el cableado de todos los elementos montados en riego y los cables para el funcionamiento de todos los elementos anteriores. Puede localizarse tanto junto al cabezal de riego como dentro del invernadero. Otro de los elementos del sistema de riego es la **red de riego**. Está formada por un sistema de tuberías que lleva el agua desde el cabezal de riego hasta el cultivo, una vez que esta ha sido debidamente filtrada y se han agregado los fertilizantes. Los elementos que la componen son:

- **Red de riego:** Comprende las tuberías de distribución, las tuberías portarramales de polietileno agrícola, las tuberías portagoteros con un marco de colocación de goteros de 1x0,5 metros. En los invernaderos con cultivo hidropónico en la red de riego se utilizan normalmente goteros antidrenantes autocompensantes. Estos goteros tienen un precio más elevado que los goteros utilizados cuando se realiza un cultivo en suelo.
- **Sistema para tratamientos fitosanitarios:** comprende unidades de bancada con motor eléctrico, bomba semihidráulica y colectores internos, depósito de polietileno troncocónico de 2.000 litros, tuberías de polietileno y accesorios de montaje.

El coste medio de un sistema de riego por goteo tanto en cultivo en suelo como en sustrato puede variar en función del dimensionado de la instalación, el modelo y la marca de los elementos instalados.

**Tabla 3** Coste medio de un sistema de riego para una finca con dos invernaderos de 8.000m<sup>2</sup> cada uno con cultivo en suelo.

Costes de un sistema de riego por goteo	Coste (€/m <sup>2</sup> )
Cabezal de riego: bomba de impulsión, equipo de filtración y equipo de fertirrigación compuesto por equipo de control del riego, tanques de fertirrigación, sistema removedor, elementos de control y medida, instalación de inyección de productos especiales	0,74-1,37
Red de riego: tuberías distribución, tuberías portarramales y portagoteros con goteros insertados	0,35-0,55
Sistema para tratamiento fitosanitario	0,15-0,26
<b>TOTAL (€/m<sup>2</sup>)</b>	<b>1,24-2,18</b>

En comparación, el presupuesto de un sistema de riego para una finca con cultivo hidropónico se ve encarecido respecto a un cultivo en suelo principalmente en la partida correspondiente a la red de riego. La utilización generalizada en sistemas de cultivo hidropónico de goteros autocompensantes y antidrenantes elevan considerablemente el coste de esta partida. Además, en los sistemas de cultivo hidropónico el automatismo de riego requiere de un sistema de comunicación que envía a un dispositivo móvil información en tiempo real de los parámetros de riego, permitiendo activar, desactivar o modificar el programa de riego, el cual no suele estar presente en cultivos en suelo.

**Tabla 4** Coste medio de un sistema de riego para una finca con dos invernaderos de 8.000m<sup>2</sup> cada uno con cultivo en sustrato o cultivo hidropónico.



Costes de un sistema de riego por goteo	Coste (€/m <sup>2</sup> )
Cabezal de riego: Bomba de impulsión, equipo de filtración y equipo de fertirrigación compuesto por equipo de control del riego, tanques de fertirrigación, sistema removedor, elementos de control y medida, instalación de inyección de productos especiales	0,88-1,56
Red de riego: tuberías distribución, tuberías portarramales y portagoteros con goteros autocompensantes y antidrenantes	0,67-0,91
Sistema para tratamiento fitosanitario	0,15-0,26
<b>TOTAL (€/m<sup>2</sup>)</b>	<b>1,70-2,73</b>

Cabe anotar que en **cultivos hidropónicos** la superficie de los sectores de riego es más reducida que en cultivos en suelo, no siendo aconsejable superar los 7.000-8.000m<sup>2</sup> por sector. En este tipo de cultivo no es recomendable contar con más de 5 o 6 sectores de riego por hectárea, pudiendo llegar como máximo a los 8. En fincas que requieran un mayor número de sectores la instalación de riego deberá duplicar automatismo de riego, filtros, bombas, electroválvulas, etc, con el consiguiente encarecimiento de esta partida. Los depósitos no se duplicarían pero si serían necesarios unos de mayor capacidad.

En comparación, en **cultivos en suelo**, un mismo cabezal de riego puede abastecer un número máximo de 6-8 sectores, llegando a abarcar hasta 10 hectáreas.

#### 4. Coste de preparación del terreno para su puesta en producción

El cultivo en suelo es una práctica habitual en los invernaderos, no obstante, cuando existen problemas de patógenos en el suelo, en suelos saturados, o cuando se quiere realizar un control preciso de los aportes nutricionales a la planta, se utiliza una técnica alternativa, como son los cultivos en sustratos o cultivos hidropónicos.

##### 4.1. Cultivo en suelo

La técnica del enarenado o arenado de suelos se basa en la colocación sobre la superficie del terreno previamente nivelada de una capa de tierra con un alto contenido de arcilla (20 cm de espesor), si estas cualidades se encuentran en el terreno base esta capa no se añade. Esta capa impedirá que se produzcan pérdidas importantes de agua de riego por percolación profunda, al ser bastante impermeable. Sobre la tierra arcillosa se coloca una segunda capa de estiércol o materia orgánica (1,6 cm de espesor) que constituirá el hábitat donde se desarrollará el sistema radical de la planta. Este estrato realiza además la función de elemento tampón al corregir posibles deficiencias en la fertilización. Finalmente, se cubre la parcela con una capa de arena fina (8 cm de espesor).

Con objeto de abaratar costes, algunos productores cuyos terrenos tienen unas adecuadas características edafológicas pueden optar por enriquecer el suelo original con estiércol y añadir una capa de arena en superficie.

Para una finca con dos invernaderos con una superficie total invernada de 16.000m<sup>2</sup>, se han obtenido los siguientes precios.



Unión Europea

Fondo Europeo Agrícola  
de Desarrollo Rural



Agencia de Gestión Agraria y Pesquera de Andalucía  
CONSEJERÍA DE AGRICULTURA, PESCA Y DESARROLLO RURAL

**Tabla 5** Coste medio de diferentes opciones de preparación del suelo de cultivo

Costes de ejecución de preparación del suelo	Coste (€/m <sup>3</sup> )
Aporte y extensión de tierra de cañada	12,00
Aporte y extensión de estiércol <sup>3</sup>	33,00
Aporte y extensión de arena	20,00

## 4.2. Cultivo hidropónico o en sustrato

El cultivo en sustrato consiste en la sustitución del suelo por un medio material poroso donde se desarrolla el sistema radicular de la planta. La planta recibe los nutrientes esenciales para su óptimo crecimiento de una solución nutritiva que presenta las concentraciones más idóneas de cada uno de los elementos minerales. El sustrato más utilizado es la perlita, seguida de la lana de roca, destacando en los últimos años el crecimiento experimentado por la fibra de coco en detrimento de la perlita y la lana de roca.

- La **perlita** es un silicato de aluminio que proviene de rocas volcánicas y es sometido a un proceso de fragmentación y un tratamiento a altas temperaturas en hornos (1.000°C). Este sustrato es un material inerte, de una alta porosidad y con una elevada capacidad de retención de agua y nutrientes.
- La **lana de roca** se fabrica a partir de rocas diabásicas que se mezclan en un proceso de fundición a altas temperaturas (1.600°C) con piedras calizas y carbón.
- La **fibra de coco** es un sustrato constituido por las fibras de la cáscara del coco. Tiene gran porosidad, alta capacidad de retención de agua y a diferencia de los dos sustratos anteriores presenta una alta capacidad de intercambio catiónico y es biodegradable, produciendo un menor impacto ambiental que los sustratos minerales.

Para una finca con dos invernaderos con una superficie total invernada de 16.000m<sup>2</sup>, se han obtenido los siguientes precios.

**Tabla 6** Coste medio de diferentes tipos de materiales utilizados en cultivo en sustrato o hidropónico

<sup>3</sup> Al estiércol se le aplica un IVA del 10%



Coste de diferentes tipos de sustratos	Coste (€/m <sup>2</sup> )
Sacos de perlita	1,09
Sacos de fibra de coco <sup>4*</sup>	0,90
Sacos de lana de roca	0,99

## 6. Coste de elementos auxiliares

### 6.1. Balsa de riego

Permite regular y garantizar el suministro de agua a la explotación, así como poder guardar el agua cuando se produce el riego a turnos.

El volumen para el que se diseña una balsa de riego depende principalmente del sistema de cultivo que se va a instaurar (hidropónico o en suelo) y de la disponibilidad de agua que tiene la finca (si dispone de pozo propio, si pertenece a comunidad de regantes, con que frecuencia se abastece, la calidad del agua, etc.). Teniendo en cuenta estas variables, se puede estimar que por cada hectárea de cultivo se necesitaría aproximadamente una balsa de 700-1.000m<sup>3</sup> de capacidad. En cultivo hidropónico se incrementan las necesidades del volumen de la balsa al tener mayores exigencias en el riego. Aunque es recomendable, no es habitual el techado de la balsa.

Para una finca con dos invernaderos de 8.000m<sup>2</sup> cada uno, se considera adecuado el dimensionado de una balsa de riego de 1.500m<sup>3</sup>.

**Tabla 7** Coste medio de construcción de un embalse de riego de 1.500m<sup>3</sup>.

Costes de ejecución de un embalse	Coste (€/m <sup>2</sup> )
Movimiento de tierras para embalse en tierras de consistencia blanda	0,33
Cerramiento de balsa mediante bordillo y valla	0,08
Impermeabilización del embalse	0,28
Techado de balsa	0,27
<b>Coste (€/m<sup>2</sup>)</b>	<b>0,96</b>

### 6.2. Almacén

Los costes presentados corresponden a la construcción de un almacén de 50m<sup>2</sup> con aseo. Se detallan dos opciones de construcción; almacén con muro de bloque y techo de chapa, y almacén de chapa. El almacén agrícola alberga tanto un aseo como un almacén de productos y/o maquinaria. Esta partida es susceptible de ser reducida, bien bajando la superficie o simplificando la estructura.

**Tabla 8** Costes medio de ejecución para la construcción de un almacén agrícola de 50m<sup>2</sup>.

Opción 1	Coste (€/m <sup>2</sup> )

<sup>4</sup> A la fibra de coco se le aplica un IVA del 10%.



Almacén de chapa prelacada blanca con aseo y ducha	177,00
<b>Opción 2</b>	<b>Coste (€/m<sup>2</sup>)</b>
Almacén de paredes de bloque y techo de chapa con aseo y ducha	246,00

### 6.3. Obra civil

Incluye el coste de las partidas correspondientes a pasillos interiores del invernadero y muretes perimetrales de hormigón para dos invernaderos de 8.000m<sup>2</sup> cada uno.

Se ha considerado el coste de ejecución de un pasillo de 100 metros de longitud y 2,5 metros de ancho para cada uno de los dos invernaderos de 8.000m<sup>2</sup> y muretes perimetrales de 0,4 metros de altura en los dos invernaderos.

El hormigonado de los pasillos interiores y la construcción de muretes perimetrales es habitual en invernaderos tipo multitúnel y ocasional en invernaderos tipo raspa y amagado.

**Tabla 9** Coste medio de ejecución de los pasillo interiores de hormigón y muretes perimetrales de bloques de hormigón para dos invernaderos de 8.000m<sup>2</sup> cada uno.

Ejecución de pasillos	Coste (€/m <sup>2</sup> )
Pasillos de hormigón con mallazo de espesor entre 15-20cm (longitud 200m; ancho 2,5m)	11,00
Ejecución de muretes perimetrales	Coste (€/m <sup>2</sup> )
Muretes perimetrales con bloque de hormigón (longitud 720 m; altura 0,4)	11,00

## 5. Coste del sistema de climatización

En este apartado se presentan los dos tipos de climatización más frecuentes utilizados en los invernaderos almerienses, aunque su nivel de implantación es reducido en el sector. Se presenta por un lado como sistema para el incremento de la temperatura, la calefacción por aire caliente, y para la reducción de la temperatura, el sistema de nebulización.

Hay que tener en cuenta que la instalación de sistemas de climatización en invernaderos requiere de un sistema de control climático, para ello es imprescindible disponer de una **estación meteorológica exterior** compuesta por sonda de humedad, temperatura, pluviómetro, anemómetro y veleta y cómo mínimo una **estación meteorológica interior** en cada uno de los invernaderos. El coste medio total de esta partida para una finca con dos invernaderos ascendería a **2.317€<sup>5</sup>**.

### 5.1. Sistema de calefacción por aire caliente

Los sistemas que utilizan el aire como medio de transmisión de calor se caracterizan por permitir un calentamiento rápido del invernadero debido a la escasa inercia térmica del aire. Estos sistemas están indicados en invernaderos donde interesa responder rápidamente ante

<sup>5</sup> IVA no incluido.



posibles riesgos de excesivo descenso de temperaturas durante un corto periodo de tiempo y unas pocas veces al año.

Por lo general están equipados con electroválvula, termopar y termostato de seguridad. También pueden tener presostatos de seguridad para parada en caso de falta de aire. Mediante un termostato que funcione con la temperatura ambiente se puede automatizar su funcionamiento.

La instalación de un sistema de calefacción por aire caliente suele disponer de:

- Depósito para almacenamiento de combustibles líquidos.
- Tuberías de suministro de gasoil a calefactores.
- Aerocalentadores agrícolas con un caudal de aire que puede oscilar entre 11.000 y 11.800 m<sup>3</sup>/h.
- Quemadores.
- Chimenea para evacuación de los gases.

El coste del sistema de calefacción puede variar significativamente en función del número y tipo de aerocalentadores instalados. Para las condiciones climáticas de Almería el diseño del sistema de calefacción suele comprender un salto térmico entre 5 y 12°C en función de la localización del invernadero y del tipo de cultivo que se va a instalar. La instalación presupuestada está dimensionada para un salto térmico entre 7-10°C y unas pérdidas de energía moderadas a través del revestimiento.

Para una finca con dos invernaderos de 8.000m<sup>2</sup> cada uno, el sistema de calefacción se dimensionaría que se detalla a continuación.

**Tabla 10** Coste medio de suministro e instalación de aerocalentadores y red de gasoil.

Coste de un sistema de calefacción con aerogeneradores y red de gasoil	Coste (€/m <sup>2</sup> )
Depósito para almacenamiento de combustibles líquidos, red de tuberías para suministro de gasoil, aerocalentadores y quemadores, chimeneas, cableado eléctrico y montaje.	3,77-4,41

## 5.2. Sistema de nebulización a baja presión

El sistema de nebulización a baja presión se basa en la pulverización de agua en forma de pequeñas gotas (2-60 µm) con el objetivo de incrementar la superficie de agua en contacto con el aire. En este tamaño las fuerzas de fricción resultantes del movimiento de las gotas son relativamente mayores, con lo que su velocidad de caída es menor elevando el tiempo de permanencia en suspensión, y permitiendo así la completa evaporación de las gotas enfriando el aire y manteniendo las hojas del cultivo secas.

La descarga de agua se determina a partir de las necesidades del cultivo y de las condiciones ambientales. El flujo de agua se puede controlar mediante emisores autocompensantes situados delante de cada boquilla nebulizadora.

En una finca con dos invernaderos de 8.000m<sup>2</sup> cada uno, se podría dimensionar el sistema de nebulización que se detalla en la siguiente tabla.



Tabla 11 Coste medio de un sistema de nebulización a baja presión.

Coste de un sistema de nebulización a baja presión	Coste (€/m <sup>2</sup> )
Nebulizadores de una salida con válvula antigoteo de caudal 5 l/h a 3 bar. Marco de instalación de 5*2 metros. Tuberías de distribución, manómetro, válvula de regulación de presión y electroválvulas y montaje.	0,88-0,95

## 7. Resumen de presupuesto para invernadero raspa y amagado e invernadero multitúnel

El coste de la estructura de los invernaderos presupuestados en el presente informe se corresponde a una finca de tamaño medio, representativo del sector hortícola protegido de Almería, debiendo tener en cuenta, que por economía de escala, fincas de mayor tamaño podrán ver reducido el coste por unidad de superficie. Los elementos propuestos para la finca se establecen para una situación de diseño óptima, siendo susceptible de ser reducidos y cuya ejecución dependerá del capital disponible en cada caso.

Los precios que se detallan son orientativos, ya que para la elaboración de un presupuesto ajustado para la construcción de un invernadero es imprescindible realizar un estudio del terreno y de la distribución del mismo.

### 7.1. Resumen de presupuesto para invernadero raspa y amagado

El coste medio estimado de ejecución para el ejemplo de dos invernaderos tipo raspa y amagado con una superficie total invernada de 16.000m<sup>2</sup>, incluida la preparación del terreno de cultivo mediante aportación de tierra de cañada, estiércol y arena, la implantación de un sistema de riego y la construcción de un almacén y balsa de riego es el siguiente:

Sistema de cultivo tradicional	Coste (€)
Elementos estructurales	151.520
Sistema de riego por goteo	27.360
Aporte de tierra de cañada, estiércol y arena	72.448
<b>TOTAL (€)</b>	<b>251.328</b>

En el caso de invernaderos cuyo suelo original tenga unas adecuadas características edafológicas y nutritivas podría optarse, aunque no es lo habitual, por no realizar el aporte de tierra de cañada o incluso de arena para ahorrar costes. El presupuesto del sistema de cultivo tradicional podría oscilar considerando las diferentes combinaciones para la preparación del suelo entre 187.328-251.328€.

Estructuras comunes	Coste (€)
Balsa de riego de 1.500m <sup>3</sup>	15.320



Estructuras comunes	Coste (€)
Almacén agrícola de 50m <sup>2</sup>	8.850
Pasillos de hormigón y muretes perimetrales	8.668
<b>TOTAL (€)</b>	<b>32.838</b>

El coste de estructuras auxiliares puede reducirse suprimiendo el hormigonado de los pasillos interiores y no realizando el techado de la balsa de riego. Considerando las diversas posibilidades de implementación de las construcciones auxiliares el presupuesto total de esta partida podría oscilar entre 23.088-32.838€. Se podría contemplar la reducción de la superficie del almacén agrícola con objeto de minimizar el coste de esta partida.

## 7.2. Resumen de presupuesto para invernadero multitúnel

El coste medio estimado de ejecución para el ejemplo de dos invernaderos tipo multitúnel cilíndrico con una superficie total invernada de 16.000m<sup>2</sup> con sistema de riego por goteo, balsa de riego y almacén, con cultivo en perlita, sistema de calefacción y sistema de nebulización es el siguiente:

Sistema de cultivo con alta tecnificación	Coste (€)
Elementos estructurales	272.320
Sistema de riego por goteo	35.520
Sacos de perlita	17.440
Sistema de calefacción por aire caliente	65.440
Sistema de nebulización a baja presión	14.720
Sistema de control y estaciones meteorológicas	2.317
<b>TOTAL (€)</b>	<b>407.757</b>

Estructuras comunes	Coste (€)
Balsa de riego de 1.500m <sup>3</sup>	15.320
Almacén agrícola de 50m <sup>2</sup>	8.850
Pasillos de hormigón y muretes perimetrales	8.668
<b>TOTAL (€)</b>	<b>32.838</b>

En este tipo de estructuras es práctica habitual realizar el hormigonado de los pasillos interiores y la construcción de muretes perimetrales. La balsa de riego puede ir o no techada pudiendo oscilar el coste total de la partida de estructuras comunes entre 28.588-32.838€.





## 8. Conclusiones

- La construcción y equipamiento de una finca con dos invernaderos tradicionales tipo raspa y amagado<sup>6</sup> con cultivo en suelo y sus estructuras auxiliares requiere una inversión que oscilaría entre 210.416-284.166€.
- La construcción y equipamiento de una finca con dos invernaderos tipo multitúnel<sup>7</sup> con cultivo en perlita, con sistema de calefacción y nebulización y sus estructuras auxiliares, requiere una inversión de 440.595€.
- En relación a los costes de ejecución, la partida más costosa en los dos tipos de invernaderos es la correspondiente a los elementos estructurales, suponiendo entre el 65-70% del coste total de ejecución.
- Dentro de los elementos estructurales el sistema de ventilación es la subpartida que más encarece la ejecución de invernaderos. En los invernaderos raspa y amagado la ventilación representa cerca del 12% del coste de ejecución del invernadero, mientras que en los multitúnel esta partida asciende al 21% del total, correspondiendo el 17% a la ventilación cenital.
- El sistema de riego presenta como partida con mayor coste la correspondiente al cabezal de riego, representando cerca del 62% del presupuesto de riego para un sistema de cultivo en suelo y entre el 50-60% para un sistema hidropónico.
- Respecto a la comparativa entre un sistema de riego para un cultivo en suelo y para un cultivo hidropónico, señalar que la mayor diferencia en el coste de ambas instalaciones está en la red de riego. El uso generalizado en cultivos hidropónicos de goteros autocompensantes y antidrenantes, eleva el coste de esta subpartida entre el 30-40% del total del sistema de riego, y supone un incremento del 76% respecto a la red de riego de un cultivo en suelo.
- El sistema de calefacción es la segunda partida más importante en invernaderos tipo multitúnel después de los elementos estructurales, representando el 16% del presupuesto total. El empleo de calefacción en los invernaderos almerienses, se limita prácticamente a especialidades de alto valor económico.

<sup>6</sup> Las dimensiones y equipamiento se definen en el apartado 7.1.

<sup>7</sup> Las dimensiones y equipamiento se definen en el apartado 7.2.