

# Invernaderos artesanales: riesgos de seguridad en su construcción y mantenimiento (I)

*Handmade greenhouses: safety risks in its construction and maintenance (I)*  
*Des serres artisanales: des risques de sûreté dans sa construction et maintenance (I)*

## Redactora:

María del Carmen García Vico  
Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos

CENTRO NACIONAL DE  
MEDIOS DE PROTECCIÓN

*En esta nota técnica se definen las particularidades constructivas de los invernaderos artesanales, tipo "parral" o de "raspa y amagado", caracterizando la actividad de construcción, conservación y mantenimiento de los mismos. Subsiguientemente se identifican los riesgos de seguridad, a los que pueden estar expuestos los trabajadores que desarrollan dichas operaciones.*

*Las NTP son guías de buenas prácticas. Sus indicaciones no son obligatorias salvo que estén recogidas en una disposición normativa vigente. A efectos de valorar la pertinencia de las recomendaciones contenidas en una NTP concreta es conveniente tener en cuenta su fecha de edición.*

## 1. INTRODUCCIÓN

Los espacios agrarios han experimentado, desde hace décadas, una serie de transformaciones que comenzaron a manifestarse con el paso de un modelo agrario "tradicional" hacia otro modelo "de mercado" basado en la tecnología y la intensificación de los cultivos hortícolas. En este sentido, los invernaderos han dejado de ser una infraestructura aislada de la explotación agrícola para convertirse en una unidad productiva en sí misma, lo que a su vez ha generado una industria paralela de construcción de este tipo de estructuras.

La norma UNE-EN 13031-1:2002 establece las reglas para el proyecto y construcción de estructuras de invernaderos para la producción de plantas y cosechas, y define invernadero como "estructura usada para el cultivo y/o protección de plantas y cosechas, la cual optimiza la transmisión de radiación solar bajo condiciones controladas para mejorar el entorno del cultivo y cuyas dimensiones posibilitan el trabajo de las personas en su interior".

Los invernaderos artesanales, de tipo "parral" (Fig. 1) o de "raspa y amagado" (Fig. 2), han sido los tradicionalmente empleados en el sureste español, debido a su bajo coste, su construcción básicamente con materiales locales y su adaptabilidad para explotaciones de pequeño tamaño.

En la actualidad nos encontramos en una situación en la que los invernaderos artesanales van siendo sustituidos por invernaderos industriales, con niveles de tecnificación cada vez mayores, que siguen utilizando filmes plásticos como material de cubierta, presentando mayores niveles de control (riego, sombreo, ventilación,..) y que se construyen con procedimientos propios del sector construcción por parte de empresas especializadas.

No obstante las estructuras artesanales siguen siendo mayoritarias en el sureste español, y, si bien están apareciendo alternativas a las nuevas construcciones, las operaciones de reparación y mantenimiento de las mismas sigue teniendo repercusión en el ámbito agrícola.

El modelo y procedimiento constructivo de los invernaderos artesanales tiene especial incidencia en la seguridad

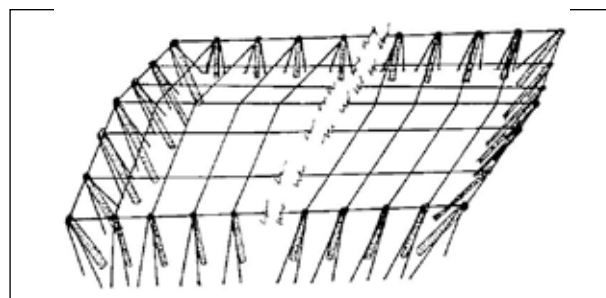


Figura 1. Esquema tipo de líneas principales de la estructura de un invernadero artesanal tipo "parral"

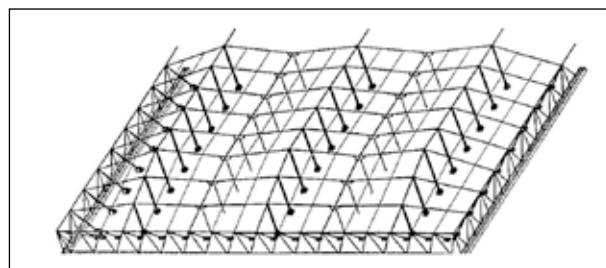


Figura 2. Esquema tipo de la estructura de un invernadero artesanal tipo "raspa y amagado"

de los trabajadores que intervienen, motivado fundamentalmente por los procedimientos artesanales empleados, la elevada subcontratación requerida en ocasiones, la baja formación e información, la deficiente especialización y la exposición a una serie de riesgos entre los que destacan, según en qué fase, las caídas de altura. De igual forma, el modelo y procedimiento constructivo interfiere en la seguridad y salud de las personas que posteriormente han de llevar a cabo las tareas de reparación y mantenimiento de las estructuras (reparación/sustitución de plásticos, colocación de mallas de sombreo, blanqueado o encolado de la cubierta), tareas que habitualmente son encomendadas a trabajadores propios de la explotación.

## 2. PROCESO CONSTRUCTIVO

Los elementos estructurales que conforman los invernaderos artesanales son, por lo general, fabricados o transformados en la propia explotación agrícola, adaptándolos a las particularidades de la misma y al cometido específico que se les asigna.

- La tabla 1 esquematiza los elementos constructivos tipo, que forman parte de una estructura artesanal tipo “parral”.
- La tabla 2 esquematiza los elementos constructivos tipo, que forman parte de una estructura artesanal tipo “raspa y amagado”.

A continuación se incluye una breve descripción de los trabajos a ejecutar en las distintas fases que conforman el proceso constructivo de un invernadero artesanal, así como un listado, no exhaustivo, de las herramientas y equipos de trabajo de uso habitual en cada una de ellas.

### Trabajos previos

- Levantamiento topográfico del terreno, explanado y nivelado del mismo con el consiguiente movimiento de tierras.

#### *Equipos de trabajo y herramientas de uso habitual*

- Equipo topográfico
- Motoniveladora
- Pala cargadora
- Retroexcavadora
- Camión basculante
- Tractor con trailla
- Bulldozer
- Herramientas manuales (rastrillo, martillo, ...)

### Replanteo y construcción del murete exterior

- Trazado en el suelo de la retícula que conformará los puntos de apoyo y/o sujeción de la estructura al suelo.
- Construcción, rodeando el perímetro del invernadero, del murete, de hormigón o mampostería, que permite aislar el invernadero del exterior a nivel del suelo.

#### *Equipos de trabajo y herramientas de uso habitual*

- Retroexcavadora
- Camión basculante
- Camión hormigonera
- Camión grúa
- Grupo electrógeno
- Hormigonera eléctrica
- Vibrador de hormigón
- Radial
- Herramientas manuales (pico, pala, carretilla, rastrillo, palaustre, mazo de goma, tenazas, ...)

### Cimentación

- Ejecución de los pozos de cimentación: sobre los que se colocarán las bases de los pies derechos, las bases para los soportes perimetrales (laterales, frontales, y, en su caso, de cumbre y de amagado) y los muertos de amagado.
- Los hoyos de los pozos de cimentación (Ø 0,30 m. con 0,70 a 1,00 m. de profundidad para pies derechos, y

hasta 2,50 m. para soportes perimetrales y amagados) se llevan a cabo bien manualmente, o más frecuentemente, mediante perforadora hidráulica o usando brocas accionadas por la toma de fuerza del tractor.

- Construcción del zuncho perimetral a la distancia de las paredes en que se vayan a sujetar los vientos perimetrales. El zuncho puede consistir en una zanja rellena de hormigón de la que sobresalen las horquillas donde se amarran los vientos, o, más sofisticadamente, en zapatas corridas en cuya armadura se efectúa el amarre.
- Puesta en obra de los muertos, necesaria para el anclaje de la estructura, fijándolos por un extremo a puntos fundamentales de la instalación, y por otro al suelo o a otro punto fijo. Tradicionalmente los muertos han sido piedras bastas, con hendiduras para amarrar los alambres, en la actualidad predominan los redondos de acero embebidos en los pozos de cimentación o en los zunchos perimetrales, según el caso.
- Ejecución de los vientos, bien con alambre o con redondos de acero galvanizados. En caso de usar alambre, previamente a su amarre, habrá que trenzar el mismo con el número de hebras necesario.
- Colocación de los bloques o peanas. Cada soporte queda anclado mediante un muerto que abraza el bloque sobre el que se asienta.

#### *Equipos de trabajo y herramientas de uso habitual*

- Retroexcavadora
- Camión basculante
- Camión hormigonera
- Camión grúa
- Grupo electrógeno
- Tractor
- Perforadora hidráulica
- Hormigonera eléctrica
- Vibrador de hormigón
- Cizalla
- Radial
- Herramientas manuales (pico, pala, carretilla, rastrillo, palaustre, mazo de goma, tenazas, ...)

### Preparación del terreno

- Aporte de arena y estiércol (o abono de fondo) a la superficie del terreno que ocupará el invernadero (enarenado y estercolado).
- Extendido de una capa de 10-15 cm. de arena sobre el suelo previamente abonado (0,8 - 1 cm.).

#### *Equipos de trabajo y herramientas de uso habitual*

- Motoniveladora
- Pala cargadora
- Camión basculante
- Tractor con trailla
- Herramientas manuales (pala, rastrillo,...)

### Colocación de soportes perimetrales (esquineros, de banda y frontales), maestras y cordadas

- Disposición de los soportes perimetrales esquineros sobre los bloques o peanas correspondientes. En su colocación se utilizan, además de dos de los tres vientos definitivos, dos vientos provisionales (trabones) tensados con la ayuda de polipastos que enganchan al alambre con unos artilugios llamados “porros”, hasta que el esquinero queda a la altura deseada.

A. INVERNADERO ARTESANAL TIPO "PARRAL"			
<b>A. ESTRUCTURA VERTICAL</b>		<b>Descripción:</b>	
Elementos:		Soportes perimetrales: todos inclinados	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Soportes rígidos perimetrales.</li> <li>• Soportes rígidos interiores.</li> <li>• Mallas laterales y frontales (interiores y exteriores).</li> </ul>	Esquineros	de "banda" o pared lateral	Frontales
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Son los más importantes.</li> <li>• Se colocan en todos los vértices de la forma poligonal del invernadero.</li> <li>• Inclinados hacia el exterior 60° respecto a la horizontal.</li> <li>• En cada vértice se suelen colocar tres soportes.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inclinaos hacia el exterior.</li> <li>• Junto con los vientos sirven para tensar las cordadas transversales.</li> <li>• Separación habitual 2,00 m.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sirven para sujetar los vientos y tensar las cordadas longitudinales.</li> <li>• Separación habitual 2,00 m.</li> </ul>
Materiales:		Soportes interiores: todos suelen ser rectos	
Soportes:		Todos suelen ser rectos (pies derechos) y están distribuidos por todo el invernadero. Suelen estar separados 2,00 m en sentido longitudinal y 4,00 m. en sentido transversal, aunque también se presentan en separaciones de 2 x 2 y 3 x 4.	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rollizos de pino o de eucalipto, con diámetro variable de 12-18 cm. en los esquineros hasta los 6-10 cm. en los interiores.</li> <li>• Tubos de acero galvanizado.</li> <li>• Perfiles laminares de acero.</li> </ul> Mallas laterales y frontales:		Mallas laterales y frontales	
		Malla interior	Malla exterior
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alambre de acero galvanizado, habitualmente del nº 14 (2,2 mm. de diámetro).</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se sujeta a los apoyos esquineros por abajo y por arriba a las cordadas perimetrales y a los vientos extremos.</li> <li>• Se teje formando cuadrículas de 30 x 30 cm.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se sujeta a los apoyos esquineros por abajo y por arriba a los vientos extremos.</li> <li>• Se teje formando cuadrículas de 50 x 50 cm.</li> </ul>
<b>B. ESTRUCTURA DE CUBIERTA</b>		<b>Descripción:</b>	
Elementos:		Malla interior o inferior principal: soporta la estructura de cubierta del invernadero	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Malla interior o inferior (principal y secundaria).</li> <li>• Malla exterior.</li> </ul>	Maestra corredera	Cordadas longitudinales ("correas")	Cordadas transversales
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• De cerco, forma el perímetro de la malla, es decir, la forma geométrica del invernadero.</li> <li>• Se apoya en soportes perimetrales.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se apoya en soportes perimetrales frontales y van unidos a los pies derechos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se apoya en soportes perimetrales de banda, simétricos, cruzándose con las correas.</li> </ul>
Materiales:		Malla inferior secundaria	
Líneas principales:		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se teje formando cuadrículas de 20 x 20 cm.</li> <li>• Se sujeta al cerco (maestra corredera).</li> </ul>	
Líneas secundarias:		Malla exterior	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alambre de acero galvanizado, habitualmente del nº 14 (2,2 mm. de diámetro).</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sujeta el material de cubierta del invernadero para que no se levante por efecto de la succión del viento.</li> <li>• Formada por las mismas líneas principales y secundarias que la inferior.</li> <li>• Se superpone a la malla interior, dejando el material de cubierta entre ellas.</li> </ul>	
<b>C. TIPOLOGÍA DE CUBIERTA</b>			
Apariencia	Altura	Material	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sensiblemente plana.</li> <li>• Superficie agujereada en caso de empleo de material de cubierta impermeable.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Compreendida entre 3,25 y 4,00 m.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Habitualmente filmes plásticos flexibles, si bien se pueden emplear también mallas.</li> <li>• Uso común: polietileno de baja densidad (otros: copolímeros de etileno y acetato de vinilo, acrilato de butilo, PVC y polietileno lineal de baja densidad).</li> </ul>	
<b>D. ANCLAJE (CIMENTACIÓN)</b>			
Elementos:		Vientos	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vientos.</li> <li>• Muertos.</li> <li>• Cimentación.</li> <li>• Bloque o peana.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Los vientos se caracterizan en función de los soportes.</li> <li>• Suelen ser alambres cordados.</li> </ul>		
	Esquineros	de "banda" o laterales	Interiores
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Son los que soportan mayor tensión.</li> <li>• Cada soporte suele llevar 3 vientos (en cada vértice 9).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cada soporte suele llevar 2 vientos, compartiendo uno cada dos de ellos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cada soporte suele llevar 1 viento, introduciéndolo por un orificio ejecutado previamente.</li> </ul>	
Materiales:		Muertos	
Vientos:		Son elementos que posibilitan la fijación de los vientos al suelo. Existen distintas posibilidades de ejecución (piedras enterradas en pozos u hoyos de cimentación a las que se amarran los vientos, lazos embutidos en zapatas de hormigón a los que sujetar los vientos,...).	
Cimentación:		Cimentación	
		Pozo de cimentación	Zapata aislada
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hormigón en masa, hormigón ciclópeo (hormigón en masa y piedras o escollera) u hormigón armado (hormigón en masa vibrado y acero corrugado) dependiendo del tipo.</li> </ul> Bloques o peanas:		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Perforaciones de profundidad y diámetro variable.</li> <li>• Son frecuentes las formas de bulbo.</li> <li>• Se rellenan habitualmente de hormigón en masa o ciclópeo.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bloques de hormigón armado, de forma cuadrada o rectangular.</li> <li>• Mejoran las condiciones de transmisión de esfuerzos al terreno.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hormigón en masa vibrado prefabricado (su peso oscila de 35 a 45 kg).</li> </ul>		Zapata corrida	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Uso frecuente si las zapatas aisladas se solapan o están muy próximas.</li> <li>• De hormigón armado.</li> <li>• Uso extendido para la fijación de los muertos perimetrales.</li> </ul>
		Bloque o peana	
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Soportan la base del soporte, en función del tipo de soporte la superficie de apoyo es recta o inclinada 60° con la horizontal.</li> <li>• Pueden tener forma de dado o de tronco de pirámide.</li> <li>• Habitualmente se colocan sobre un pozo de cimentación.</li> </ul>	
<b>E. ANCHURA</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• El invernadero ajusta su forma geométrica a la de la parcela que ocupa.</li> <li>• Suele oscilar entre 12,00 y 16,00 m.</li> </ul>			
<b>F. SISTEMAS ACCESORIOS</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Su propio diseño imposibilita la instalación de sistemas de ventilación y calefacción.</li> <li>• Posibilidad de colocación de "mallas de sombreo".</li> </ul>			

Tabla 1. Elementos estructurales y principales características de los invernaderos artesanales tipo "parral"

B. INVERNADERO ARTESANAL TIPO "RASPA Y AMAGADO"				
<b>A. ESTRUCTURA VERTICAL</b>		<b>Descripción:</b>		
Elementos:		Soportes perimetrales: todos inclinados		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Soportes rígidos perimetrales.</li> <li>• Soportes rígidos interiores.</li> <li>• Mallas laterales y frontales (interiores y exteriores).</li> </ul>	Esquineros	de "banda" o pared lateral	Frontales	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Son los más importantes.</li> <li>• Se colocan en todos los vértices de la forma poligonal del invernadero.</li> <li>• Inclinados hacia el exterior 60° respecto a la horizontal.</li> <li>• En cada vértice se suelen colocar tres soportes.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inclínados hacia el exterior.</li> <li>• Junto con los vientos sirven para tensar las cordadas transversales.</li> <li>• Separación habitual 2,00 m.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sirven para sujetar los vientos y tensar las cordadas longitudinales.</li> <li>• Separación habitual 2,00 m.</li> <li>• Distinguir entre ellos los soportes perimetrales extremos de cumbrera y los de amagado.</li> </ul>	
Materiales:		Soportes interiores: todos suelen ser rectos (pies derechos)		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Soportes:</li> <li>• Rollizos de pino o de eucalipto, con diámetro variable de 12-18 cm. en los esquineros hasta los 6-10 cm. en los interiores. Los pies derechos de cumbrera suelen tener un diámetro medio de 10-12 cm.</li> <li>• Tubos de acero galvanizado.</li> <li>• Perfiles laminares de acero.</li> <li>• Mallas laterales y frontales:</li> <li>• Alambre de acero galvanizado, habitualmente del nº 14 (2,2 mm. de diámetro).</li> </ul>	De cumbrera		Intermedios	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Altura que oscila entre 3,00 y 4,20 m.</li> <li>• Separación habitual de 2,00 a 2,50 m.</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Distribuidos por el invernadero.</li> <li>• Suelen estar separados 2,00 m en sentido longitudinal y 4,00 m. en sentido transversal, aunque también se presentan en separaciones de 2 x 2 y 3 x 4.</li> <li>• Altura variable según su posición.</li> </ul>	
	Mallas laterales y frontales			
	Malla interior		Malla exterior	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se sujeta a los apoyos esquineros por abajo y por arriba a las cordadas perimetrales y a los vientos extremos.</li> <li>• Se teje formando cuadrículas de 30 x 30 cm.</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se sujeta a los apoyos esquineros por abajo y por arriba a los vientos extremos.</li> <li>• Se teje formando cuadrículas de 50 x 50 cm.</li> </ul>		
<b>B. ESTRUCTURA DE CUBIERTA</b>		<b>Descripción:</b>		
Elementos:		Malla interior o inferior principal: soporta la estructura de cubierta del invernadero.		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Malla interior o inferior (principal y secundaria).</li> <li>• Malla exterior.</li> </ul>	Maestra corredera	Cordadas longitudinales ("correas")	Cordadas transversales	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• De cerco, forma el perímetro de la malla, es decir, la forma geométrica del invernadero.</li> <li>• Se apoya en soportes perimetrales.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se apoya en soportes perimetrales frontales y van unidos a los pies derechos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se apoya en soportes perimetrales de banda, simétricos, cruzándose con las correas.</li> </ul>	
	Maestra de cumbrera		Maestra de amagados	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se apoya en soportes perimetrales frontales de la línea de cumbrera y van unidos a los pies derechos de cumbrera.</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se apoya en soportes perimetrales frontales de amagados.</li> <li>• Se coloca por encima de las cordadas transversales.</li> </ul>		
Materiales:		Malla inferior secundaria		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Líneas principales:</li> <li>• Alambre de acero galvanizado, habitualmente del nº 20 (4,4 mm. de diámetro) y, según esfuerzos a soportar, de 1 a 3 unidades debidamente trenzadas.</li> <li>• Líneas secundarias:</li> <li>• Alambre de acero galvanizado, habitualmente del nº 14 (2,2 mm. de diámetro).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se teje formando cuadrículas de 20 x 20 cm.</li> <li>• Se sujeta al cerco (maestra corredera).</li> </ul>			
	Malla exterior			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sujeta el material de cubierta del invernadero para que no se levante por efecto de la succión del viento.</li> <li>• Formada por las mismas líneas principales y secundarias que la inferior.</li> <li>• Se superpone a la malla interior, dejando el material de cubierta entre ellas.</li> </ul>				
<b>C. TIPOLOGÍA DE CUBIERTA</b>				
Apariencia	Altura	Material		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Suaves capillas con pendiente que varía entre 6 y 20°.</li> <li>• Superficie agujereada en caso de empleo de material de cubierta impermeable.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cumbrera comprendida entre 3,25 y 4,00 m.</li> <li>• Amagado comprendido de 2,00 a 2,80 m.</li> <li>• Bandas laterales de 2,00 a 2,50 m.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Habitualmente filmes plásticos flexibles, si bien se pueden emplear también mallas.</li> <li>• Uso común: polietileno de baja densidad (otros: copolímeros de etileno y acetato de vinilo, acrílate de butilo, PVC y polietileno lineal de baja densidad).</li> </ul>		
<b>D. ANCLAJE (CIMENTACIÓN)</b>		<b>Descripción:</b>		
Elementos:		Vientos		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vientos.</li> <li>• Muertos.</li> <li>• Cimentación.</li> <li>• Bloque o peana.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Los vientos se caracterizan en función de los soportes.</li> <li>• Suelen ser alambres cordados.</li> </ul>			
	Esquineros	de "banda" o laterales	Interiores	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Son los que soportan mayor tensión.</li> <li>• Cada soporte suele llevar 3 vientos (en cada vértice 9).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cada soporte suele llevar 2 vientos, compartiendo uno cada dos de ellos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cada soporte suele llevar 1 viento, introduciéndolo por un orificio ejecutado previamente.</li> </ul>	
	De cumbrera		De amagado	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cada soporte extremo frontal de cumbrera suele llevar 3 vientos.</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cada soporte extremo frontal de amagado suele llevar 3 vientos.</li> </ul>		

Tabla 2. Elementos estructurales y principales características de los invernaderos artesanales tipo "raspa y amagado"

(continua en página siguiente)

<b>Materiales:</b>	<b>Muertos</b>		
<p><b>Vientos:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Alambre de acero galvanizado, habitualmente del nº 20 y, dependiendo de los esfuerzos a soportar de 1 a 3 unidades debidamente trenzadas (cordadas).</li> </ul> <p><b>Cimentación:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Hormigón en masa, hormigón ciclópeo (hormigón en masa y piedras o escollera) u hormigón armado (hormigón en masa vibrado y acero corrugado) dependiendo del tipo.</li> </ul> <p><b>Bloques o peanas:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Hormigón en masa vibrado prefabricado (su peso oscila de 35 a 45 kg).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Son elementos que posibilitan la fijación de los vientos al suelo.</li> <li>Existen distintas posibilidades de ejecución (piedras enterradas en pozos u hoyos de cimentación a las que se amarran los vientos, lazos embutidos en zapatas de hormigón a los que sujetar los vientos,...).</li> </ul>		
	<b>Muertos de amagado</b>		
	<ul style="list-style-type: none"> <li>En cada punto de cruce, amarra la maestra de amagados a la respectiva cordada transversal, mediante una trenza de alambre que las ancla al suelo.</li> </ul>		
	<b>Cimentación</b>		
	<b>Pozo de cimentación</b>	<b>Zapata aislada</b>	<b>Zapata corrida</b>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Perforaciones de profundidad y diámetro variable.</li> <li>Son frecuentes las formas de bulbo.</li> <li>Se rellenan habitualmente de hormigón en masa o ciclópeo.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Bloques de hormigón armado, de forma cuadrada o rectangular.</li> <li>Mejoran las condiciones de transmisión de esfuerzos al terreno.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Uso frecuente si las zapatas aisladas se solapan o están muy próximas.</li> <li>De hormigón armado.</li> <li>Uso extendido para la fijación de los muertos perimetrales.</li> </ul>
<b>Bloque o peana</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>Soportan la base del soporte, en función del tipo de soporte la superficie de apoyo es recta o inclinada 60° con la horizontal.</li> <li>Pueden tener forma de dado o de tronco de pirámide.</li> <li>Habitualmente se colocan sobre un pozo de cimentación.</li> </ul>			
<b>E. ANCHURA</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>El invernadero ajusta su forma geométrica a la de la parcela que ocupa.</li> <li>Se suele emplear cuando la anchura de la parcela es superior a 20,00 m. y por tanto para construir el invernadero hay que adosar varias naves.</li> </ul>			
<b>F. SISTEMAS ACCESORIOS</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>Su propio diseño imposibilita la instalación de sistemas de ventilación y calefacción.</li> <li>La disposición en raspa y apagado posibilita la colocación de canaletas para la evacuación de aguas pluviales.</li> <li>Posibilidad de colocación de "mallas de sombreado".</li> </ul>			

Tabla 2. Elementos estructurales y principales características de los invernaderos artesanales tipo "raspa y amagado"

- Instalación de las maestras correderas a la altura de las cabezas de los esquineros, conformando la forma geométrica del invernadero. El tensado de las mismas se hace nuevamente con la ayuda un polipasto. En caso de usar perfiles laminares de acero la unión entre elementos metálicos se hace mediante soldadura.
- El proceso de colocación de los esquineros se da por finalizado con la ejecución y tesado del tercer viento, repaso del tesado de los dos vientos laterales, mediante torniquete con llave y por último la retirada de los trabones.
- La instalación del resto de soportes perimetrales (banda y frontales) se inicia en los soportes adyacentes a los esquineros, y es similar a la colocación de éstos.
- Los soportes perimetrales se sujetan a la maestra corredera por medio de una ratonera de alambre.
- Una vez emplazados los soportes perimetrales se colocan los dos primeros soportes de cumbrera, uno a cada lado de la pared frontal, se dispone la cordada maestra de cumbrera con la ayuda de polipasto, y se procede con el resto de soportes de cumbrera. Todos los soportes se amarran en la parte superior con garroteras y abajo con ratoneras.
- Una vez instalada la maestra de cumbrera, se colocan las cordadas transversales con la ayuda del polipasto y tensado final mediante torniquete con llave.
- Disposición de las cordadas longitudinales, de igual forma que las transversales, y cruzándolas con estas alternativamente.

*Equipos de trabajo y herramientas de uso habitual*

- Grupo eléctrico
- Equipo de soldadura
- Herramientas manuales (alicates, tenazas, escoplos, cepillo de alambre, martillo, ...)
- Cizalla

- Llave garrotera
- Trácker
- Porro o rana
- Taladro
- Radial
- Andamios
- Escaleras de mano
- PEMP (plataforma elevadora móvil personal)

**Instalación de los soportes interiores**

Una vez instaladas las cordadas longitudinales y transversales se colocan los soportes interiores intermedios, amarrados en la parte superior con garroteras, y abajo con ratoneras. Las garroteras sujetan a las dos cordadas, la longitudinal y la transversal.

*Equipos de trabajo y herramientas de uso habitual*

- Grupo eléctrico
- Herramientas manuales (alicates, tenazas, escoplos, cepillo de alambre, martillo, ...)
- Cizalla
- Llave garrotera
- Porro o rana
- Taladro
- Radial
- Andamios
- Escaleras de mano
- PEMP

**Ejecución de los amagados**

- Únicamente se usan cuando van unidas varias naves, siendo necesario disponer primero la maestra de amagados en sentido longitudinal, apoyada en los soportes frontales de amagado, ejecutándose del mismo modo que la maestra de cumbrera.

- Se sujeta la maestra de amagados en cada cruce de cordada longitudinal y transversal al suelo, mediante viento o amagado.

#### *Equipos de trabajo y herramientas de uso habitual*

- Grupo eléctrico
- Herramientas manuales (alicates, tenazas, escoplos, cepillo de alambre, martillo, ...)
- Cizalla
- Llave garrotera
- Porro o rana
- Taladro
- Radial
- Andamios
- Escaleras de mano
- PEMP

#### **Tejido de las mallas**

- Ejecución de las mallas de techumbre con alambre, la inferior tejiendo sobre las cordadas una cuadrícula de 20 x 20 cm. y la exterior, formada las mismas líneas principales y secundarias que la interior, con cuadrículas más amplias.
- Tejido de las mallas laterales con alambre, la interior con una cuadrícula de 30 x 30 cm. y la exterior de 50 x 50 cm.

#### *Equipos de trabajo y herramientas de uso habitual*

- Herramientas manuales (alicates, tenazas, ...)
- Cizalla
- Radial
- Andamios
- Escaleras de mano
- PEMP

#### **Recubrimiento de las bandas, colocación de la cubierta de plástico y punteo final**

- Tensado de la malla interior y atado de ella a los puntos de la estructura donde deba sujetarse.
- Introducción del plástico entre las mallas exterior e interior en sentido transversal.
- Se suelta la malla exterior de las correas perimetrales, únicamente en los puntos donde se introduce el plástico.
- Colocación de canutos separadores, 15 a 20 cm., en distintos puntos del techo para separar las dos mallas.
- Introducción de la tira de plástico en la banda, procediendo de forma análoga en las adyacentes, procurando un solape de 40 a 50 cm.
- Introducido la totalidad del plástico de cubierta, tensado y sujeción de la malla exterior, atándola a la estructura perimetral del invernadero.
- Unión de las dos mallas mediante alambre fino, perforando el plástico.

#### *Equipos de trabajo y herramientas de uso habitual*

- Herramientas manuales (alicates, tenazas, cuchillo, tijeras, ...)
- Andamios
- Escaleras de mano

#### **Colocación del plástico en paredes**

- Liberación de los alambres que sujetan la malla exterior.

- Construcción de un surco en el suelo, bordeando el perímetro del invernadero.
- Introducción de la tira de la lámina de plástico entre las mallas.
- El borde inferior de la lámina de plástico se entierra en el surco, y los extremos se atan a los esquineros. El borde superior de la lámina se enrolla a un tubo flexible y se sujeta con alambre.
- Introducido la totalidad del plástico, se tensa y sujeta la malla exterior, atándola a la estructura del invernadero.
- Unión de las dos mallas mediante alambre fino, perforando el plástico.

#### *Equipos de trabajo y herramientas de uso habitual*

- Herramientas manuales (alicates, tenazas, cuchillo, tijeras, ...)
- Andamios
- Escaleras de mano

#### **Colocación de las puertas**

- Suelen ser metálicas, construidas por un herrero en su taller.
- El marco se ata a dos soportes colocados verticalmente bajo dos soportes de banda, el dintel superior se fija a las maestras perimetrales.

#### *Equipos de trabajo y herramientas de uso habitual*

- Grupo eléctrico
- Equipo de soldadura
- Camión grúa
- Herramientas manuales (alicates, tenazas,...)
- Andamios
- Escaleras de mano

### **3. OPERACIONES DE CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO**

#### **Reparación o sustitución de plástico**

Es la tarea de mantenimiento más problemática y costosa. Supone una maniobra engorrosa e intensiva en mano de obra, lo que conlleva un elevado riesgo potencial de accidentes. Implica una tarea previa de extendido del film, y posteriores operaciones de tensado y fijación a la estructura.

El trabajador debe caminar por la estructura de alambre para desplazarse, y debe separar las dos mallas de alambre de la cubierta e introducir el plástico entre ellas.

#### **Retesado, reparación o sustitución de alambres, cordones o trenzas**

El tejido de cubierta es el encargado de sustentar el plástico y transmitir las acciones al resto de la estructura, de modo que hay que sustituir o reparar alambres cordones o trenzas cuando están deteriorados o se detecta un mal funcionamiento. En ocasiones la reparación se ejecuta con unos dispositivos, denominados retención, en su variante recta.

A veces, para asegurar el sostenimiento de la estructura, es necesario el retesado del alambre pórtico, cuando el deslizamiento excesivo del nudo (por alternancia de temperaturas o la acción del viento), supone una disminución de tensiones.

### Colocación de mallas de sombreo

En ocasiones, para reducir la radiación incidente en el invernadero se disponen mallas (polietileno, polipropileno, poliéster o de derivados acrílicos) descansando sobre la cubierta y colgando o no por los laterales en función del grado de sombreo deseado.

### Blanqueado o encalado de la cubierta

Para reducir la entrada de luz al invernadero y así evitar incrementos de temperatura, en ocasiones, se procede a pintar la superficie exterior (cubierta y paredes) del invernadero con cal, carbonato de calcio, pinturas especiales, etc.

Habitualmente el encalado se realiza utilizando una lanza conectada a una bomba de alta presión que pulveriza a través de una boquilla, el operario recorre la superficie de cubierta dirigiendo la boquilla de lado a lado. El operario se desplaza caminando sobre las cordadas de mayor sección.

También son frecuentes las operaciones de limpieza del encalado. Se efectúa mediante agua a presión y en algunos casos con escobas o máquinas dotadas de rulos limpiadores rotatorios motorizados.

## 4. IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS

Conocidas las distintas operaciones que se realizan durante la construcción, conservación y mantenimiento de un invernadero artesanal, se deben identificar los riesgos a los que pueden estar expuestos los trabajadores en el desarrollo de estas actividades (véase tabla 3).

La identificación de riesgos referenciada pretende ser general, si bien atendiendo a las características propias de un determinado invernadero artesanal y a la forma de cómo se realicen las distintas operaciones durante su construcción, conservación y mantenimiento, pueden variar.

Destacar que únicamente se hace referencia a los riesgos de la disciplina de seguridad en el trabajo, en actividades propias de construcción, conservación y mantenimiento de la infraestructura, no incluyendo por tanto riesgos de otra disciplina o derivados de actividades ligadas a la explotación del invernadero. La relación de riesgos considerados se ha realizado de acuerdo con los códigos de forma de accidente recogidos en la Orden de 16 de diciembre de 1987 por la que se establecen modelos para la notificación de accidentes de trabajo y que se describen en la guía "Evaluación de las Condiciones de Trabajo en la PYME" publicada por el INSHT.

		1. Caída de personas a distinto nivel	2. Caída de personas al mismo nivel	3. Caída de objetos por desplome o derrumbamiento	4. Caída de objetos en manipulación	5. Caída de objetos desprendidos	6. Pisadas sobre objetos	7. Choques contra objetos móviles	8. Golpes/cortes por objetos o herramientas	9. Proyección de fragmentos o partículas	10. Atrapamiento o aplastamiento por o entre objetos	11. Atrapamiento o aplastamiento por vuelco de máquinas o vehículos	12. Contactos térmicos	13. Contactos eléctricos	14. Explosiones	15. Incendios	16. Atropello o golpes con vehículos
CONSTRUCCIÓN	Trabajos previos	X	X		X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Replanteo y construcción del murete exterior	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Cimentación	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Preparación del terreno	X	X					X	X	X	X	X	X		X	X	X
	Colocación de soportes perimetrales, maestras y cordadas	X	X	X	X		X		X	X	X		X		X	X	
	Instalación de soportes interiores	X			X				X					X		X	
	Ejecución de los amagados	X			X				X					X		X	
	Tejido de las mallas	X	X	X	X		X		X		X			X			
	Recubrimiento de las bandas, colocación de la cubierta y punteo final	X	X	X	X		X		X		X			X			
	Colocación del plástico en paredes	X			X		X		X								
Colocación de las puertas	X			X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO	Reparación o sustitución de plásticos	X	X	X	X		X		X		X			X			
	Retesado, reparación o sustitución de alambres, cordones o trenzas	X	X	X	X		X		X	X	X		X	X	X	X	
	Colocación de mallas de sombreo	X	X	X	X		X		X					X			
	Blanqueado o encalado de la cubierta	X	X	X	X		X		X	X				X			

Tabla 3. Principales riesgos laborales, de seguridad, identificados en la construcción, conservación y mantenimiento de un invernadero artesanal

**BIBLIOGRAFÍA**

---

UNE-EN 13031-1

**Invernaderos. Proyecto y construcción. Parte 1: Invernaderos de producción comercial.**

MIRANDA GARCÍA, R.M. Y MARTÍNEZ LÓPEZ, D.

**Estudio sobre los riesgos laborales derivados de la construcción de invernaderos y de las medidas preventivas aplicables para reducir su incidencia.**

*COITAA (2007)*

NAVARRO CASTILLO, J.A, MIRANDA GARCÍA, R.M. Y MARTÍNEZ LÓPEZ D.

**Riesgos laborales en la construcción de invernaderos y medidas preventivas aplicables**

*COITAA*

SERRANO CERMEÑO, Z.

**Construcción de Invernaderos.**

*Ediciones Mundi-Prensa (1994)*

*ISBN: 84-8476-251-3*

**Agradecimientos:**

JOSÉ PÉREZ ALONSO

**Departamento de Ingeniería Rural. Universidad de Almería.**

ANTONIO MORENTE SÁNCHEZ

**Jefe del Servicio de Seguridad y Formación del ISSL de la Región de Murcia.**