

# Introducción a los recursos técnicos y medios auxiliares en edificación

Pablo Altaba Tena



Col·lecció «Sapientia», núm. 187

# INTRODUCCIÓN A LOS RECURSOS TÉCNICOS Y MEDIOS AUXILIARES EN EDIFICACIÓN

Pablo Altaba Tena

DEPARTAMENT D'ENGINYERIA MECÀNICA I CONSTRUCCIÓ I L'ÀREA CONSTRUCCIONS ARQUITECTÒNIQUES

■ Codi de l'assignatura: ED0927 - Gestió de recursos humans i tècnics en edificació  
ED2065 - Gestió integral de recursos i prevenció de riscos

Edita: Publicacions de la Universitat Jaume I. Servei de Comunicació i Publicacions  
Campus del Riu Sec. Edifici Rectorat i Serveis Centrals. 12071 Castelló de la Plana  
<http://www.tenda.uji.es> e-mail: [publicacions@uji.es](mailto:publicacions@uji.es)

Colección Sapientia 187  
[www.sapientia.uji.es](http://www.sapientia.uji.es)  
Primera edición, 2022

ISBN: 978-84-18951-73-2  
DOI: <http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia187>



Publicacions de la Universitat Jaume I es miembro de la UNE, lo que garantiza la difusión y comercialización de sus publicaciones a nivel nacional e internacional. [www.une.es](http://www.une.es).



Atribución-CompartirIgual 4.0 Internacional (CC BY-SA 4.0)  
<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0>

*Este libro, de contenido científico, ha estado evaluado por personas expertas externas a la Universitat Jaume I, mediante el método denominado revisión por iguales, doble ciego.*



# ÍNDICE

<b>Introducción</b> .....	<b>11</b>
<b>1. Generalidades sobre los recursos necesarios para la ejecución de una obra de construcción</b> .....	<b>13</b>
1.1. Introducción .....	13
1.2. El papel del arquitecto técnico .....	14
1.3. Conceptos básicos .....	15
1.3.1. Proceso .....	15
1.3.2. Procedimiento .....	15
1.3.3. Recursos humanos .....	15
1.3.4. Herramienta .....	15
1.3.5. Utensilio para la construcción .....	16
1.3.6. Equipo de obra .....	17
1.3.7. Medios auxiliares: estructura auxiliar y desmontable de obra .....	19
1.3.8. Instalación provisional o auxiliar de obra .....	19
1.3.9. Almacén .....	19
1.3.10. Taller .....	20
1.3.11. Parque de maquinaria .....	20
1.4. Resumen y mapa conceptual .....	20
1.5. Las herramientas y las categorías laborales de los oficios .....	21
1.6. Breve reseña histórica de los equipos de la construcción .....	23
1.7. Normativa aplicable a equipos de obra, instalaciones y medios auxiliares .....	25
<b>2. Herramientas y pequeña maquinaria para la construcción</b> .....	<b>27</b>
2.1. Introducción .....	27
2.2. Herramienta .....	28
2.3. Clasificación de las herramientas .....	28
2.4. Materiales para la fabricación de herramientas .....	29
2.5. El arquitecto técnico: herramientas de replanteo .....	30
2.5.1. Escuadra .....	30
2.5.2. Flexómetro .....	30
2.5.3. Tiralíneas .....	31
2.5.4. Plomada .....	31
2.5.5. Cuerda o hilo .....	31
2.5.6. Nivel de burbuja .....	32
2.5.7. Nivel de agua .....	32

2.6. Herramientas según su función . . . . .	32
2.6.1. Herramientas de corte . . . . .	32
2.6.2. Herramientas de corte, manipulación y sujeción . . . . .	35
2.6.3. Herramientas de maniobra . . . . .	36
2.6.4. Herramientas de golpeo . . . . .	38
2.6.5. Herramientas de maniobra para tornillos y tuercas . . . . .	39
2.6.6. Herramientas para carga y mezcla de materiales . . . . .	41
2.6.7. Herramientas para la aplicación y acabado de mezclas aglomerantes . . . . .	43
2.7. Normas de uso y mantenimiento . . . . .	45
2.8. Pequeña maquinaria . . . . .	46
2.8.1. Pequeña maquinaria para demolición . . . . .	47
2.8.2. Pequeña maquinaria para movimiento de tierras . . . . .	48
2.8.3. Pequeña maquinaria para estructura . . . . .	49
2.8.4. Pequeña maquinaria para albañilería . . . . .	52
2.8.5. Pequeña maquinaria para acabados . . . . .	53
2.9. Normas de uso y mantenimiento . . . . .	54
<b>3. Selección de equipos para los procesos de la construcción . . . . .</b>	<b>55</b>
3.1. Introducción . . . . .	55
3.2. Requisitos técnicos de los equipos . . . . .	57
3.3. Los criterios de selección . . . . .	59
3.4. Rendimientos . . . . .	62
3.5. Ejercicios: . . . . .	63
<b>4. Útiles de obra . . . . .</b>	<b>67</b>
4.1. Introducción . . . . .	67
4.2. Útiles según su función . . . . .	67
4.2.1. Recipientes . . . . .	67
4.2.2. Transporte . . . . .	69
4.2.3. Fijación . . . . .	70
4.2.4. Sujeción y elevación . . . . .	72
4.3. Normas de uso y mantenimiento . . . . .	74
<b>5. Adquisición de equipos para los procesos de la construcción . . . . .</b>	<b>75</b>
5.1. Introducción . . . . .	75
5.2. Depreciación y amortización . . . . .	76

5.3. Formas de adquisición .....	76
5.3.1. Compra de equipos .....	76
5.3.2. Alquiler de equipos .....	78
5.3.3. Subcontratación .....	79
5.4. Formas de financiación .....	80
5.5. Ejercicios .....	81
5.5.1. <i>Leasing</i> y <i>renting</i> .....	81
5.5.2. Coste horario .....	83
5.5.3. Alquiler/compra .....	86
5.5.4. Amortización técnica lineal y técnica funcional .....	87
<b>6. Medios auxiliares: Andamios .....</b>	<b>91</b>
6.1. Introducción .....	91
6.2. Marco normativo .....	93
6.2.1. Real Decreto 1627/1997 .....	94
6.2.2. Real Decreto 1215/1997 .....	96
6.2.3. Convenio colectivo general del sector de la construcción ...	99
6.3. Clasificación .....	102
6.3.1. Andamio de mechina .....	102
6.3.2. Andamio de borriquetas .....	103
6.3.3. Andamio de torreta .....	104
6.3.4. Andamio de mástil .....	105
6.3.5. Andamio colgado .....	106
6.3.6. Andamio tubular .....	109
6.3.7. Denominación de los andamios tubulares según la norma UNE-EN-12810-1 .....	112
6.4. Principales normas de consulta .....	116
6.5. Ejercicio .....	116
<b>7. Medios auxiliares: Encofrados .....</b>	<b>121</b>
7.1. Introducción .....	121
7.2. Tipos .....	123
7.2.1. Encofrados verticales de pilares .....	123
7.2.2. Encofrados verticales de muros .....	126
7.2.3. Encofrados horizontales de vigas y jácenas .....	130
7.2.4. Encofrados horizontales totales .....	130

7.3. Tabica o parapastas	131
7.4. Herramientas y medios auxiliares para la realización de encofrados	132
7.5. Encofrados tradicionales	133
7.5.1. El tapial	133
7.5.2. Los revoltones de yeso	134
<b>8. Medios auxiliares: Apeos</b>	<b>135</b>
8.1. Introducción	135
8.2. Apuntalamientos	136
8.2.1. Tipos de apeos	137
8.2.2. Vocabulario	137
8.3. Cimbras	141
8.3.1. Tipos de Cimbra	142
8.3.2. La cimbra en la construcción tradicional	142
8.4. Entibaciones	144
8.5. Estabilizadores	145
8.6. Técnicas constructivas y ejecución de apeos	147
<b>9. Maquinaria para el hormigonado</b>	<b>151</b>
9.1. Introducción	151
9.2. Confección o amasado	154
9.2.1. Amasadora de plato	155
9.2.2. Hormigonera de carretilla	155
9.2.3. Hormigonera basculante	156
9.2.4. Hormigonera de tambor horizontal	157
9.2.5. Camión hormigonera	157
9.2.6. Autohormigonera móvil	159
9.2.7. Central de hormigonado	159
9.3. Transporte del hormigón	160
9.4. Vertido del hormigón	161
9.4.1. Bombas	162
9.4.2. Medios intermitentes	163
9.4.3. Vibrado	164
9.5. Curado del hormigón	164

**10. Emplazamiento de equipos para la construcción ..... 165**

10.1. Introducción ..... 165  
10.2. Protección ..... 166  
    10.2.1. Vallado ..... 166  
    10.2.2. Protección a terceros ..... 167  
    10.2.3. Protección a edificios colindantes ..... 167  
    10.2.4. Líneas eléctricas ..... 168  
10.3. Instalaciones provisionales ..... 168  
10.4. Talleres en obra ..... 170  
10.5. Equipos en obra ..... 171  
10.6. Higiene ..... 172  
10.7. Ejercicio ..... 172  
10.8. Conclusiones del tema 10 según Fuentes (2001) ..... 176

**Bibliografía ..... 179**

Fuentes ..... 179  
Bibliografía ..... 179  
Normativa de aplicación ..... 181  
Webs de casas comerciales ..... 181



# Introducción

Este temario pretende poner a disposición de los estudiantes del Grado en Arquitectura Técnica, especialmente en la asignatura de ED0927 - Gestión de Recursos Humanos y Técnicos en Edificación, los conocimientos básicos para introducirse en la selección, adquisición y ordenación de los equipos, instalaciones y medios auxiliares en la obra. Este volumen trata la teoría, las principales descripciones de equipos, pequeña maquinaria y medios auxiliares que se deben complementar con las presentaciones, prácticas y los laboratorios de la asignatura.

Los principales objetivos que se pretende conseguir con la asignatura son los siguientes:

- Adquirir nociones básicas sobre la gestión de los equipos de obra y medios auxiliares para aplicarlos a la empresa.
- Seleccionar los diferentes equipos de obra y medios auxiliares en función de sus aplicaciones y características.
- Calcular el coste de los equipos de obra y medios auxiliares, identificar los factores que influyen y repercutirlos sobre las partidas de obra.
- Identificar las ventajas e inconvenientes de la utilización de un determinado equipo o medio auxiliar para una tarea concreta.
- Interpretar las características técnicas de un equipo y determinar la idoneidad para una determinada tarea.
- Identificar los diferentes equipos de obra y medios auxiliares más utilizados, sus componentes y características fundamentales.

Este temario no pretende ser una revisión normativa, ya que en el Grado en Arquitectura Técnica ya se especifica en la asignatura ED2016 - Derecho de la Edificación. Tampoco se adentra demasiado en conceptos de seguridad y salud, ya que en el Grado ya se dispone de la asignatura ED0926 - Gestión de la Prevención de Riesgos Laborales en Edificación y aunque se explique el cálculo de rendimientos, este aspecto se profundiza en la asignatura ED0929 - Gestión Económica de las Obras de Edificación. Este temario utiliza tangencialmente estos conocimientos que ya disponen los alumnos y alumnas y se adentra en los equipos, su utilización en obra y las principales problemáticas que pueden surgir en el ejercicio de la profesión.

Este trabajo se divide en diez temas vinculados entre ellos de una forma progresiva. El primer tema habla de los conceptos generales sobre los recursos necesarios para la ejecución de una obra de construcción. Se introducen conceptos

de herramienta, útiles, maquinaria, medios auxiliares y recursos humanos. El segundo tema habla de la pequeña maquinaria y las herramientas propias de cada oficio de la construcción. A través de una introducción general al oficio se adentra en cada tipo de herramientas y pequeña maquinaria disponible. En el tema 3 se explican los principales criterios para la selección de equipos de construcción y los requisitos técnicos de cada herramienta y máquina para adaptarla a su uso. El tema 4 es la continuación del 2 y habla de los útiles, las herramientas genéricas que se utilizan en todos los utensilios de construcción. El tema 5 trata sobre la adquisición de equipos. Se habla de la compra y los distintos tipos de alquiler que se pueden dar en el trabajo de jefe o jefa de obra.

A partir del tema 6 y hasta el 8 se habla de los medios auxiliares. Se empieza hablando de andamios, la normativa que les afecta y su montaje que, combinado con prácticas y laboratorio debería dotar a los alumnos y alumnas del criterio suficiente para el montaje y supervisión de andamios. Se habla de encofrados, sus partes y colocación para la confección de estructuras de hormigón y de los medios auxiliares para apearse. Se tratan los apuntalamientos, las cimbras, las entibaciones y los estabilizadores, además de las técnicas para la ejecución de apeos. El tema 9 habla de la maquinaria para el hormigonado. Desde el proceso de amasado, las máquinas que se utilizan para ello, el transporte, el vertido y el curado del hormigón.

Para cerrar, se habla del emplazamiento de los equipos para la construcción. Al ser conocedores de todos los equipos, máquinas y medios auxiliares, los alumnos y alumnas serán capaces de distribuir de forma eficiente en la obra los distintos medios para que la obra se ejecute con fluidez y sin problemas.



# Tema 1. Generalidades sobre los recursos necesarios para la ejecución de una obra de construcción

## **1. GENERALIDADES SOBRE LOS RECURSOS NECESARIOS PARA LA EJECUCIÓN DE UNA OBRA DE CONSTRUCCIÓN**

### **1.1. Introducción**

Para el trabajo de arquitecto técnico se requiere un estudio amplio de muchas materias. Resulta necesario tener un abanico de soluciones constructivas entre las que elegir, conocer los materiales, la normativa vigente, conocimientos informáticos y de cálculo para poder realizar con éxito tanto proyectos como obras. Al mismo tiempo, los arquitectos técnicos deben conocer las herramientas, útiles, máquinas, medios auxiliares, etc. En resumen, tener las nociones apropiadas para seleccionar, disponer y organizar las obras que van a dirigir.

Como se verá más adelante, no es imprescindible que el arquitecto técnico sea conocedor de cada uno de los bienes de equipo que se utilizan en una obra. Sin embargo, debe tener nociones generales de cada caso y saber discernir cuál es la opción idónea para cada situación. El hecho de utilizar más equipos no supone garantizar el éxito de la ejecución de la obra. Saber que se debe disponer en cada caso, por el contrario, puede suponer reducir costes, riesgos y hacer una gestión apropiada de los recursos de la obra.

Como explica Granell (2010) a partir de los textos de Fuentes, Martínez y Oliver (2001), la mecanización del trabajo en la construcción y obra civil mediante la utilización de la maquinaria adecuada a cada trabajo tiene un quintuple objetivo:

1. Reducir costes.
2. Aumentar el rendimiento con la progresiva disminución del tiempo que se invierte en la obra.
3. Mejorar la calidad del trabajo.
4. Suplir, cuando sea posible, el trabajo manual por el mecánico.
5. Mejorar, en circunstancias normales, la seguridad del operario durante la ejecución de los trabajos.

## 1.2. El papel del arquitecto técnico

Como continuadores de la figura de los maestros mayores que tan singular papel desempeñaron durante siglos en la construcción en el continente europeo, los aparejadores y arquitectos técnicos están presentes a lo largo de todo el proceso de edificación: proyección, realización, uso y mantenimiento y demolición, aportando sus conocimientos en construcción, tanto de tipo técnico, como económico y de gestión.

Por su preparación académica los aparejadores y arquitectos técnicos son profesionales que desarrollan un amplio repertorio de actividades en el marco de la edificación, siendo los expertos en dirección de la ejecución material de la obra, su organización y planificación, control de calidad, seguridad y salud, economía, control de costes y gestión.

El título de arquitecto técnico capacita y proporciona los conocimientos técnicos que garantizan que pueda ejercer la profesión como Director de la Ejecución Material de la Obra según Ley 38/1999, de 5 de noviembre, de Ordenación de la Edificación. Además, el arquitecto técnico en la actualidad, está cubriendo otros muchos puestos de trabajo por cuenta ajena dentro del mercado laboral de la construcción donde puede desempeñar su actividad gracias a los conocimientos técnicos y de gestión.

Las funciones que desempeña el arquitecto técnico como Director de la Ejecución Material de la Obra están encaminadas a dirigir la ejecución de los elementos constructivos que contiene un proyecto. En una obra representaría la persona que dice el *qué* y *cuándo* se deben ejecutar los sistemas constructivos.

Las funciones que desempeña el arquitecto técnico contratado por una empresa promotora, constructora, oficina técnica, etc., en sus distintos departamentos están más encaminadas a definir el *cómo* se deben ejecutar los elementos constructivos, porque vela por los intereses empresariales de alguna de las partes. Los intereses de los empresarios están orientados a conseguir la *eficiencia* de la organización. Es decir, conseguir el resultado especificado desde proyecto con el menor número de recursos técnicos, humanos, tiempo, financieros, etc. Serán por tanto los responsables de definir el procedimiento a seguir en el proceso de ejecución de una obra.

### 1.3. Conceptos básicos

Durante toda la asignatura se van a ir aportando conceptos que rebosarán en un copioso glosario de herramientas de jerga y uso habitual en la construcción. En ese sentido, saber la función de los principales bienes de equipo resulta fundamental para la práctica del oficio de aparejador. Para empezar, se va a crear un esquema general, un árbol donde a partir de unas ramas principales se van a ir añadiendo otras más precisas y específicas. Para empezar, los principales conceptos son los siguientes:

#### 1.3.1. Proceso

Si atendemos a la definición del concepto proceso se trata de la relación de actividades controladas que transforman unos materiales/ideas de un edificio o un edificio completo, gracias a la habilidad/capacidad de los recursos humanos de la empresa y/o subcontratados y los recursos técnicos disponibles.

#### 1.3.2. Procedimiento

Método de ejecutar algunas cosas.

#### 1.3.3. Recursos humanos

Los recursos humanos (RR. HH.) son el conjunto de trabajadores, así como cualquier persona física que se encuentran dentro (o vinculado directamente) de una organización, sector o economía. También, en la administración de empresas, hace referencia a la gestión que se hace de los trabajadores dentro de una organización determinada.

#### 1.3.4. Herramienta

Instrumento de trabajo, de manejo manual, característico de cualquier oficio. Dentro de esta definición entran todas las herramientas manuales de la construcción: paletas, catalana, paletinas, escoplos, cinceles, mazas, picos, palas, etc.

Las herramientas manuales se clasifican, genéricamente, en cuatro grupos:

1. Herramientas de golpe: martillo, maza, maceta, piqueta, etc.
2. Herramientas de maniobra y torsión: destornilladores, llaves inglesas, llaves dinamométricas, etc.

3. Herramientas de corte: sierras, discos, etc.
4. Herramientas no contempladas en ninguno de los apartados anteriores: lla-  
na, paletas, etc.



#### *1.3.5. Utensilio para la construcción*

Instrumento de trabajo, de uso y acondicionamiento por fuerza manual, no específico de ningún oficio en particular, pero que es propio del sector de la construcción.

1. Recipientes: cubos, espuelas, artesas, etc.
2. Útiles para el transporte: carretillas, carros chinos, etc.
3. Útiles para la fijación y anclaje: tornillos, clavos, tacos mecánicos, tacos químicos, etc.
4. Útiles para la sujeción y elevación: cables de acero, cuerdas, abrazaderas, poleas, polipastos, etc.



### 1.3.6. Equipo de obra

Máquina o herramienta mecánica, fija o móvil, que funciona por medio de electricidad, aire comprimido o por un motor de explosión. Requieren siempre de un operador para su funcionamiento puesto que no existen los equipos totalmente automatizados a pie de obra. Dentro de esta definición entran todas las máquinas de obra: martillos neumáticos, grupos electrógenos, amoladoras, excavadoras, motocompresores, grúas (en todas sus variantes), montacargas, etc.

Se entiende por maquinaria fija aquella que, una vez elegido y realizado su emplazamiento o ubicación en obra, no es práctica habitual modificarlo durante la fase de ejecución. Por ejemplo, la grúa torre, el puesto de fabricación de hormigón, los silos de almacenamiento y distribución de material, etc.



En contraposición, con este concepto está el de maquinaria móvil. Se trata de aquella que es transportable durante el curso de la ejecución de la obra. Su ubicación no es fija, sino que varía a lo largo de su tenencia en obra. Habitualmente son máquinas que deben estar próximas a los tajos de trabajo donde son usadas. El concepto de móvil normalmente es asociado al de máquina que es transportada o empujada por un operario, empleando su fuerza para ello. Por ejemplo, radiales o amoladoras, sierras circulares, tronzadoras, pulidoras, etc.



Sin embargo, existe un subgrupo particular dentro de la maquinaria móvil: la maquinaria automotriz. Se trata de los equipos capaces de autopropulsarse por sí mismos. Por supuesto, como todas las máquinas de obra, requieren de un operador, de un conductor para su funcionamiento, pero este ya no empuja o transporta la máquina, tan solo la conduce, guía o maneja su funcionamiento. Por ejemplo, camiones en todas sus variantes, toda la maquinaria para el movimiento de tierras, grúas, etc.





### 1.3.7. Medios auxiliares: estructura auxiliar y desmontable de obra

Aquella que sirve o ayuda a la ejecución de una obra o para una utilización pública provisional y cuya construcción puede deshacerse parcial o totalmente una vez finalizada su misión. Dentro de esta definición entran todos los apeos y apuntalamientos, encofrados, andamios, estabilizadores de fachadas, etc.

### 1.3.8. Instalación provisional o auxiliar de obra

Cada uno de los elementos de infraestructura con los que se dota a un centro de trabajo temporal como es una obra. Son provisionales o auxiliares puesto que se instalan o montan durante el tiempo que dure la construcción y después se retiran, teniendo la posibilidad de ser reutilizados en sucesivas obras. Ejemplos de estas instalaciones son desde el vallado y casetas de obra hasta la instalación provisional de agua, de electricidad o de saneamiento, pasando por los medios de la evacuación de escombros.

Dentro de las instalaciones provisionales de obra podemos realizar una nueva clasificación en función de su cometido en la misma:

1. Instalaciones provisionales de delimitación y protección: todas aquellas cuya misión es señalar y separar una zona de riesgo como es una obra del resto del entorno. También tienen la misma misión en el interior de la obra. Dentro de este tipo de instalaciones provisionales nos encontramos con los vallados de obra, las zonas de acceso de peatones y vehículos, marquesinas de protección, etc.
2. Instalaciones provisionales de suministro: las que tienen como misión abastecer el centro de trabajo temporal (obra) de energía eléctrica, agua y realizar la evacuación de aguas residuales.
3. Recintos de obra: espacios dentro de la obra donde se realizan tareas de producción o de uso y servicio. Dichos espacios pueden ser cerrados mediante construcciones provisionales (casetas prefabricadas o construidas *in situ*) o a cielo abierto. Dentro de los espacios de producción podremos tener un recinto para la producción del hormigón, recintos para la elaboración de ferralla o encofrados, recintos para el almacenamiento de maquinaria o materiales, etc. En los recintos de uso y servicio podremos disponer de oficina de obra, aseos para los operarios, vestuarios, comedor, etc.

### 1.3.9. Almacén

Espacio físico destinado a guardar cualquier tipo de bien. En construcción es uno de los recintos dentro de las instalaciones provisionales que se prevén para obra, y cuyo emplazamiento, disposición, características y envergadura dependerán directamente del tipo de género que se vaya a guardar en su interior.

### 1.3.10. Taller

Instalación provisional o auxiliar de obra que puede tener dos acepciones diferentes:

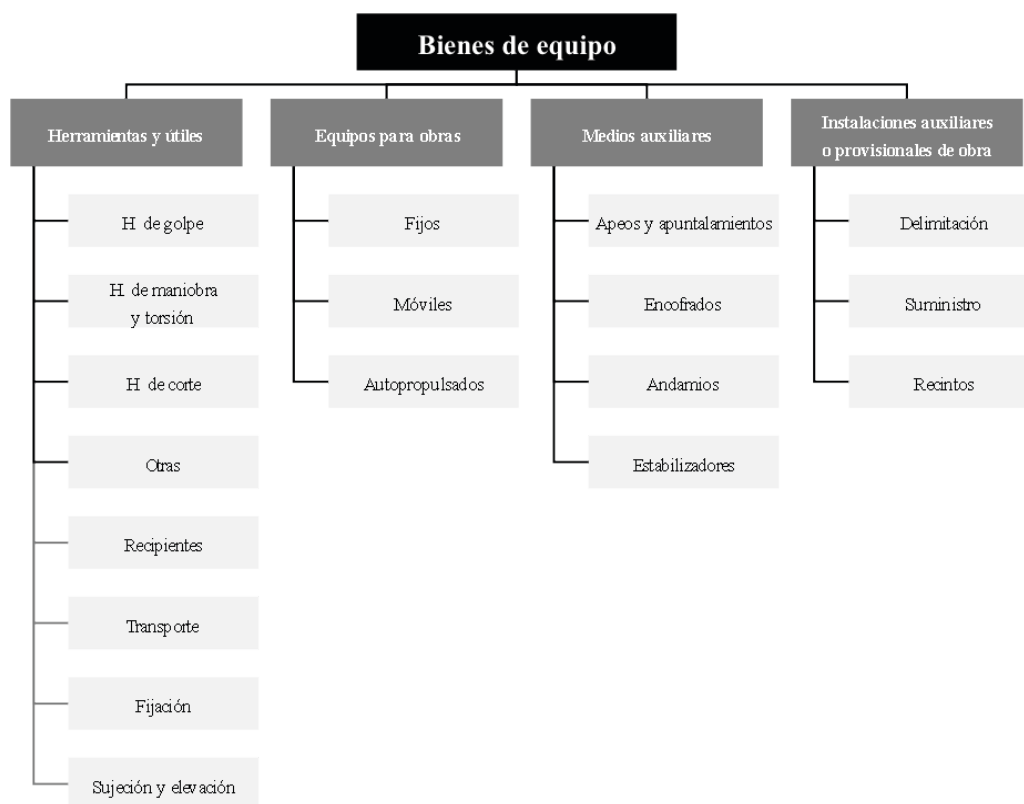
1. Espacio físico (recinto) destinado a la conservación, reparación y mantenimiento de bienes de equipo.
2. También puede ser del espacio físico destinado a la manipulación de materias primas para la elaboración de piezas necesarias durante el proceso constructivo. Siempre son especializados y se denominan en función del producto resultante: taller de ferralla, taller de encofrado, etc.

### 1.3.11. Parque de maquinaria

Referido a una obra en particular: instalación provisional o recinto destinado a almacén de maquinaria pesada o ligera.

Referido a una empresa constructora: conjunto de bienes de equipo que dicha empresa posee.

## 1.4. Resumen y mapa conceptual





## 1.5. Las herramientas y las categorías laborales de los oficios

En todo el proceso de ejecución de una obra de edificación intervienen gran cantidad de personas, cada una de las cuales tiene un cometido específico dentro del funcionamiento de la obra.

Para lograr el correcto entendimiento y organización dentro de la obra se debe establecer una jerarquía de mando y responsabilidades que permita a cada miembro de la cadena productiva saber cuáles son sus funciones, quién puede ordenarle u organizarle los tajos a quién dirigirse en caso de desajustes o problemas.

La cadena habitual de mando dentro de la obra, es la siguiente:

1. *Jefe de obra*: es el responsable de la gestión de la producción de la obra. Normalmente será un cargo desempeñado por un *arquitecto técnico*. Su misión se plasmará en la organización funcional y productiva de la obra, programación y control de los tiempos y plazos de ejecución, control económico de la producción (costes, ingresos y certificaciones, revisión de precios, precios contradictorios, etc.) y contratación, adquisición e incorporación de materiales, bienes de equipo, subcontratas y mano de obra necesarias para la ejecución de la obra. Es el responsable dentro de la empresa constructora de que se ejecute lo estipulado en el proyecto de ejecución y se cumpla la programación del control de calidad y las medidas de seguridad contempladas en el estudio o estudio básico de seguridad y salud y en el plan de seguridad. Ante sus superiores de la empresa constructora es el responsable total y absoluto del funcionamiento de la obra.

Herramientas del jefe de obra: las propias de su profesión de arquitecto técnico (útiles de dibujo, ordenador y programa informáticos, aparatos topográficos para replanteo y nivelación, herramientas de replanteo, etc.). Todas las herramientas del jefe de obra las pone a su disposición la empresa constructora para la que trabaja.

2. *Encargado de obra*: normalmente es un oficial de primera de albañilería muy experimentado, capaz de leer e interpretar planos, con conocimientos en replanteo y tecnología de la construcción, capacidad organizativa, visión de conjunto y dotes de mando y entendimiento con sus subordinados. Es deseable, además, que tenga gusto por el orden, la limpieza y los buenos acabados en obra. Sus misiones cotidianas en obra consisten en asistir al jefe de obra en sus tareas de organización y programación de la producción, en el replanteo de las distintas partes de la obra, en el control de la calidad de la ejecución, en el establecimiento y mantenimiento de las medidas de seguridad y salud. Además, él gestionará el funcionamiento de los tajos de trabajo ordenando el suministro de materiales y herramientas a cada una de las cuadrillas en obra, organizará las zonas de acopio y descarga de materiales, controlará los acopios existentes en obra y será el responsable de transmitir las órdenes y directrices del jefe de obra al resto de los operarios. Para realizar estas tareas, normalmente contará con la ayuda de uno o varios peones que estarán directamente a su cargo.

Herramientas del encargado de obra: Herramientas de replanteo. Normalmente, conoce y sabe usar gran cantidad de las herramientas, útiles y equipos de obra. Todas las herramientas del encargado de obra las pone a su disposición la empresa constructora para la que trabaja.

3. *Oficial de 1.<sup>a</sup>*: operario experimentado que domina su oficio. Su cualificación la consigue a lo largo de años de trabajo y experiencia. Debe poseer conocimientos en el replanteo de sus tajos y, por supuesto, dominar los materiales, bienes de equipo y tecnología de su oficio. Debe tener cierta capacidad organizativa dentro de su ámbito de trabajo y dotes de mando y entendimiento con sus subordinados.

Herramientas del oficial de 1.<sup>a</sup>: las propias de su oficio y las generales que siempre hay en cualquier obra. La herramienta y útiles generales de obra las pone a su disposición la empresa constructora, pero las herramientas y útiles propios de su oficio son (generalmente) propiedad del oficial. La empresa constructora para la que trabaja el oficial de 1 a no compra ni gestiona esta herramienta y útiles, sino que el operario las aporta para llevar a cabo su trabajo. Puesto que el operario pone a disposición de la obra sus herramientas, la empresa constructora, a cambio, le compensa económicamente, pagándole en cada nómina mensual una cantidad de dinero en concepto de desgaste de herramienta.

4. *Oficial de 2.<sup>a</sup>*: operario experimentado en fase de adquisición del dominio completo de su oficio. Dependerá siempre de un oficial de 1.<sup>a</sup>. Tiene dominio importante de los materiales, bienes de equipo y tecnología de su oficio.

Herramientas del oficial de 2.<sup>a</sup>: Exactamente igual que el oficial de 1.<sup>a</sup>.

5. *Peón especializado*: operario con cierta experiencia en obra, que inicia su aprendizaje y especialización dentro de un oficio determinado. Deberá conocer el uso de los materiales del oficio y el manejo de ciertas herramientas y equipos.

Herramientas del peón especializado: No tiene herramientas y útiles propios. Emplea los de la empresa constructora. Consecuentemente, no recibe compensación económica por ello.

6. *Peón ordinario*: operario con o sin experiencia en construcción, encargado del acarreo y suministro de los materiales y bienes de equipo dentro de la obra. También es el encargado de la limpieza y desescombro de los tajos.

Herramientas del peón ordinario: apenas usa herramientas (pico, pala y para la preparación de mezclas). Principalmente emplea útiles de acarreo facilitados por la empresa constructora. Consecuentemente, no recibe compensación económica por ello.



## 1.6. Breve reseña histórica de los equipos de la construcción

Existen dos épocas claramente diferenciadas en la evolución de la historia de la construcción: el antes y el después de la primera Revolución Industrial (s. XVIII). Sin embargo, antes de eso, la humanidad aprendió a utilizar herramientas que facilitasen sus trabajos. Esta cuestión evidente es reseñable no por el mero hecho de ser cierta, sino por la evolución que esto conllevó. Desde que se utilizaban piedras como herramienta, hasta la invención de la rueda, el uso del fuego, las primeras forjas, las primeras cimbras, etc., pasaron decenas de miles de años. Por lo tanto, la primera cuestión reseñable en esta evolución es la temporalidad.

El concepto temporalidad es importante, puesto que ciertamente hubo un antes y un después de la primera Revolución Industrial, pero no fue un hecho homogéneo, escalable y uniforme. El siglo XVIII viene marcado por un éxodo rural desde las zonas rurales a las ciudades. El trabajo especializado en talleres, con herramientas más avanzadas que las de las zonas rurales (por ejemplo, los telares) hizo que, dada una revolución agrícola previa que había hecho que no se necesitase tanta mano de obra en el campo, los campesinos pobres emigrasen a las ciudades.



Figura 1.1. Muro de piedra en seco en Atzeneta del Maestrat

En esa época las obras de construcción tenían un recurso que se utilizaba por encima de los demás: la mano de obra. Los salarios bajos (en algunos casos la esclavitud) marcaban la diferencia entre grandes obras y pequeñas construcciones. Las herramientas, manuales en cualquier caso, eran las mismas en todas las obras. En el caso de los medios auxiliares o los bienes de equipo, podían diferenciarse el uso de prototipos de grúas, siempre utilizando poleas. El transporte era mediante caballerías o bueyes, carros y alforjas. Los materiales eran los que había alrededor de las obras, menos en el caso de grandes construcciones que podían importarse, pero desde lugares próximos.

La Revolución Industrial marcó un antes y un después por el uso de máquinas autopropulsadas. Sin embargo, este hecho no se aplicó directamente a la construcción en primera instancia. Como la mayoría de los casos, los cambios fueron para la alimentación (uso agrario de máquinas) y para la guerra (mejora de equipos). Los primeros usos de maquinaria para la construcción fueron para el movimiento de tierras. A partir de ahí, la evolución fue surgiendo en todo tipo de máquinas hasta la especialización actual.

Aun con estos avances, la construcción en las zonas rurales siguió estancada hasta los años ochenta del siglo XX. Actualmente existen personas dedicadas a la construcción que recuerdan perfectamente cómo se construían los andamios con montantes de madera, se realizaban los morteros a mano, se construían hornos para cal o yeso y se trabajaba sin maquinaria eléctrica de ningún tipo.



Figura 1.2. Foto histórica de una obra en Vilafranca



## 1.7. Normativa aplicable a equipos de obra, instalaciones y medios auxiliares

Desde un punto de vista genérico, y sin entrar en las especificidades de cada uno de los temas posteriores del programa de la asignatura, se relacionan a continuación diferentes referencias normativas que, desde un punto de vista genérico, tratan aspectos relacionados con la asignatura:

- Ley 38/1999, de 5 de noviembre, de Ordenación de la Edificación.
- Ley 31 /1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
- Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- RD 2177/2004, de 12 de noviembre, por el que se modifica el RD 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo, en materia de trabajos temporales en altura.
- Guía técnica del RD 1627/1997, de 24 de octubre (BOE n.º 56, de 25 de octubre), por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción.
- Ley 32/2006, de 18 de octubre, reguladora de la subcontratación en el Sector de la Construcción.
- Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción.
- Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- Resolución de 21 de septiembre de 2017, de la Dirección General de Empleo, por la que se registra y publica el Convenio colectivo general del sector de la construcción.
- EN 12810-1 – Andamios de fachada de componentes prefabricados. Parte 1: Especificaciones de los productos.
- EN 12810-2 – Andamios de fachada de componentes prefabricados. Parte 2: Métodos particulares de diseño estructural.
- EN 12811-1 – Equipamiento para trabajos temporales de obra. Parte 1: Andamios. Requisitos de comportamiento y diseño general.
- EN 12811-2 – Equipamiento para trabajos temporales de obra. Parte 2: Información sobre los materiales.
- EN 12811-3 – Equipamiento para trabajos temporales de obra. Parte 3: Ensayo de carga.
- Notas Técnicas de Prevención (NTP) 834, 835, 836 y 837 (verticales), y la NTP 803 (horizontales).
- Código Estructural.

- Ley 21/1992, de 16 de julio, de Industria.
- Real Decreto 697/1995 de 28 de abril, por el que se aprueba el Reglamento del Registro de Establecimientos Industriales.

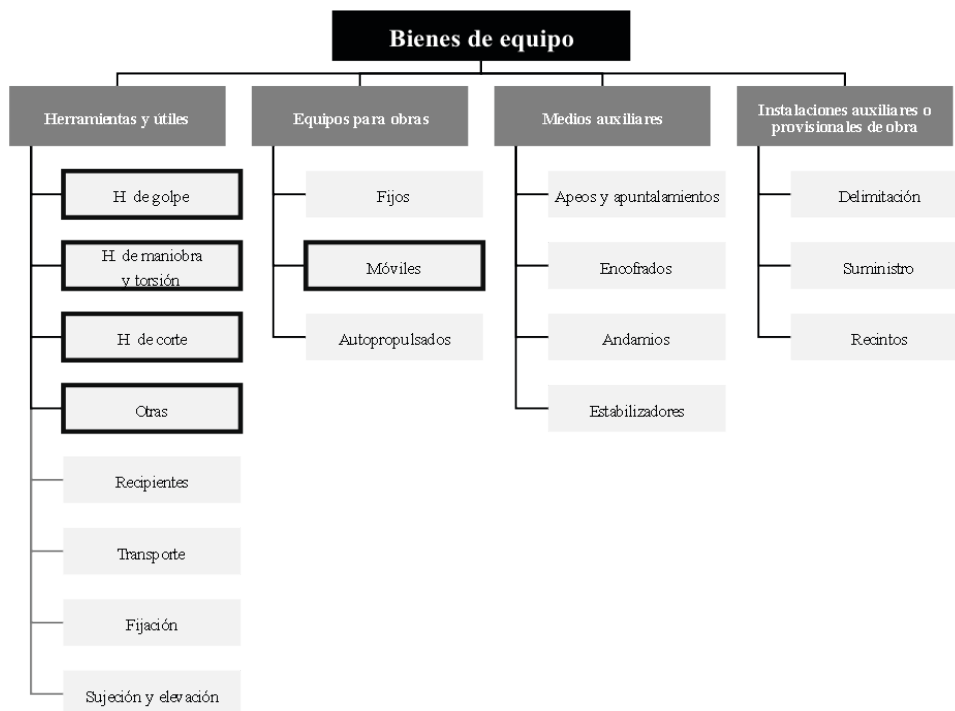
Nota final de tema: Algunos textos están referenciados en la bibliografía final. Véase Fuentes, Oliver y Martínez (2001). Para ampliar contenidos se debe consultar la bibliografía, la normativa y los sitios web recomendados.

# Tema 2. Herramientas y pequeña maquinaria para la construcción

## 2. HERRAMIENTAS Y PEQUEÑA MAQUINARIA PARA LA CONSTRUCCIÓN

### 2.1. Introducción

En este tema se van a recopilar las principales herramientas y la pequeña maquinaria más usual en la construcción, intervención o reforma de edificios. A su vez, aunque comparten utilidad con otros oficios, serán las herramientas más utilizadas en albañilería. Durante el tema se clasificarán, se hablará de los materiales más habituales con los que están construidas y se explicará su función y la manera de conservarlas.



## 2.2. Herramientas

Una herramienta es todo instrumento, de manejo manual, característico de cualquier oficio. Las herramientas son siempre accionadas por la fuerza humana. Suelen implicar una acción directa sobre un elemento concreto de la construcción.



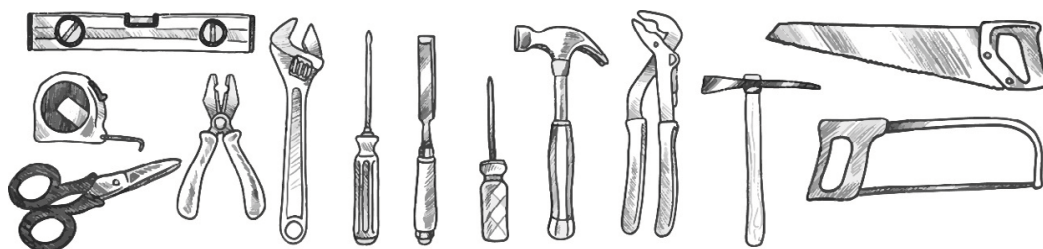
## 2.3. Clasificación de las herramientas

Como se estudió en el tema anterior, existen multitud de formas de clasificar las herramientas. Ninguna de ellas es mejor o peor, simplemente según materiales, tipología, acciones, etc., se pueden agrupar de diferentes formas:

1. Por los materiales que las componen:
  - De un solo material
  - De varios materiales
2. Por su construcción:
  - Enterizas (de una sola pieza)
  - Combinadas (de dos o más piezas o herramientas juntas)
3. Por aplicación de la fuerza humana:
  - Directa (herramientas de mano)
  - Indirecta (herramientas - mecanismo)
4. Por su función:
  - De replanteo
  - De corte
  - De corte, manipulación y sujeción
  - De maniobra
  - De golpeo
  - De maniobra para tornillos y tuercas



- Para carga y mezcla de materiales
- Para la aplicación y acabado de mezclas aglomerantes
- De inyección



## 2.4. Materiales para la fabricación de herramientas

A la hora de fabricar una herramienta se deben tener en cuenta dos condicionantes: por un lado, el material o la pieza, fábrica, etc., sobre el cual va a trabajar y, por otro lado, las condiciones del trabajo que se realice. En este sentido, los materiales son muy variados, dentro de un grupo pequeño de opciones.

Generalmente, las herramientas tienen al menos dos partes muy diferenciadas: la parte por donde se sustentará la herramienta (por ejemplo, el mango de un martillo) y por otra, la parte de la herramienta que ejecutará la función que tiene esta (por ejemplo, la cabeza de golpeo del martillo).

Para el oficio de albañilería, encofrador, ferrallista o cualquier otro oficio relacionado con la construcción, la parte cortante, golpeante o más contundente de la herramienta estará fabricada de acero. Existen multitud de aceros, los más habituales serán los aceros aleados o tratados. En realidad, cualquier acero es una aleación. Lo que diferencia esta composición es la cantidad de carbono u otros aleantes como el níquel (Ni) o el cromo (Cr). Los aceros más «pobres» contendrían alrededor del 1 % de carbono (C), mientras que el hierro (Fe) representaría el 99 % de la composición.

El acero más utilizado para la construcción es el acero al tungsteno (widia). La widia es el nombre popular con el que se conoce el carburo de wolframio o tungsteno. Este material es muy duro y resistente, tanto como el diamante. Se encuentra en muchas herramientas que se utilizan para el corte o para perforar.

Otros materiales también utilizados para la zona que acciona contra el material podrían ser el diamante (por ejemplo, para cortar cerámica o vidrio) o la goma (por ejemplo, para la fabricación de mazas para colocar pavimento o alicatados).

Para la parte de manejo o asidero de la mano, el material más común es la madera para las herramientas de mano, aunque también se suele utilizar el plástico, el PVC, el polipropileno, el aluminio y el propio acero.

A esto cabe añadir que estos materiales no son los únicos, ni para la acción ni para el sustento. Estos serían los más habituales y con el avance de la tecnología

se pueden encontrar actualizaciones de materiales o plásticos que adquieren las mismas propiedades que los materiales comentados anteriormente.

## 2.5. El arquitecto técnico: herramientas de replanteo

A parte de las herramientas propias de las labores de despacho (ordenador, lápices, etc.) el arquitecto técnico debe tener un conocimiento experimentado de las herramientas más habituales para el replanteo y la toma de datos en obra. A continuación, se verán las más habituales:

### 2.5.1. Escuadra

Antiguamente se utilizaban escuadras de madera. Sin embargo, actualmente las más comunes serían las metálicas. Una escuadra es una plantilla para trazar o comprobar perpendiculares y está formada por dos partes que conforman un ángulo recto ( $90^\circ$ ) y una hipotenusa que las une para tener más rigidez. Aunque parezca un instrumento simple, se debe tratar con cuidado, ya que al golpearlo perdería el ángulo y podría conllevar replanteos erróneos.



### 2.5.2. Flexómetro

Más conocido como metro, es un instrumento de madera, metálico o de cinta de plástico, de diferentes longitudes y dividido en metros, centímetros y milímetros. Si es de madera se le conoce como metro de carpintero; el más habitual para el arquitecto técnico sería el metálico y para distancias mayores se utilizaría la cinta métrica.



### 2.5.3. Tiralíneas

El tiralíneas es un cordel alojado en una caja que contiene polvo de azulete. Este polvo impregna el cordel. Sirve para marcar líneas rectas. Se estira el cordel impregnado y sujetándolo por los dos extremos, se tira de la cuerda y deja en el paramento una línea marcada (generalmente azul).



### 2.5.4. Plomada

Instrumento compuesto por una pesa cilíndrica o cónica de metal que se sujeta al extremo de una cuerda para que esta, tensada por la fuerza de la gravedad, señale la línea vertical.



### 2.5.5. Cuerda o hilo

Se utiliza para el replanteo o para alinear elementos. Se suele sujetar a dos reglas.



### 2.5.6. Nivel de burbuja

Es una regla de múltiples dimensiones que lleva incrustado en un lateral y en la parte central un conducto de vidrio transparente con un líquido dejando una burbuja de aire. Este mismo tubo de vidrio lleva unas marcas centradas para que cuando se alinee tanto vertical como horizontalmente, según la ocasión, se pueda comprobar la horizontalidad o verticalidad del elemento en cuestión.



### 2.5.7. Nivel de agua

El nivel de agua sirve para trasladar una cota de un paramento a otro más o menos alejado. Para su utilización, se llena una manguera transparente de agua evitando que haya burbujas dentro de la manguera. Teniendo un punto de referencia, se alinea el nivel del agua de un extremo de la manguera a la cota en cuestión. El nivel del agua del otro extremo de la manguera marcará la cota en el otro paramento.

## 2.6. Herramientas según su función

### 2.6.1. Herramientas de corte

#### SIERRAS

Herramientas formadas por dos partes diferenciadas: la empuñadura y la hoja de corte. Es una herramienta de mano que se utiliza para el corte de materiales. Entre los materiales más habituales se encontrarían la madera, el metal o las diferentes composiciones de plásticos. Dentro de las sierras, la hoja puede estar sustentada por dos puntos de apoyo o solo por uno.

Es una herramienta que se utiliza a menudo y en diferentes fases de la construcción. Aunque es un instrumento ligado a la carpintería, tanto albañiles como encofradores, fontaneros, etc., hacen un uso frecuente de ella.

Para su uso, conviene que esté bien afilada. Antiguamente se afilaban las sierras, pero actualmente resulta más fácil cambiar la hoja por una nueva que afilarla. No se debe forzar la sierra ni hacer demasiada presión sobre la superficie que

hay que cortar. Con el movimiento adecuado y la herramienta en buen estado, el corte debería ser sencillo.



## CINCELES

Los cinceles, punteros y cortafríos son herramientas manuales que siempre se utilizan combinadas con una herramienta de golpeo. Son de una pieza y un solo material, acero templado.

Puntero: la punta que contactará con el material es afilada y de forma cónica. En albañilería se puede utilizar para abrir rozas. También es una herramienta recurrente de los canteros.

Cinzel: la punta que contacta con el material es plana y puede tener diferentes anchuras según su función. En obra se puede utilizar para quitar revestimientos, abrir rozas, partir materiales, etc. Aunque tiene la misma forma, no es apropiado utilizarlo como palanca. El nombre *cinzel* no es el más utilizado en obra. A esta herramienta se la conoce como escoplo, escarpe, escapre o escalpre, entre otros nombres.



## CIZALLAS

La cizalla es una tijera grande y robusta que se utiliza para cortar metales (varillas corrugadas, generalmente). Está formada por las hojas cortantes y la empuñadura. El tamaño de la tijera y su empuñadura determinará el tamaño máximo de la varilla que se corte.

Aunque también la utilizan los albañiles, es una herramienta utilizada por los ferrallistas.



Otra variante de esta herramienta sería la cizalla de palanca. Es una herramienta pesada, fabricada en acero, que permite realizar más fuerza que las cizallas de tijera, ya que su accionamiento es fijo y en base a la fuerza de la palanca. De igual forma que en el caso anterior, la pueden utilizar los albañiles, pero su uso más recurrente es por ferrallistas o encofradores.



## CORTADORAS DE MATERIALES

Se encontrarán dos variantes bien diferenciadas. Por un lado, la cortadora de materiales de obra que utiliza la fuerza del operario que accionará una palanca que a su vez moverá una cuchilla que cortará ladrillos, bloques de hormigón, tejas, etc. No es una herramienta muy habitual en obra, ya que estos cortes se suelen realizar o bien a golpe de paleta o maceta o con máquinas como radiales.

Por otro lado, se encuentra la cortadora manual de cerámica. Sobre una plataforma de chapa o plástico se encuentran dos rieles donde mediante un apalanca, se acciona la hoja de corte de diamante. Otra palanca al final de los rieles fuerza la cerámica para que se parta por la marca hecha con el diamante. Con ella se puede cortar gres, azulejos, rasilla cerámica, etc. La utilizan generalmente los oficiales, ya que son los que van a colocar la cerámica en el paramento. Aunque un peón especializado también podría utilizarla.





### 2.6.2. Herramientas de corte, manipulación y sujeción

#### ALICATES

Herramienta de mano que permite realizar varias acciones con ella: sirve para cortar, para maniobrar otras piezas o materiales y para sujetar. Los cortes más habituales que se suelen hacer con los alicates son a alambres o metales de poco espesor. Esta herramienta no es exclusiva de un oficio en particular, la utilizan electricistas, encofradores, albañiles, fontaneros, etc. Existen varios tipos de alicates que más que diferenciarse en su función, poseen diferencias morfológicas que facilitan ciertos trabajos:

- Alicates de boca plana
- Alicates de corte uña
- Alicates universales
- Alicates de lamparista
- Alicates taladradores
- Alicates de presión



## TENAZAS

Herramienta de mano que sirve para el corte, manipulación y sujeción de otros elementos. Como los alicates, son herramientas enterizas, fabricadas en un solo material (acero templado). Aunque está presente en muchos oficios, es la herramienta fundamental del ferrallista, el que más doblará, cortará y trabajará el alambre.



### 2.6.3. Herramientas de maniobra

## PALANCA

La palanca es una herramienta básica para el encofrador. Es una barra de acero templado que tiene los extremos planos y sirve para las tareas de desencofrado. Es una herramienta de uso manual que utiliza simplemente la fuerza del operario.

Puede tener dos terminaciones: la primera, tendría las puntas planas y ligeramente inclinadas y serviría para meterla en pequeñas hendiduras y hacer fuerza con el otro extremo; y la segunda, tendría uno de los extremos dividido en dos partes no muy separadas y serviría para extraer clavos.





shutterstock.com · 1851070312

### GRIFA

Al igual que la palanca, es una herramienta de uso manual que sirve en la construcción para las fases de cimentación y estructura, puesto que su cometido es el de doblar varillas de diámetros pequeños.



### DOBLADORA

Generalmente los ferrallistas la utilizan para doblar barras que no se pueden doblar con una grifa. Es una herramienta pesada, que utiliza la fuerza de la palanca para poder realizar mayor fuerza y doblar las barras.



#### 2.6.4. Herramientas de golpeo

##### MARTILLO, MAZA Y MACETA

Es una herramienta de mano en la que el operario aplica su fuerza para golpear con ella. Está formado por dos componentes: la cabeza de golpeo, que es de acero con muy poco carbono (0,4 %) pero templado; y el mango, que históricamente ha sido de madera, pero actualmente puede ser de ese material o de plástico con fibra de vidrio. Es un instrumento fundamental en la construcción y se utiliza en casi todas las fases. En los oficios en los que más se utiliza esta herramienta serían el carpintero y el encofrador. Este último confecciona los moldes o encofrados del hormigón con tablas de madera y clavos dispuestos con el martillo.

Existen diferentes tipos de martillos, macetas o mazas:

1. Martillo de bola o de mecánico
2. Martillo de peña o de carpintero
3. De uñas, orejas o de encofrador
4. Maceta
5. Maza
6. Maza o maceta de goma



##### ALCOTANAS Y PICOS

La alcotana y el pico son la misma herramienta, pero a diferente escala. La alcotana, también conocida como picoleta, sirve para golpear elementos directamente y partirlos o desprenderlos. Se utiliza para perfilar mampuestos y sillares, abrir rozas, quitar revestimientos, partir bloques, etc. Es una herramienta muy utilizada en la construcción. Tiene una composición igual a la de los martillos, pero en este caso las puntas tienen forma para cortar, forma de punta, forma de golpeo o una combinación de estas.



El pico es una alcotana mucho más grande y destinado al golpeo de piedra, abrir zangas, etc. Se necesita una fuerza mucho mayor para realizar trabajos que con la alcotana o con maceta y cincel.



#### 2.6.5. Herramientas de maniobra para tornillos y tuercas

##### LLAVES

Las llaves son herramientas manuales, suelen estar fabricadas de un solo material, aunque pueden tener mango o empuñadura de plástico. Se accionan al aplicar directamente la fuerza del operario. Están relacionadas con la construcción, ya que se utilizan en trabajos mecánicos como pueda ser el montaje de un andamio. Sin embargo, pueden estar más relacionadas con otros oficios como el de fontanero. Existen varios tipos de llave según su cabezal:

1. Llaves de vaso: tienen la cabeza hueca y cerrada por uno de los extremos.
2. Llave de boca: tienen la cabeza hueca, pero está abierta por los lados.
  - Llaves de boca fija
  - Llaves de boca ajustable o llaves inglesas

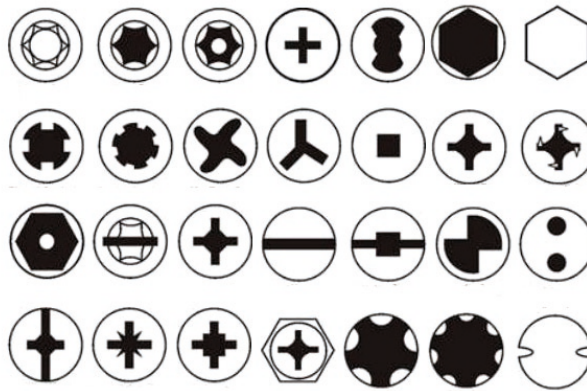
3. Llaves de estrella: son aquellas que abrazan las aristas de la tornillería.
4. Llaves Allen: tipo de llaves que atornillan desde el interior de la cabeza del tornillo. Suelen tener una forma hexagonal, aunque las hay de otros tipos.
5. Llaves de carraca: son una herramienta combinada. Realiza el apriete mediante una boca de estrella que gira por medio de un juego de ruedas dentadas accionadas por una palanca. Generalmente se combinan con llaves de vaso.



## DESTORNILLADORES

Son herramientas de mano que generalmente combinan dos materiales. Se componen de tres partes. El mango es de plástico, aunque se pueden encontrar de madera. Es la parte aislante, ya que la suelen utilizar los electricistas. El vástago es el elemento que transmite la fuerza entre el mango y la cabeza. La cabeza puede tener varias formas. Las más comunes son las siguientes: recta, cruciforme o de estrella y hexagonal. En cualquier caso, existen diferentes medidas de destornillador.

Otros cabezales posibles:



### 2.6.6. Herramientas para carga y mezcla de materiales

#### PALA

Herramienta manual que está fabricada de al menos dos materiales. La cuchara es metálica y el mango y la agarradera suelen ser de madera o de plástico con fibras de vidrio. Sirve para la carga de material a granel o para excavar terrenos poco resistentes. Las palas más habituales suelen ser cuadradas o de punta redonda. Es una de las herramientas más habituales en la obra en todas sus fases, ya que se utiliza para la recogida de escombros, la fabricación de morteros, etc.





## BATIDERA

Es una herramienta manual que al igual que la pala, utiliza la fuerza del operario para realizar su función. Sirve para la mezcla de materiales: fabricación manual de morteros u hormigones y para llenar las calderetas o para la recogida de escombros. Se diferencian dos partes el brazo, que suele ser de madera y la batidera, que es metálica. En la obra no se le suele denominar batidera, sino *legona*, *llegona* o *llegó*.



### 2.6.7. Herramientas para la aplicación y acabado de mezclas aglomerantes

#### PALETAS Y PALETINES

Seguramente sea la herramienta más significativa del mundo de la construcción. Está compuesta por tres partes: el mango, de madera o plástico resistente; el vástago de diferente altura y la hoja, habitualmente de forma triangular, pero también rectangular. Sirve para mezclar pequeñas cantidades de materiales, pastas y morteros; para poner en obra estos materiales. Se utilizan para enlucir, tabicar, los operarios más experimentados parten ladrillos y tejas con ellas, etc.

Existen varias tipologías de paletas y paletines que se pueden identificar en obra:

1. Paleta catalana: es la más empleada en obra. Sirve para la ejecución de todo tipo de fábricas y para el rebozado de las mismas. También se utiliza para la preparación de pequeñas mezclas de yeso, por ejemplo.
2. Paletas de albañil: es una paleta más baja que la catalana, aunque de dimensiones similares en cuanto a su hoja. Sirve para acabados vistos como los enlucidos o para trabajos de yesería. La hoja es más fina y afilada que la paleta catalana.
3. Palustre: tiene una utilidad similar a la paleta catalana. Es rectangular y sirve para la ejecución de fábricas.
4. Paletín: es una paleta pequeña que sirve para acabados y rejuntados de morteros.



#### ESPÁTULAS Y RASQUETAS

Es la misma configuración de herramienta, manual, y se diferencian entre ellas por el tamaño de la hoja. Sirven para amasar algunos conglomerantes y para aplicarlos en pequeñas dosis, pero como su nombre indica, también se

utiliza para quitar pequeñas cantidades de materiales o acabados: rascarlos. La espátula tiene la hoja más estrecha y la rasqueta más ancha.

## LLANA, TALOCHA Y FRATÁS

Es una herramienta propia de la albañilería y en casos puntuales del pintor. Sirve y complementa a las paletas como herramienta para colocar, aplicar y dar el acabado a morteros, yesos, cales, etc. También sirven para distribuir pastas para la colocación de pavimentos o alicatados. Según el material y la forma de la hoja tienen una función. Se pueden distinguir las siguientes:

1. Llana: tiene la hoja de acero templado y es utilizada por albañiles (colocación de morteros), yesaires o escayolistas (colocación de yesos, etc.) o pintores (colocación de masillas y monocapas). Cualquier tarea de los oficios mencionados puede atribuirse también al albañil. Esta herramienta dará un acabado liso e igualado a la superficie donde se aplique la masa.
2. Talocha: al tener la hoja de plástico (antiguamente podían ser de madera) da un acabado más basto a la masa. Se utiliza para maestrear hormigones y morteros o para capas previas a los enlucidos.
3. Llana dentada: tiene una composición de hoja parecida a la llana, pero con dos de sus aristas dentadas. Con ella se distribuyen las colas para alicatar o pavimentar con cerámica.
4. Fratás: con la hoja de plástico o madera, sirve para dar a las pastas un acabado áspero. En lugar de esta llana, en obra se suele utilizar una esponja.
5. Llana de rejuntar: con una hoja esponjosa, pero de plástico, sirve para llenar las juntas después de realizar el alicatado o pavimentado de una superficie.





## 2.7. Normas de uso y mantenimiento

Cada una de las herramientas que se han mencionado hasta ahora tiene una normativa. Por ejemplo, una maceta está regida por la norma UNE 16590-3:1998 *Herramientas para golpeo. Martillos, mazas y herramientas similares. Parte 3: Macetas para albañil*.

A través del siguiente enlace <https://www.une.org/encuentra-tu-norma/busca-tu-norma> podréis consultar por el nombre cualquier normativa referente a herramientas.

### Refina tu búsqueda

- UNE
- ISO
- IEC
- ASTM
- IEEE
- BSI
- DIN
- SAE
- EN

Para búsqueda de normas ISO, ASTM, IEC, IEEE, BSI, DIN, SAE y EN utilizar términos en inglés

#### Referencia

#### Título / Palabra / Clave

#### Equivalencia

#### Temática

#### CTN (sólo para UNE)

#### ICS

#### Estado

- Vigentes
- Anuladas
- Proyectos (sólo para UNE)

#### Desde

#### Hasta

En cualquier caso, aunque es lógico, vale la pena recordar que las herramientas que tienen diferentes partes o componentes se deben conservar adecuadamente ensamblados. En el caso que fluyan las partes entre ellas, deben estar bien engrasadas. Las herramientas de corte deben permanecer afiladas y deben ser guardadas con las protecciones adecuadas. Las herramientas, en contacto con la obra, tienden a acumular polvo, restos de masas, etc., por lo que se debe tener especial atención en su limpieza.

Por otra parte, las herramientas de golpeo deben estar correctamente ensambladas entre la cabeza y el agarre. Puede ser muy peligroso utilizar herramientas de golpeo en un mal estado de mantenimiento.

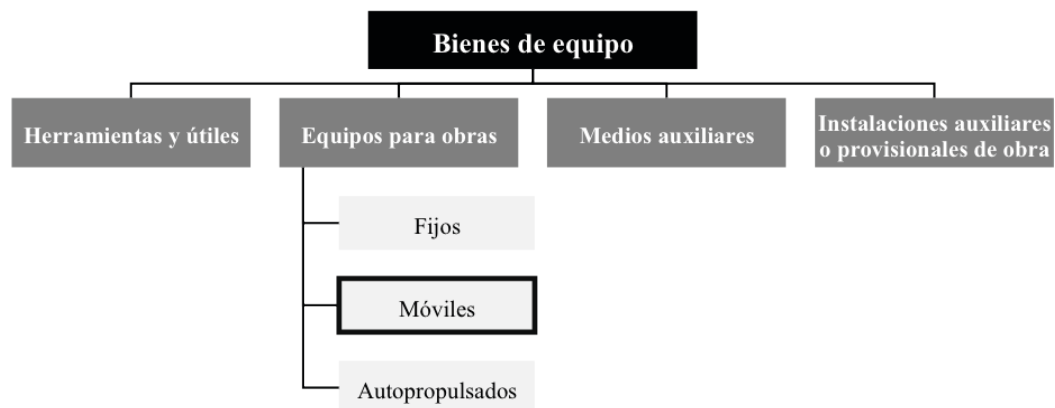
Las paletas y las llanas, si se utilizan para golpear cualquier elemento se pueden mellar dejando marcas en los enlucidos y, por tanto, dando un mal acabado a la superficie.

Por lo general, las herramientas tienen un funcionamiento muy sencillo y cada una tiene una utilidad muy centrada en un propósito. Por tanto, cada herramienta se debe utilizar para su cometido siendo peligroso su uso para cualquier otro cometido (por ejemplo, utilizar una llave para golpear).

## 2.8. Pequeña maquinaria

Como se introdujo en el tema 1, la pequeña maquinaria se encontraría dentro de los equipos de obra móviles que deben estar alimentados por electricidad, por un motor de combustión o por aire comprimido. Estos equipos no necesitan una cualificación para ser empleados, pero conviene tener una mínima formación al respecto para evitar accidentes. Aunque se pueden enmarcar en grupos, también es cierto que este tipo de maquinaria se utiliza en muchas fases de las obras, y sus categorías más reseñables son las siguientes:

- Pequeña maquinaria para demolición
- Pequeña maquinaria para movimiento de tierras
- Pequeña maquinaria para estructura
- Pequeña maquinaria para albañilería
- Pequeña maquinaria para acabados



### 2.8.1. Pequeña maquinaria para demolición

Frecuentemente, en las obras se necesita romper, perforar, eliminar revestimientos, tabiquería, aperturas, etc. Para este menester, y dependiendo siempre de las dimensiones de la partida que se va a realizar, se utiliza la siguiente maquinaria.

#### MARTILLOS COMPRESORES

Los martillos de aire comprimido necesitan un compresor que eleve la presión del aire al valor deseado para el trabajo. Desde el compresor, el aire llega al martillo mediante tuberías. Estas llevan el aire hasta un recinto hermético en el compresor y a través de un émbolo y a la reducción del volumen de aire, se mueve el cincel que golpea los materiales. Los compresores pueden ser eléctricos o de motor de explosión. Aunque cambie la fuente de alimentación el cometido sigue siendo el mismo.



Fuente: Maquituls

## MARTILLOS ELÉCTRICOS

Los martillos eléctricos necesitan siempre una fuente de alimentación eléctrica. Son más transportables que los martillos compresores y tienen, como se ha visto, multitud de funciones dentro de una obra. En cualquier caso, las principales funciones de estos martillos son dos: la rotación o el golpeo. Estos martillos tienen diversas opciones de trabajo todas ellas relacionadas según los complementos que se les asignen:

- Brocas: sirven para hacer taladros en todas sus formas.
- Cinceles: para realizar rozas o eliminar revestimientos, azulejos, etc.
- Punteros y escoplos: para demolición.
- Palas: para retirar revestimientos.
- Bujardas: para trabajar sillería y mampostería

Se diferencian tres modelos de martillo eléctrico:

1. Martillo rompedor: de diferentes tamaños, su función básica es el golpeo. Se ajustaría a los complementos como cinceles, punteros y escoplos, palas y bujardas.
2. Taladro: su función básica es perforar. Dependiendo de la broca utilizada se podrán realizar taladros en distintos materiales.
3. Martillo rotativo y rompedor combinado: es básicamente un taladro que también tiene la función de golpeo, lo que facilita trabajos en superficies muy resistentes como por ejemplo el hormigón.



### *2.8.2. Pequeña maquinaria para movimiento de tierras*

## COMPACTADORES

La labor principal de esta maquinaria es compactar pequeñas superficies o lugares de difícil acceso para maquinaria mayor. Por ejemplo, se podrían utilizar

para el compactado de zanjas o para parchear caminos y calles. Se pueden clasificar los distintos tipos de máquinas de compactación de suelo atendiendo a diferentes criterios. Por ejemplo, es habitual dividirlos en:

- Pisón compactador: también es conocido como pisón de rana. Su motor hace vibrar una bandeja de modo que esta ejerce una fuerza de presión sobre el terreno.
- Rodillos: puede tener uno o dos rodillos metálicos (generalmente dos) y ejerce una compactación por gravedad y por vibración.
- Planchas vibratoras: generalmente se utilizan para compactar hormigón, asfalto, tierra, grava u otros materiales. Ejecutan la compactación por vibración y la plancha es el elemento que apisona el suelo.



También se podrían dividir según la energía que necesitan para funcionar (motor de explosión, electricidad, etc.).

### *2.8.3. Pequeña maquinaria para estructura*

#### SIERRA CIRCULAR

Se trata de un equipo que suele tener una ubicación permanente en obra. La sierra circular es una máquina compuesta por la mesa de trabajo (que suele ser simple pero robusta) y el disco, que se abre paso por una ranura en el tablero de la mesa y que puede ser ajustable. Funciona a partir de un motor que da la potencia de giro al disco. Puede tener guías para lograr ajustar los cortes al espesor adecuado y previsto. Las sierras circulares de mesa suelen estar vinculadas al oficio de carpintero, puesto que se utilizan generalmente para cortar madera. No obstante, esta cualidad las hace ideales para realizar cortes a los tableros de encofrar que se utilizan en fase de estructura.





## CORTADORA DE JUNTAS

Son equipos que se utilizan para cortar sobre diferentes superficies como asfalto u hormigón y que sirven para crear juntas de dilatación (no confundir con juntas estructurales). Las partes fundamentales son el motor de combustión (gasolina), la transmisión (correa) y el disco. Las principales características son las siguientes:

- Sistema de refrigeración que permite bajar la temperatura del disco mientras se utiliza.
- Regulación de profundidad de corte.
- Ruedas para asegurar el guiado de la máquina.
- Posibilidad de utilizar diversos tamaños de disco.



## FRATASADORAS

Las fratasadoras se utilizan para dejar un acabado liso en grandes superficies de hormigón. Se utilizarían en losas, soleras y forjados. Según sus características, se diferencian dos tipos:

1. Helicóptero: el alisado se obtendría por el paso de las aspas.



2. Lineales (tabla): el alisado se obtendría a través de la vibración y el paso de la superficie lisa de la pala de la máquina.



## VIBRADOR

El vibrador de hormigón o de aguja se utiliza para compactar el hormigón de gran espesor acabado de verter. Es una vaina vibrante alargada de acero que se

sumerge en el hormigón desde su superficie. Es una máquina que suele ser eléctrica y que se utiliza para compactar el hormigón de pilares, zunchos y vigas.



#### 2.8.4. Pequeña maquinaria para albañilería

##### MEZCLADORA

Son máquinas que se utilizan para mezclar homogéneamente morteros de cola para la colocación de pavimentos y alicatados, morteros para las juntas, monocapa para revestimientos, yesos, etc. Con una fuerza de rotación (puede ser un taladro) y con un complemento que se basa en una hélice, se mezclan los materiales con agua para su posterior puesta en obra.



##### CORTE

Existen varias máquinas que sirven para el corte de mampostería, ladrillos, bloques y, dependiendo del disco utilizado, también metales.

La tronzadora puede estar incorporada en una mesa o simplemente apoyar la máquina sobre una superficie estable. Esta máquina permite cortar con un ángulo determinado en los dos sentidos. Para cortar, se deposita la pieza y se



ajusta con un tope o con una mordaza. Al bajar el disco, se corta la pieza según las especificaciones previas. Esta máquina puede ser de combustión, aunque generalmente son eléctricas.



Las amoladoras (radial) son máquinas que permiten cortar, desbarbar y pulir superficies de cualquier material simplemente utilizando el disco apropiado para cada circunstancia. Es una máquina eléctrica que dispone de un motor y engranajes que hacen girar un husillo al cual se pueden acoplar varios accesorios en función del trabajo que se realice.



### *2.8.5. Pequeña maquinaria para acabados*

#### **PULIDORA Y ABRILLANTADORA**

La pulidora es un equipo de trabajo eléctrico empleado para pulir superficies de diferentes materiales mediante movimientos rotatorios con un material

abrasivo. La superficie en contacto con el material tiene un acabado rugoso. En cambio, la abrillantadora sirve para realizar el último pulido y el abrillantado de las superficies. Por tanto, la superficie en contacto con el material es más lisa y, en ocasiones se utilizan cepillos o telas.



## 2.9. Normas de uso y mantenimiento

En cualquier caso, cada máquina vendrá acompañada de su correspondiente manual de instrucciones donde se especificarán las normas de uso y mantenimiento. Sin embargo, se debe añadir que la mayoría de estas máquinas arrojan esquirlas o fragmentos de material y son muy ruidosas. Además, tienen partes cortantes, mecánicas o que pueden conllevar riesgo eléctrico. Por tanto, se deben utilizar los EPI apropiados en cada circunstancia: guantes, gafas, protección contra el ruido, guantes, botas de seguridad, etc.

A través del siguiente enlace <https://www.une.org/encuentra-tu-norma/busca-tu-norma> podréis consultar por el nombre cualquier normativa referente a maquinaria.

Nota final de tema: Algunos textos están referenciados en la bibliografía final. Véase Fuentes, Oliver y Martínez (2001). Para ampliar contenidos se debe consultar la bibliografía, la normativa y los sitios web recomendados.

# Tema 3. Selección de equipos para los procesos de la construcción

## 3. SELECCIÓN DE EQUIPOS PARA LOS PROCESOS DE LA CONSTRUCCIÓN

### 3.1. Introducción

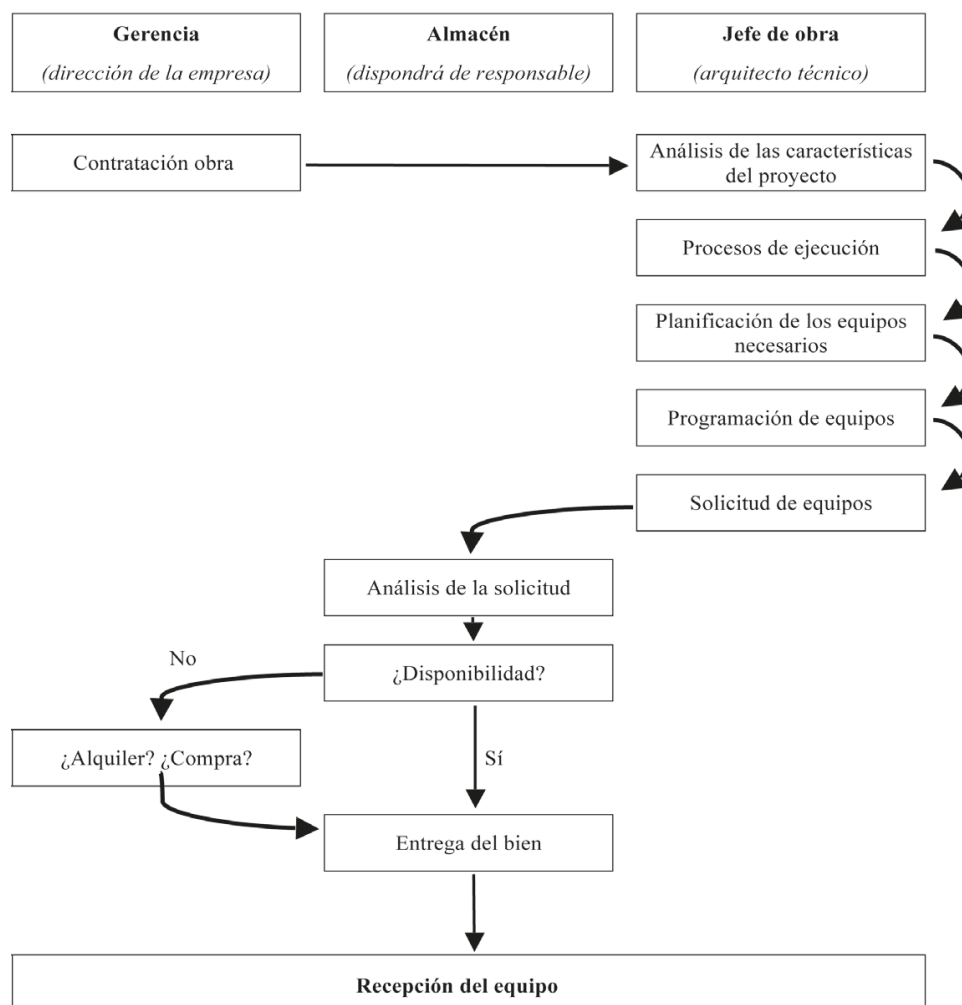
Como se vio en el tema 1 de forma general, una de las funciones del arquitecto técnico es la de la elección de los equipos para las distintas etapas de una obra. Sin embargo, cabe señalar que no siempre va a estar a su alcance la herramienta, máquina o útil más apropiado en cada ocasión. Muchas veces dependerá de la disponibilidad de la empresa constructora, de la disponibilidad de dicho bien de equipo, su precio, etc.

Como también se vio, la característica que une a todas las obras es que hay alguien invirtiendo dinero en ella. Esto la condiciona y condiciona al arquitecto técnico a que se ejecute con la mayor eficiencia posible. En cualquier caso, la selección de equipos será fundamental para lograr reducir los plazos, trabajar con seguridad y ser eficientes en el oficio.

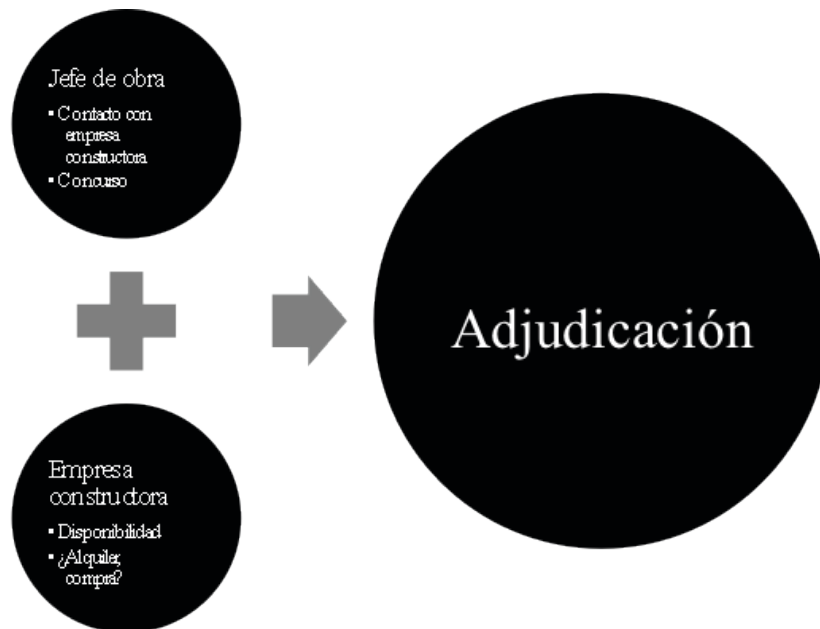
El papel del arquitecto técnico es significativo en cuanto a la selección de los bienes que formaran parte de la obra, pero no siempre en fase de ejecución (que también debe serlo), sino más bien en el momento de redactar, revisar y pensar el proyecto a ejecutar. En ese sentido, existen cuatro factores que hay que considerar mientras se está planteando el proyecto:



En primer lugar, un plazo de ejecución largo o corto condicionará la cantidad de personas que deben estar trabajando al mismo tiempo en la obra. También condicionará si se adquieren los bienes de equipo, se alquilan, etc. Conocer profundamente las especificaciones del proyecto indicará qué tipos de trabajo hay que realizar, en qué condiciones y con qué presupuesto. Es fundamental conocer los recursos económicos disponibles para hacer una gestión eficiente y lógica del proyecto. En este punto es importante hacer balance porque no saber decir que no, que no se puede o que no con estas características supone el éxito o el fracaso del proyecto. El tipo de empresa constructora puede ir desde un trabajador autónomo con unos medios limitados hasta una gran empresa con capacidad para grandes proyectos (puentes, puertos, carreteras, grandes infraestructuras, etc.). En cualquier caso, en el momento de redactar el proyecto, se debe especificar en el pliego los medios y bienes de equipo que debe disponer la empresa o si tiene fondos para hacerse cargo de los mismos. En una reforma, por ejemplo, los medios serían muy limitados, bastaría con herramientas manuales y pequeña maquinaria. En la construcción de una facultad de este mismo campus, se debe dotar a la obra con maquinaria de movimiento de tierras, transporte, elevación, etc. Como explica Vicente Granell (2010) en el siguiente esquema, este sería el proceso habitual para una empresa que disponga de un almacén de bienes de equipo:



También hay que tener en cuenta que si, por ejemplo, un proyecto sale a concurso, solo podrán optar a dicho concurso las empresas que puedan acreditar que son poseedoras de los bienes que requiere el pliego pudiendo ser sancionadas en caso de fraude.



### 3.2. Requisitos técnicos de los equipos

Como se ha visto, los bienes de equipo se pueden jerarquizar y clasificar en diferentes grupos. Sin embargo, todos ellos tienen unas características intrínsecas que los hacen específicos a cada una de las circunstancias de obra. Se debe diferenciar entre unas características básicas:

- Diseño
- Volumen
- Peso
- Potencia
- Energía necesaria
- Coste
- Amortización
- Consumo
- Mantenimiento

Y unas características específicas:

- Alcance
- Capacidades
- Presiones
- Diámetros
- Tensiones
- Materiales
- Velocidades
- Giros
- Etc.



**FICHA DE MAQUINARIA**

A54-03-02



CARACTERISTICAS GENERALES		CARACTERISTICAS DE EXPLOTACIÓN	
<b>MAQUINA</b>		<b>PRESION SOBRE EL SUELO</b>	
<b>CARGADOR FRONTAL CAT 950 F</b>		Fuerza de arranque pala	159,3 Kn
		Ancho de la pala	2811 mm
		Capacidad de la pala	2,9 m <sup>3</sup>
Marca	CATERPILLAR	Alcance Máximo de elevación	1103 mm
Modelo	950 F	Radio de giro	6419 mm
Número de serie	8TK00268	<b>VELOCIDAD DE DESPLAZAMIENTO</b>	
Año de construcción		Selector de marcha adelante/atrás	4 Velocidades
Año de compra		Avance en Km/h	39,3 km/h
		Retroceso en Km/h	43 Km/h
<b>ACCIONAMIENTOS</b>		<b>CAPACIDADES</b>	
<b>MOTOR DIESEL</b>		Carter de aceite	20 l.
Marca	CATERPILLAR	Volumen del fluido refrigerante	49 l.
Modelo	3116	Volumen del fluido transmisión	34 l.
Número de serie	7JL06489	Volumen fluido eje delantero	36 l.
Cilindrada	6.6 l	Tensión de funcionamiento	24 V
Revoluciones	2600 RPM	Balaceo eje trasero	26 grados
Potencia	230 HP	tamaño del neumático	23.5 - 25 12PR
Deposito acpm	222 l.	<b>DIMENSIONES</b>	
<b>EQUIPO HIDRAULICO</b>		Longitud de la pala a nivel del suelo	7687 mm
Caudal bomba	237 l/min	altura entre neumáticos	2753 mm
Presión del caudal	20684 KPa	Eje de ruedas	3180 mm
Sistema hidráulico	153 l.	Altura máxima hasta el codo del brazo	3953 mm
<b>DIMENSIONES Y PESOS DE EMBARQUE</b>		Altura hasta parte superior cabina	3520 mm
Longitud total	7689 mm		
Ancho máximo	3180 mm		
Altura total	3520 mm		
Peso aproximado	15730 Kg		
<b>EN SERVICIO</b>			
Longitud total aprox.	10290 mm		
Ancho máximo	2859 mm		
Altura total	3760 mm		
Ancho de pala	2811 mm		
<b>CONSUMOS APROXIMADOS</b>			
Combustible	343 l		
Lubricantes	200 l		
<b>OBSERVACIONES:</b>			
CODIGO: CGR 01			
<b>APROBADO POR</b> (Jefe de Maquinaria):		<b>FIRMA</b>	<b>FECHA:</b>




	SISTEMA INTEGRADO DE GESTIÓN	CÓDIGO:	
	FICHA TECNICA DE UN AZADÓN	VERSIÓN:	
		FECHA:	

IMAGEN	CARACTERÍSTICAS / PARTES
	<p><b>El azadón es una herramienta agrícola formada por una lámina ancha y gruesa, a veces curvada, inserta en un mango de madera.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- La azada está fabricada de una única pieza templada</li> <li>- Fabricación en acero carbono especial de alta calidad.</li> <li>- Recibe pintura electrostática a polvo, que tiene mejor presentación visual y mayor protección contra la oxidación.</li> <li>- La lámina posee tamaño 2.5 e su afilado se hace con máquinas automatizadas</li> <li>- Posee ojo de 38 mm de diámetro.</li> <li>- El mango de 145 cm se fabrica con madera de origen renovable.</li> <li>- Mango con terminación barnizada</li> </ul> <p>- El sistema de colocación del mango con buje plástico permite una excelente fijación de la azada, evitando que los mangos se suelten durante el uso. El buje absorbe la contracción de la madera, manteniendo el mango siempre firme y ayuda a absorber los impactos durante el uso.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Lámina con ángulo intermedio en relación al mango</li> </ul>
DESCRIPCIÓN Y USOS	LIMPIEZA/ALMACENAMIENTO
<p>Se emplea para roturar la tierra, labrar surcos, para cavar en tierras duras o para cortar raíces.</p>	<p>Se recomienda mantener esta herramienta libre de residuos, limpia y seca para evitar su deterioro; debe almacenarse en un lugar destinado para herramientas con la parte filosa cubierta o de modo que se prevengan accidentes</p>
<b>ELEMENTOS DE PROTECCION PERSONAL</b>	

# AMOLADORA ANGULAR

## 115 mm



**EXPERT**

Características del aparato	RT-AG 115
Tensión de red	230 V ~ 50 Hz
Consumo	600 W
Velocidad en vacío	12000 r.p.m
Diámetro de disco	115 mm
Peso del producto	1,8 kg
Protección contra re arranque	-
Interruptor de seguridad	•
Protección para el disco con ajuste rápido	•
Bloqueo de husillo	•
Revestimiento Softgrip	•
Empuñadura adicional	con 3 posiciones de montaje
Pinza sujetacables	
Llave de espigas	•
Muela de tronzar	-
Número de artículo	4430559

Las fichas técnicas están más orientadas a la maquinaria por tener muchos más condicionantes tanto básicos como específicos. Sin embargo, cualquier bien de equipo puede tener una ficha técnica.

### 3.3. Los criterios de selección

Con los datos aportados hasta ahora, se puede entender que los criterios para la selección de un bien de equipo no son ni únicos ni estandarizados. Cada obra tendrá sus inconvenientes y sus ventajas. La selección de los equipos, con la experiencia que da el trabajo, se automatiza y se establecen preferencias. Se debe tener en cuenta que los conocimientos de aplicación, económicos, medio-ambientales y técnicos serán los criterios fundamentales a los que acompañarán los siguientes:



Situación de la obra	Accesos
Zona industrial	Calle ancha
Casco histórico	Calle estrecha
Zona de nueva urbanización	Camino rural
Zona periurbana	Puente
Zona rural	Pendiente
Altitud	Topografía
Forma de la obra	Plana
Pequeña	Pendiente
Ancha	Irregular
Alargada	Tipo de terreno
Clima	Rocoso
Temperatura	Arcilloso
Viento	Marjal
Lluvia	Mantenimiento
Nieve	Necesidades de cada equipo
Energía	Costes
Motor gasolina	Precio del equipo
Motor eléctrico	Alquiler del equipo
Medio ambiente	Coste de mantenimiento
Vertidos	Combustible (si lo requiere)
Emisiones	

¿Qué criterio se debe seguir cuando existen tantas variables? *La polivalencia*. El bien de equipo será más eficiente y más rentable cuantas más cosas se puedan hacer con él.

Por último, un parámetro a tener en cuenta en la selección de un equipo es la necesidad o no de un operador. El operador debe ser una persona cualificada para el bien de equipo que va a utilizar. Tendrá que cumplir unos conocimientos en temas de seguridad, uso y manejo y mantenimiento del equipo. Para todo ello debe estar acreditado mediante cursos, carnets o diplomas oficiales que garanticen sus conocimientos.

### 3.4. Rendimientos

El rendimiento de una máquina es el número de unidades de trabajo que realiza en la unidad de tiempo. Esta unidad generalmente será *una hora*. Es decir:

$$\text{Rendimiento} = \text{unidades de trabajo/hora}$$

Las unidades de obra más comunes que emplean maquinaria autopropulsada o en los casos más comunes que nos pueden afectar serán para el movimiento de tierras, recogidas de escombros o acciones similares. En este tema no se profundiza en otros materiales, ya que no son considerados medios técnicos. Por lo tanto, las mediciones más estandarizadas serán por metro cúbico o por tonelada.

Antes de conocer los diferentes rendimientos de máquinas es necesario familiarizarnos con algunos términos como son:

- Factor de Abundamiento: es una propiedad física del terreno de expandirse cuando es removido de su estado natural, se puede calcular a través de la siguiente fórmula:

$$F. V = (B/L - 1) (1)$$

donde:

$$V = \% \text{ de abundamiento} // B = \text{peso de la tierra inalterada} //$$
$$L = \text{peso de la tierra suelta}$$

- Tiempo de un ciclo (T): este concepto está ligado a las diferentes operaciones que emplean algunas máquinas para completar correctamente un trabajo, el tiempo de un ciclo contempla maniobras, carga, descarga, espera, retorno, acarreo, etc.
- Capacidad de los receptáculos (Q): se refiere a la capacidad que tienen los diferentes elementos de las máquinas como son cucharones de excavar y cargar, cuchillas de bulldozer, cuchillas de motoniveladoras, etc. Esta viene dada por el fabricante.
- Factor de eficiencia del cucharón (K): es la relación que existe entre la cantidad de material que hay en el receptáculo y la capacidad real del mismo.

$K = \text{material cargado por el receptáculo} / \text{capacidad nominal del receptáculo}$ .

- Factor de eficiencia de la máquina (E): también conocido como factor de rendimiento de trabajo o eficiencia, básicamente este factor representa las pérdidas de rendimiento del equipo las cuales están en función directa con las condiciones de la máquina, de la adaptación que se tenga para cierto trabajo y las condiciones de la obra.

El factor de eficiencia depende de las condiciones de administración y las condiciones de la obra:

- Condiciones de administración: estado de la máquina, coordinación del trabajo entre equipos.
- Condiciones de la obra: superficie del terreno, topografía, condiciones climáticas, adaptabilidad de la máquina.

MAQUINA	RENDIMIENTO	CÁLCULO	SIGNIFICADO DE VARIABLES
BULLDOZER	Básicamente el rendimiento de estas máquinas depende del tipo de hoja y su capacidad, así como de la eficiencia del operador y de la clase de material en que trabaja.	Su cálculo se hace de la siguiente ecuación: $R = 60 \cdot E \cdot Q \cdot K / T \cdot F \cdot V$	Dónde: R = rendimiento en m <sup>3</sup> / hora E = eficiencia general Q = capacidad de carga de la cuchilla en m <sup>3</sup> K = coeficiente de carga T = tiempo de un ciclo F.V = factor de abundamiento
CARGADORES	en función de la siguiente fórmula, el rendimiento de los diferentes tipos de cargadores es :	$R = 60 \cdot Q \cdot K \cdot E (0.764) / T \cdot F \cdot V$	Dónde: R = rendimiento en m <sup>3</sup> / hora Q = capacidad nominal del cucharón K = factor de llenado del cucharón E = factor de rendimiento de trabajo T = tiempo de un ciclo (minutos) F.V = factor de abundamiento
EXCAVADORAS	los factores que deben tomarse para el cálculo del rendimiento son: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tipo de material</li> <li>• Profundidad real del corte</li> <li>• Angulo de giro 30</li> <li>• Dimensión del equipo frontal</li> <li>• Eficiencia del operador</li> <li>• Condiciones del equipo y obra</li> <li>• Capacidad del vehículo</li> </ul>	Por lo tanto, la fórmula con que se calcula el rendimiento para estas máquinas es: $R = 3600 \cdot Q \cdot E \cdot K (0.764) / T \cdot F \cdot V$	Dónde: R = rendimiento en m <sup>3</sup> / hora medidos en el banco Q = capacidad o volumen del cucharón E = factor de rendimiento de la máquina K = factor de llenado del cucharón (depende de las dimensiones y capacidad del cucharón. F.V = factor de abundamiento T = tiempo del ciclo en segundos
MOTONIVELADORAS	la forma general de calcular el rendimiento de esta máquina es teniendo en cuenta el tiempo de trabajo	$T = D \cdot N / V \cdot E$	Dónde: T = tiempo requerido para efectuar el trabajo D = distancia recorrida en cada pasada N = número de pasadas que se requiere para realizar el trabajo V = velocidad de operación (km/hr) E = factor de rendimiento de trabajo
COMPACTADORES	la obtención del rendimiento de estas máquinas en general, se mide a través de un promedio en el que se considera el número de pasadas que necesita hacer una máquina	Para obtener la compactación deseada. La fórmula es la siguiente: $R = A \cdot V \cdot e \cdot C \cdot 10 / N$	Dónde: R = rendimiento en M <sup>3</sup> /hc A = ancho compactado por la máquina en m V = velocidad en km/hr e = espesor de la capa a compactar en cms C = coeficiente de reducción (0.6-0.8) N = número de pasadas para obtener la compactación requerida

### 3.5. Ejercicios:

Sois los jefes de obra encargados de seleccionar las diferentes herramientas y máquinas para llevar a cabo las obras que se explican tras el enunciado. Debéis determinar las herramientas, pequeña maquinaria o grandes equipos para cada situación. A su vez, explicaréis qué criterios habéis elegido para cada situación y quién realizará las obras.

Nota: Estos ejercicios no tienen una solución única. Las respuestas dadas son una entre las posibles soluciones. El ejercicio sirve para el debate en clase, ofrecer distintos puntos de vista y ampliar conocimientos de los alumnos.

#### OBRA 1:

Os encontráis en el municipio de Palanques. Se os ha encargado la rehabilitación de la tercera planta de la Casa de la Cultura para habilitarla como alojamiento rural. Se accede a través de una pendiente pronunciada y una calle

cuyo ancho es de 4 metros. Vista la imagen, ¿qué herramientas utilizaríais para la fase de albañilería?, ¿cómo sacaríais los escombros y con qué máquina los transportaríais?



Solución:

Respecto a la fase de albañilería, para realizar la distribución interior haríamos unos tabiques de ladrillo hueco cerámico. Necesitaríamos: una paleta catalana, miras, hilos, un nivel de burbuja magnético, una llana para el enlucido

Respecto a los escombros. Utilizaría una pala para cargar, un capazo y sacos para sacarlos. Para el transporte usaríamos una camioneta de obras pequeña (consultando sus dimensiones en distintas fichas técnicas), ya que un camión no podría maniobrar bien en una calle tan inclinada y estrecha.

Esta obra la realizarían un peón y un oficial de primera.

OBRA 2:

Seguís en el municipio de Palanques, vuestra perfecta ejecución de la obra 1 ha hecho que os contraten para una segunda obra. En este caso, rehabilitar los antiguos lavaderos del pueblo rejuntando la mampostería con mortero de cal y limpiando las balsas y enluciendo los revoltones. El acceso tiene un desnivel de 50 m en una pendiente muy inclinada y un estrechamiento en la misma hasta los 2 metros. Se os requiere lo mismo que en el caso anterior: ¿Qué herramientas utilizaríais para la fase de albañilería? ¿Cómo sacaríais los escombros y con qué máquina los transportaríais?



Solución:

Herramientas de albañilería: paleta de albañil para el enlucido, una mezcladora para elaborar el mortero, una llana para el rejuntado, pala de punta cuadrada para transportar los escombros.

Los escombros los sacaría con sacos, de manera manual hasta arriba de la pendiente, donde estaría la camioneta de obras para su transporte.

OBRA 3:

En este caso nos ubicamos en Vilafranca. Se os ha encargado la reforma integral de una antigua construcción para adecuarla a vivienda. ¿Qué máquinas y herramientas utilizarías para reconstruir la cubierta? ¿Montarías andamio por una fachada o por las dos? ¿Por qué?



Solución:

Respecto a las fachadas, por uno de los alzados tenemos un piso menos. Y si tenemos en cuenta que los andamios molestan a los vecinos, cortan la calle



y suponen un gasto económico, lo óptimo sería montar un solo andamio por la parte baja.

El principal problema sería rematar el alero de la parte contraria (fachada alta), pero podemos usar una plataforma elevadora durante poco tiempo.

Fases de rehabilitación de la cubierta:

1. Retirada de tejas: palets para almacenaje, andamio para comodidad en la carga de palets y el descenso con el camión pluma. Las tejas las reutilizaremos, así que las disponemos en los palets de manera ordenada y las guardamos a pie de obra.
2. Demolición del forjado actual deteriorado. Con mazos y picos manualmente o con un vehículo equipado con martillo picador.
3. Retirada de escombros: con camión pluma.
4. Ejecución del nuevo forjado: vigas y viguetas prefabricadas de hormigón y bovedillas de hormigón para ubicar con un camión pluma. Capa de compresión de hormigón que se colocará de manera manual con una llana.
5. Colocación de las tejas reutilizadas. Tomadas con mortero de cemento. Y remate del alero de la fachada de mayor altura con plataforma elevadora.

# Tema 4. Útiles de obra

## 4. ÚTILES DE OBRA

### 4.1. Introducción

Los útiles de obra son utensilios de uso manual que no son específicos de ningún oficio en particular, pero que son de uso frecuente en la construcción. Como ya se vio en el tema de las herramientas, se pueden utilizar muchas clasificaciones distintas para agrupar los útiles. En este caso, se clasifican por su forma y función:

1. Recipientes
2. Útiles para el transporte
3. Útiles de fijación
4. Útiles de sujeción y elevación

En estas cuatro categorías se distinguirán los diferentes útiles que pueden formar parte de ellas. Sin embargo, esto no significa que sean los únicos. Al igual que en el caso de las herramientas, el catálogo de productos es muy numeroso, adaptable a cada circunstancia de la obra y, como se ha dicho al principio del tema, propio de diversos oficios dentro de la construcción.

### 4.2. Útiles según su función

#### 4.2.1. Recipientes

##### ARTESA

Más conocido en el mundo de la construcción como *pastera*, se trata de un recipiente que se utiliza para la elaboración de pastas, generalmente mortero u hormigón. Si se trata de pequeñas actuaciones, intervenciones puntuales o remiendos, es posible que se fabrique el mortero o el hormigón de forma manual en este utensilio. Del mismo modo, este útil sirve para descargar la mezcla conformada en la hormigonera y así depositarla en recipientes más pequeños.

La artesa o pastera está construida con una chapa metálica de acero galvanizado y puede estar construida de una sola pieza o con las chapas soldadas en sus aristas. Las artesas pueden tener cuatro patas, o bien dos patas y dos ruedas que facilitan su transporte. Se trata de uno de los útiles más recurrentes en obra.



#### CALDERETA

Junto a las paletas, la caldereta es el útil más característico del albañil. Se trata de un recipiente de unos 10 litros utilizado para transportar morteros desde el lugar de producción hasta el lugar de colocación en obra. Por su forma también puede ser útil para transportar escombros, pero su uso habitual es el transporte de mezclas: morteros y hormigones.

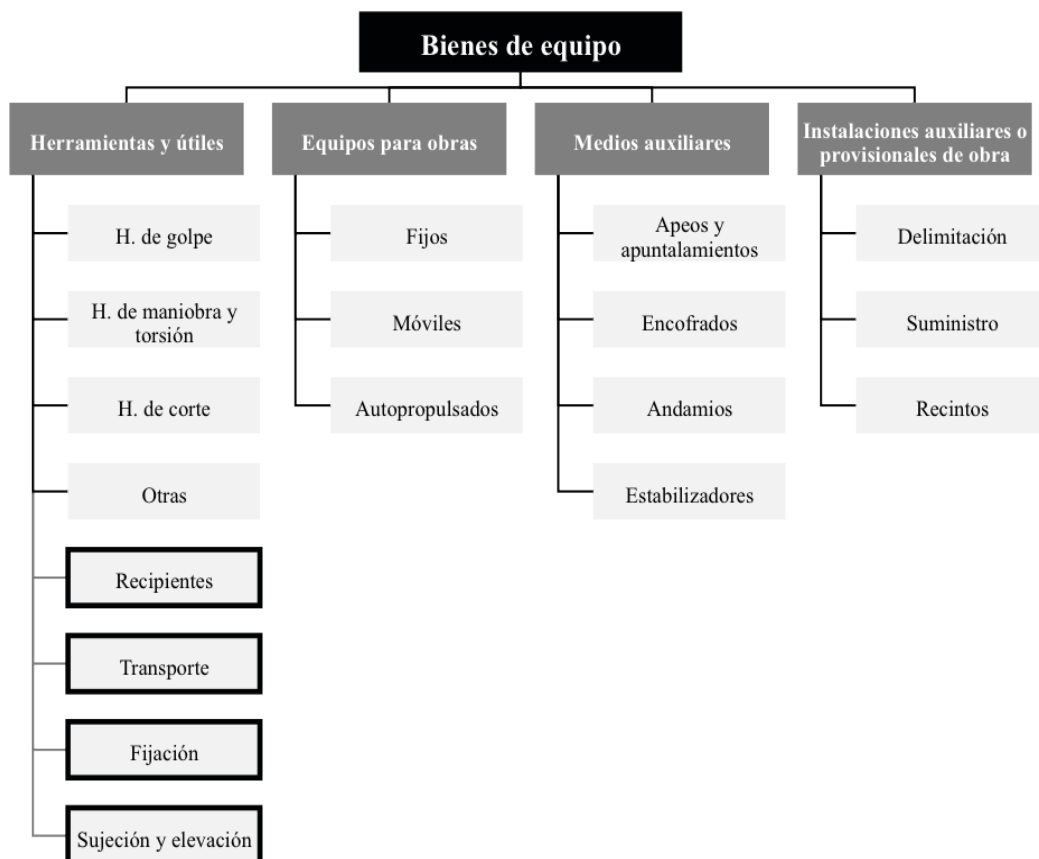
Antiguamente las calderetas eran metálicas, lo que suponía un incremento sustancial del peso de la misma una vez llena de mezcla. Actualmente las calderetas son de plástico. A parte del recipiente, la caldereta tiene un asa metálica.





## ESPUERTA

En la obra se le denomina capazo. Es un recipiente de plástico que suele tener dos funciones principales según su tamaño y forma: se utiliza para transportar elementos (generalmente escombros) o para confeccionar pequeñas cantidades de masa (yesos, colas, monocapa, etc.). Según su forma, la espuerta cóncava se utilizaría para transportar y la de fondo plano se utilizaría para amasar, aunque esto depende de cada albañil.



### 4.2.2. Transporte

## CARRETILLA

Se trata de un útil presente en todas las fases de la obra. Está formado por un bastidor al que se le une un recipiente cóncavo que puede ser de plástico o acero,

con una rueda en la parte delantera y mangos en la parte posterior. Su uso principal es el del transporte de materiales sólidos que pueden ser desde ladrillos, mampostería, escombros, etc., y líquidos o pequeñas cantidades de masa aglomerantes (morteros u hormigones principalmente). Es conveniente diferenciarlo del carro chino (siguiente epígrafe), puesto que estas carretillas están preparadas para trabajar en planos horizontales o ligeramente inclinados y no son válidas para engancharlas a poleas o maquinillos.

## CARRO CHINO

La estructura del carro chino sería muy similar a la de la carretilla, pero su recipiente tiene mayor capacidad y los mangos son abatibles pudiendo desplazarse hasta una posición vertical para engancharlos mediante una argolla a maquinillos o grúas. Aunque puedan tener las mismas utilidades que la carretilla, su mayor capacidad y posibilidad de enganche las hacen idóneas para transportar hormigones y morteros a plantas superiores de la construcción que se esté realizando. Tanto en este caso como en el anterior, se trata de un útil que emplea habitualmente el peón ordinario y el especializado.



### 4.2.3. Fijación

## CLAVOS

Los clavos son piezas metálicas, largas y delgadas, con cabeza y punta, que sirven para la fijación mediante golpeo de dos elementos, generalmente de

madera. Es un útil recurrente en construcción, sobre todo por parte de los encofradores para unir las planchas de encofrar. Los hay de muchas dimensiones desde los 8 mm hasta los 280 mm de longitud y un diámetro variable en función, generalmente, de la longitud.

## TORNILLOS Y TUERCAS

Los tornillos son piezas cilíndricas o cónicas, metálicas, que poseen en su vástago una hélice o rosca y una cabeza con una forma apropiada para la herramienta que vaya a enroscar el tornillo. Al igual que los clavos, sirven para unir dos o más piezas.

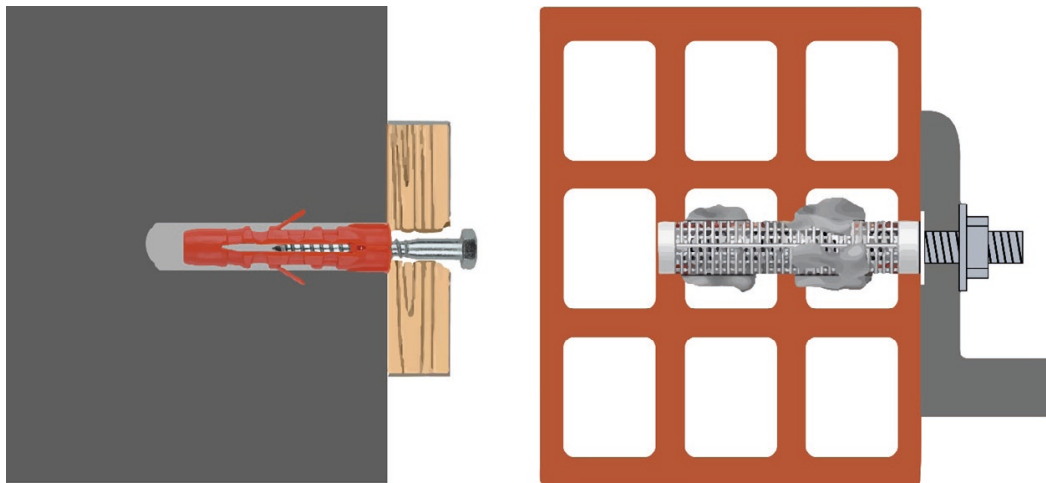
Los tornillos pueden ser de rosca cortante, que se utilizan principalmente en madera y mediante un pequeño orificio de menor diámetro que el tornillo o perforando directamente con el mismo, se introducen en la superficie que se quiere fijar. También se pueden encontrar tornillos que necesitan de una rosca para su amarre. Estos necesitan un agujero pasante para poder introducirlos y fijarlos con la rosca.

## TACOS

Los tacos son útiles de anclaje que se insertan tras un orificio previo en una superficie resistente. Son utensilios que sirven en distintas fases de la obra, desde la estructura hasta los acabados. Los tacos funcionan por expansión, tanto si son químicos como simples. En el caso de los simples o mecánicos, al introducir el tornillo en el taco, este se expande y ejerce presión por rozamiento. El taco químico trabaja por adherencia, el material epóxico se introduce en el orificio y este se adhiere a la superficie pudiendo introducir el vástago donde irá el tornillo.

Colocación de tacos:

Taco mecánico	Taco químico
Taladro con una broca de diámetro adecuado.	
Limpieza del orificio.	
Colocación del taco	Colocación de la vaina de expansión si lo requiere.
Roscado del tornillo	Colocación de la resina.
	Introducción de la rosca o vástago.
	Dejar endurecer.
	Colocación, si lo requiere del tornillo.



#### 4.2.4. Sujeción y elevación

##### CUERDAS

Las cuerdas son conjuntos de hilos entrelazados o trenzados que forman un solo cuerpo largo y flexible que sirve para atar, suspender pesos, elevar cargas, etc. Tradicionalmente estaban compuestas por materiales naturales como el cáñamo o el esparto. Actualmente están confeccionadas con hilos sintéticos como el nailon, poliéster o el polipropileno. Para prevenir accidentes, es fundamental que la cuerda esté en buen estado y no tenga rasgaduras. Un uso característico en obra de la cuerda es para las poleas.

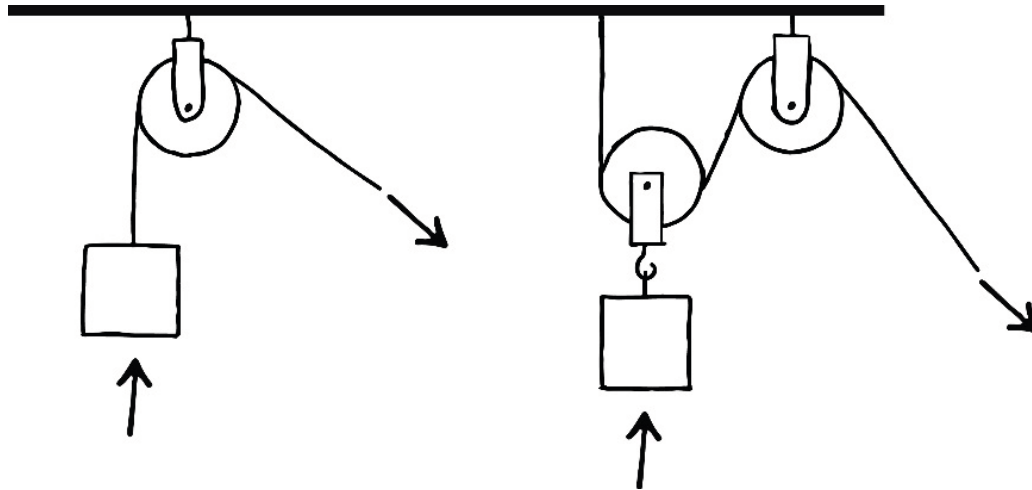
##### CABLES

Del mismo modo que la cuerda, los cables son conjuntos de hilos entrelazados que forman un solo cuerpo, pero en este caso los hilos son metálicos por lo que su flexibilidad es menor, aunque su resistencia mayor. El uso sería similar, pero en este caso no se usan para atar directamente, sino como complemento indispensable de maquinillos y elevadores. Aunque pueden utilizarse en las cuerdas también, es propio de los cables ir acompañados de grilletes, mordazas, mosquetones o ganchos para sujetar cargas en los extremos. Tanto para cuerdas como para cables, la carga que hay que elevar debe estar bien asegurada y estabilizada para evitar movimientos inesperados que conlleven accidentes.

##### POLEAS Y POLIPASTOS

Una polea es un mecanismo que consiste en una rueda giratoria de borde acanalado, por el que se desliza una cuerda, y que sirve para mover o levantar elementos pesados. En obra también se le puede denominar roldana. Debe estar

anclada a una superficie resistente para evitar accidentes. En la construcción también se pueden encontrar poleas dobles. El mecanismo sería el mismo, salvo que en este caso una de las dos ruedas se podría desplazar disminuyendo así a la mitad la fuerza del operario para elevar cargas.



Un polipasto es un aparejo de dos grupos de poleas, unas fijas y otras móviles. Se podría decir que es una evolución de la polea móvil. Cuantas más ruedas tenga, menor será el esfuerzo de tracción para elevar cargas. Suelen tener de dos a cinco poleas móviles. Según la carga que se vaya a levantar existen muchos tipos de polipastos. Unos utilizan la fuerza de tiro del operario y otros utilizan palancas para ejercer su potencia.



### 4.3. Normas de uso y mantenimiento

En cuanto a los recipientes, es fundamental el correcto lavado y la retirada de restos de morteros, yesos, hormigones, etc., para no contaminar los posteriores amasados. En el caso de los recipientes de plástico, su limpieza es más sencilla puesto que se pueden deformar, desincrustando los restos de aglomerantes.

Los utensilios de transporte, a parte de una correcta limpieza, se deben prohibir para el transporte de personas y las sobrecargas. Se debe distribuir homogéneamente la carga y, si fuese necesario, atarla correctamente. Especialmente en transportes líquidos o de masas, se debe dejar un margen de seguridad para evitar que se derramen en su transporte. En cualquier caso, se debe poner atención a que el neumático tenga la presión de aire adecuada.

Como se dijo en el capítulo de las herramientas, la correcta colocación de útiles de fijación depende de la herramienta que ejerza la fuerza. Por ello, lo apropiado es utilizar la herramienta correspondiente al clavo, tornillo o tuerca que se esté empleando.

Para finalizar, los útiles de sujeción y elevación deben estar en perfecto estado y se deben sustituir según la fecha que determine el fabricante. En el caso de mecanismos móviles como poleas o polipastos, estos se deben engrasar para que la elevación sea fluida.

Al igual que los casos anteriores, todos los útiles tendrán una regulación UNE a la cual se puede acudir en caso de duda.

Nota final de tema: Algunos textos están referenciados en la bibliografía final. Véase Fuentes, Oliver y Martínez (2001). Para ampliar contenidos se debe consultar la bibliografía, la normativa y los sitios web recomendados.

# Tema 5. Adquisición de equipos para los procesos de la construcción

## 5. ADQUISICIÓN DE EQUIPOS PARA LOS PROCESOS DE LA CONSTRUCCIÓN

### 5.1. Introducción

En el tema 3, selección de equipos para los procesos de construcción, se habló de los criterios básicos y específicos y los rendimientos para la elección de los bienes de equipo que beneficiarían la ejecución y por tanto la eficiencia de una obra. Sin embargo, no se habló directamente de la propiedad de dichos bienes, ni de las distintas formas de adquisición de los mismos. En este tema se hablará de la compra, la compra de segunda mano, el alquiler, las distintas formas de financiación y de la subcontratación de dichos bienes.

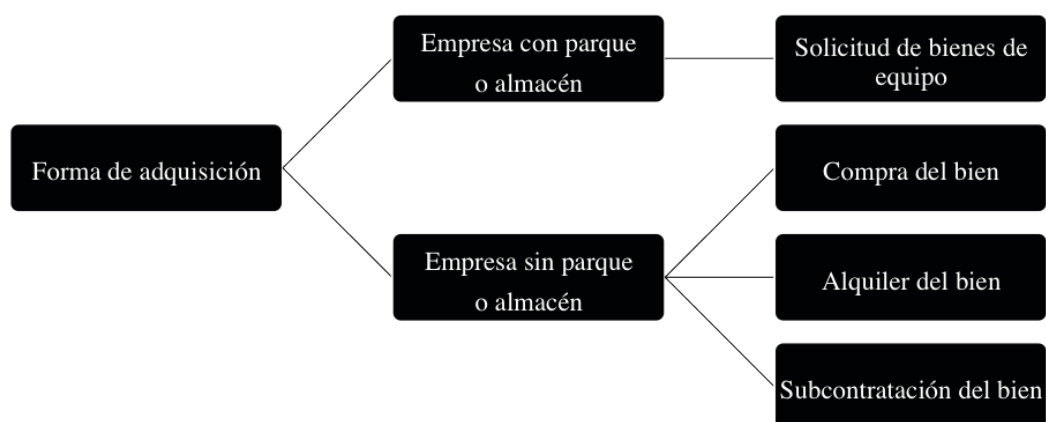
En este sentido, como jefes y jefas de obra, se tiene un papel relevante. Existe la posibilidad de que la empresa de la cual se forme parte ya tenga un parque de vehículos, un almacén de herramienta y pequeña maquinaria o una flota de grandes máquinas. No obstante, puede que eso no pase, o que el arquitecto técnico en cuestión sea una persona trabajadora por cuenta propia o forme parte de un despacho más pequeño. En este punto se formará parte de la toma de decisiones a la hora de adquirir nuevos equipos.

Como se vio anteriormente, una de las cuestiones básicas a la hora de adquirir o alquilar un equipo es la polivalencia, la posibilidad de emplearlo en diferentes situaciones o trabajos. Otra cuestión fundamental sobre todo a la hora de adquirir un bien de equipo es la posibilidad de repetir la acción que desarrolle esta herramienta, máquina o vehículo.

Todo ello es muy importante porque, el valor económico de una empresa constructora se mide por su capital, el cual depende de la caja disponible y sus bienes patrimoniales. Los bienes patrimoniales se distinguen entre bienes muebles y bienes inmuebles. Todo ello afectará a la fiscalidad anual de las empresas, las cuales están obligadas a cumplir con la legislación a la hora de declarar sus



bienes. Se debe tener en cuenta que existe más de una forma de integrar maquinaria en las obras y que probablemente la compra no siempre sea la mejor opción.



## 5.2. Depreciación y amortización

La depreciación es el mecanismo mediante el cual se reconoce el desgaste que sufre un bien por el uso que se haga de él. Cuando un activo es utilizado para generar ingresos, este sufre un desgaste normal durante su vida útil que al final lo lleva a ser inutilizable.

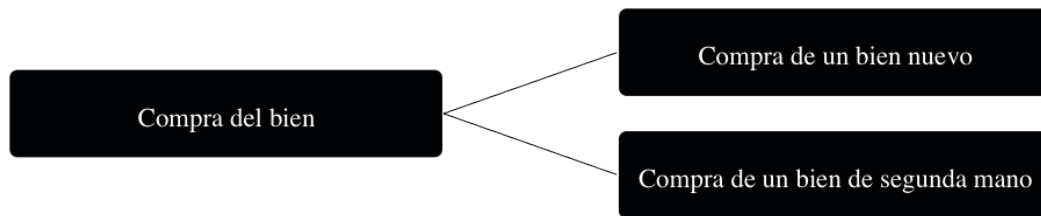
La amortización es el proceso mediante el cual se distribuyen gradualmente los costos de una deuda por medio de pagos periódicos. Los pagos o cuotas servirán para pagar los intereses de tu crédito y reducir el importe de tu deuda

## 5.3. Formas de adquisición

### 5.3.1. Compra de equipos

En primer lugar, las decisiones que se toman como jefe o jefa de obra van a repercutir en la economía de la empresa. Cuando se compra un bien de equipo, sea el que sea, este pasa a ser propiedad del empresario.

Existen dos mercados diferenciados para la adquisición de los bienes de equipo: la compra de un bien nuevo o la compra de un bien de segunda mano.



Cuando se compra un bien nuevo la inversión suele ser cuantiosa, sobre todo si se compra maquinaria pesada. Las grandes empresas y las empresas subcontratistas serían las que más trabajarían este mercado. No obstante, una pyme puede entrar en este mercado, pero siempre se decantará por la compra de maquinaria más pequeña. Por otro lado, existe un mercado de segunda mano donde las pymes pueden adquirir todo tipo de maquinaria con una inversión menor, aunque a su vez, tiene riesgos mayores que si se compran los productos nuevos.

¿Qué se debe valorar en el caso de que se compre un bien de equipo nuevo?

- Coste de la máquina y forma de pago
- Amortización contable
- Cartera de obras
- Coeficiente de uso
- Rentabilidad por uso
- Disponibilidad de operario cualificado
- Servicio posventa
- Consumo
- Mantenimiento
- Almacenamiento
- Licencias y seguros

En conclusión, para una gran empresa estas variables son de fácil solución porque poseen los medios para resolverlas con facilidad. Sin embargo, para una pequeña o mediana empresa, muchas de estas variables suponen un incremento del precio del bien de equipo.

¿Qué se debe valorar en el caso de que se compre un bien de equipo de segunda mano?

Como se ha dicho, este mercado tiene menos vinculación, aunque puede tenerla, con grandes máquinas o de coste muy elevado. Las variables serían las mismas que en el caso anterior, pero con algunos matices:

- Coste de la máquina y forma de pago
- Periodo de amortización
- Cartera de obras
- Coeficiente de uso
- Rentabilidad por uso
- Disponibilidad de operario cualificado
- Consumo

- Mantenimiento
- Almacenamiento
- Licencias y seguros

El mercado de segunda mano suele ser cíclico, como las recesiones económicas. Su relación está directamente relacionada porque en momentos de menos producción, las empresas tienden a deshacerse de la maquinaria que está parada. También es posible que algunas empresas tengan en cuenta el periodo de amortización y la rentabilidad por uso y una vez superados esos umbrales decidan renovar sus equipos. En estos momentos surgen oportunidades para las empresas más modestas.

### 5.3.2. Alquiler de equipos

En lugar de comprar, hay distintos escenarios donde la mejor opción sea alquilar el bien de equipo. Puede que en un determinado momento exista la necesidad de utilizar una máquina o un medio auxiliar y no se disponga de recursos financieros, sea necesario para una obra puntual y no se pueda utilizar hasta pasado un tiempo en otra, las ubicaciones de las obras están muy alejadas unas de otras, no se disponga de lugar de almacenamiento, etc. Cualquiera de estas opciones debe hacer replantear la compra de equipos, por lo tanto, el alquiler puede ser una buena elección.

¿Qué se debe considerar en caso de alquilar un bien de equipo?

- Llevar el equipo hasta la obra tiene unos costes de porte.
- Puede ser necesario personal especializado para su montaje (por ejemplo, un andamio).
- ¿Es necesario un operador para dicho equipo?
- Carburante.
- Seguro de responsabilidad civil.
- Unidad de facturación (unidades, m<sup>2</sup>, tiempo, etc.).

En el caso de los alquileres, existe la opción del alquiler con opción a compra. En primer lugar, esta modalidad no es la más habitual y muchas empresas de alquileres no trabajan esta opción. En la práctica sería un alquiler normal, pero dentro de un plazo que arrendador y arrendatario han acordado previamente, se puede comprar el bien descontando a su precio final la tarifa de alquiler ya pagada. En construcción, este tipo de acuerdos suele hacerse en medios auxiliares como puntales, tablas de encofrado, andamios, etc. Aunque como ya se ha dicho, es un acuerdo previo y no el más habitual.

Si el bien es indivisible, por ejemplo, una máquina elevadora, el abono de la cantidad de dinero para quedárselo en propiedad se acordaría previamente y rondaría los 30 días después de finalizar el alquiler. Por otro lado, si el bien es divisible, por ejemplo, un lote de puntales, se calcularía al final del alquiler la

cantidad de unidades que la parte arrendataria se quedaría en propiedad. El resto se devolvería al arrendador pagando un extra por el uso del material.

### 5.3.3. Subcontratación

Subcontratar supone firmar un contrato con otra persona o con otra empresa para que realice trabajos relacionados con la contrata original. La subcontratación es un recurso habitual en la construcción y permite delegar en otra empresa una partida o una unidad de obra de forma que se ejecute en un tiempo menor, con unos medios más apropiados o de forma más especializada.

Por ejemplo, se encarga la rehabilitación de una ermita. El trabajo que se realice en la partida de cubierta, la podría hacer una constructora que tuviese los medios para ello, no sería, en principio, un trabajo muy especializado. Sin embargo, la restauración de las pinturas de una bóveda, debería hacerla una empresa especializada en restauración. Aunque seguro que hay algún caso, no sería lo habitual que una empresa pudiese dar los dos servicios a la vez. Sin embargo, mediante una subcontrata, se podría dotar a la obra de los dos servicios.

Existen diferentes grados de subcontratación:

1. Solo mano de obra: la subcontrata solo aporta la mano de obra, generalmente especializada, para la ejecución de los trabajos. Por ejemplo, encofradores, yesaires, etc.
2. Mano de obra y materiales: la subcontrata aporta tanto el material como la mano de obra. La subcontrata da un precio por la mano de obra y por el hormigón que utilizarán los encofradores.
3. Mano de obra, materiales e industria: la subcontrata se encarga de poner el personal, los materiales y los bienes de equipo. Por ejemplo, suministro y colocación de una fachada ventilada.

A la hora de subcontratar se debe ser riguroso, puesto que esta acción está controlada por la Ley 32/2006, de 18 de octubre, reguladora de la subcontratación en el Sector de la Construcción:

1. Para que una empresa pueda intervenir en el proceso de subcontratación en el sector de la construcción, como contratista o subcontratista, deberá:
  - a) Poseer una organización productiva propia, contar con los medios materiales y personales necesarios, y utilizarlos para el desarrollo de la actividad contratada.
  - b) Asumir los riesgos, obligaciones y responsabilidades propias del desarrollo de la actividad empresarial.
  - c) Ejercer directamente las facultades de organización y dirección sobre el trabajo desarrollado por sus trabajadores en la obra y, en el caso de los trabajadores autónomos, ejecutar el trabajo con autonomía y respon-

sabilidad propia y fuera del ámbito de organización y dirección de la empresa que le haya contratado.

2. Además de los anteriores requisitos, las empresas que pretendan ser contratadas o subcontratadas para trabajos de una obra de construcción deberán también:

- a) Acreditar que disponen de recursos humanos, en su nivel directivo y productivo, que cuentan con la formación necesaria en prevención de riesgos laborales, así como de una organización preventiva adecuada a la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales y un porcentaje de los mismos deberá tener contratos indefinidos.
- b) Estar inscritas en el Registro de Empresas Acreditadas al que se refiere el artículo 6 de la Ley. La inscripción se realizará de oficio por la autoridad laboral competente, sobre la base de la declaración del empresario a que se refiere el apartado siguiente.

Este es un fragmento de los requisitos exigibles a los contratistas y subcontratistas, sin embargo, se trata de una ley extensa que se deberá consultar en el supuesto de subcontratar.

## 5.4. Formas de financiación

Existen cuatro formas de financiación para hacerse con un bien de equipo: financiación por cuenta propia, financiación por cuenta ajena, *leasing* y *renting*.

La financiación por cuenta propia se da cuando se dispone de recursos económicos suficientes para pagar el bien en el acto.

La financiación por cuenta ajena se da cuando no se dispone de los medios económicos suficientes. En este supuesto se puede dar cuando la empresa de venta da al comprador un pago fraccionado con o sin intereses. También cuando se recurre a una entidad financiera (banco) para solicitar un préstamo que se devuelva en mensualidades. En este último supuesto siempre habrá intereses.

El *leasing* y el *renting* son conceptos similares, ya que una empresa o un banco arrendan a otra empresa un producto, en este caso un bien de equipo. El propietario sigue siendo el banco o la primera empresa y hay un contrato de arrendamiento con unas características.

La principal diferencia entre ambos sistemas es que el *leasing* es una forma de financiación que permite el alquiler de un bien y la posibilidad de adquirirlo al finalizar el contrato. El *renting* solo es un sistema de arrendamiento y el titular no accede a la propiedad cuando finaliza el acuerdo.

Por otra parte, los particulares pueden optar al *renting*; en cambio, el *leasing* es una forma de financiación diseñada para empresas y autónomos. Eso sí, en ambos casos, los bienes que van a ser arrendados son nuevos.

En cuanto a la duración de los contratos, en el caso del *leasing*, la mínima es de dos años y la máxima suele ser de seis. Cuando finaliza, el beneficiario

tiene derecho a ejecutar la compra por el valor del precio residual que se haya pactado; negociar la ampliación del plazo, si le interesa; o, directamente, dar por finalizado el acuerdo y devolver el bien.

El renting es una forma de alquiler que se realiza a largo plazo, con una duración que oscila entre uno y cinco años. El contrato se puede renovar o ampliar en las mismas condiciones, optar por un nuevo bien o devolverlo.

En las cuotas del renting, si, por ejemplo, es de vehículos, se incluyen conceptos como la matriculación, el seguro, los impuestos y el mantenimiento, entre otros. En cambio, cuando se firma un contrato de leasing, el titular del bien delega en el arrendatario todas las obligaciones de la propiedad. Es decir, quien alquila se hace cargo del seguro, del mantenimiento del vehículo, del pago de impuestos y de los demás gastos derivados.

## 5.5. Ejercicios

### 5.5.1. *Leasing y renting*

Una empresa constructora dispone de una furgoneta antigua y estudia la posibilidad de adquirir una nueva por renting, ya que no dispone de suficiente liquidez para hacer frente a la compra de otra furgoneta. Para ello se hace una comparativa del coste mensual que le supone la furgoneta actual y el coste que le supondría la nueva furgoneta por renting.

a. ¿Qué opción aconsejarías adoptar a la empresa?

Los datos disponibles son:

**FURGONETA ACTUAL:** El análisis económico del coste de la máquina actual refleja los siguientes costes, diferenciando entre días laborables (22/mes) y días festivos (8/mes):

- Km diarios: 200 km
- Consumo + seguro + mantenimiento: 0,45 €/km
- Coste por día no trabajado: 21,32 €

**FURGONETA POR RENTING:** Cuota mensual 1.405,42 €; al acabar el periodo de 2 años se sigue en el mismo régimen con una furgoneta nueva.

Otros datos:

- Coste combustible: 1,52 €/l, 7 l/100 km
- Coste seguro: 1.585 €/año
- Coste mantenimiento: 550 €/40.000 km
- Vida útil: 10 años

- b. Estudiar la opción de un leasing con las siguientes características: 36 cuotas mensuales de 750,00 € con un 8 % de interés. El vehículo pasará a ser propiedad de la empresa, para lo cual la empresa abonará 1.500,00 €.
- c. Estudiar las opciones de leasing y renting a lo largo de la vida útil y justificar una elección a largo plazo.

SOLUCIÓN:

Apartado a:

FURGONETA ACTUAL.

- Días laborables:  $200 \text{ km/día} \cdot 22 \text{ días/mes} \cdot 0,45 \text{ €/km} = 1.980 \text{ €/mes}$
- Días no laborables:  $8 \text{ días/mes} \cdot 21,32 \text{ €/día} = 170,56 \text{ €/mes}$

$$\text{TOTAL} = 1.980 + 170,56 \text{ €/mes}$$

FURGONETA POR RENTING.

- Cuota: 1.405,42 €/mes → en el renting el mantenimiento y el seguro se incluyen en la cuota.
- Consumo:  $1,52 \text{ €/l} \cdot 7 \text{ l/100 km} \cdot 200 \text{ km} \cdot 22 \text{ días/mes} = 468,16 \text{ €/mes}$

$$\text{TOTAL} = 1.405,42 + 468,16 = 1.873,58 \text{ €/mes}$$

OPTARÍAMOS POR EL RENTING

Apartado b:

LEASING → EN EL LEASING, ADEMÁS DEL CONSUMO, DEBEMOS PAGAR EL MANTENIMIENTO Y EL SEGURO.

- Cuota:  $750 \text{ €/mes} \cdot 1,08 = 810 \text{ €/mes}$
- Consumo: en este caso, igual que en el renting = 468,16 €/mes
- Seguro:  $1.585 \text{ €/año} / 12 \text{ meses/año} = 132,08 \text{ €/mes}$
- Mantenimiento:  $550 \text{ €/40.000 km} \cdot 200 \text{ km} \cdot 22 \text{ días} = 60,50 \text{ €/mes}$

$$\text{TOTAL} = 810 + 468,16 + 132,08 + 60,50 = 1.470,74 \text{ €/mes}$$



Apartado c:

EN 10 AÑOS...

- Renting →  $1.873,58 \text{ €/mes} \cdot 12 \text{ meses} \cdot 10 \text{ años} = 224.829,60 \text{ €}$
- Leasing → Asumimos los gastos similares a la furgoneta actual.

$$(1.470 \cdot 12 \cdot 3) + 1.500 + (2.150,53 \cdot 7 \cdot 12) = 235.067,04 \text{ €}$$

Conclusión: Teniendo en cuenta las especificaciones del leasing y el renting, a corto plazo es conveniente utilizar la opción del leasing. Sin embargo, a lo largo de la vida útil del vehículo, conviene utilizar la opción del renting, ya que, además de ahorrar dinero, renovarí el vehículo cada dos años.

### 5.5.2. Coste horario

Una empresa ha adquirido un camión con grúa autocargante para realizar varios trabajos. Necesitamos saber el coste horario que debemos incluir en el precio de una unidad de obra. Se conoce la siguiente información:



Velocidad media	80 km/h	Vida útil	10 años
Capacidad de la grúa	Hasta 24 t	Horas trabajo diarias	4 horas
Precio de compra del camión	108.900,00 € (con IVA)	Días de trabajo mensuales	22 días
Precio de compra de la grúa	48.400,00 € (con IVA)	Consumo medio	28 l/h
Precio 2ª mano	50.000 €	Precio combustible	1,10 €/l
Precio de ruedas	482,18 €/rueda	Mantenimiento	6,5 % anual de coste de compra
IPC anual esperado	2,5 % anual	Seguro	216,65 €/mes
Licencia de conducción	500 €/año	Ruedas	2 primer eje 4 segundo eje 4 tercer eje
Total cambios de ruedas	14 en toda la vida útil	Coste del conductor	17,92 €/h

Formulas:

Coste horario = Coste de adquisición + Coste de funcionamiento

$$\text{Coste de adquisición} = \frac{\Sigma \text{Costes de adquisición} - \text{valor residual}}{\text{horas previstas de vida útil}}$$

$$\text{Coste de funcionamiento} = \frac{\Sigma \text{Costes de funcionamiento}}{\text{horas trabajadas}}$$

## **Solución:**

### **$\Sigma$ costes de adquisición**

Compra

$$108.900 \text{ €} + 48.400 \text{ €} = 157.300 \text{ € (con IVA)}$$

$$\text{Precio sin IVA} = 157.300 / 1,21 = 130.000 \text{ €}$$

Los costes de adquisición suelen tener un coste de transporte. En este caso el enunciado no lo indica, por lo tanto, sería igual a 0.

### **Valor residual.**

$$\text{Valor} \cdot \text{IPC a 10 años} = 50.000 \cdot 1,02510 = 64.004,23 \text{ €}$$

### **Horas totales trabajadas.**

$$4 \text{ horas} \cdot 22 \text{ días} \cdot 12 \text{ meses} \cdot 10 \text{ años} = 10.560 \text{ horas}$$

### **COSTE DE ADQUISICIÓN**

$$\text{Coste de adquisición} = (130.000 - 64.004,23) / 10.560 = 6,25 \text{ €/h}$$

### **Costes de funcionamiento.**

¿Cuáles pueden ser? → mantenimiento del bien, seguros, consumo, transporte a obras, operario, etc.

Mantenimiento

$$130.000 \text{ €} \cdot 6,5 \% \cdot 10 \text{ años} = 84.500 \text{ €}$$

Ruedas

$$14 \text{ cambios} \cdot 10 \text{ ruedas} \cdot 482,18 \text{ €/rueda} = 67.505,2 \text{ €}$$

Combustible

$$28 \text{ l/h} \cdot 1,10 \text{ €/l} \cdot 10.560 \text{ h} = 325.248 \text{ €}$$

Seguro

$$216,65 \cdot 12 \cdot 10 = 25.998 \text{ €}$$

Licencia

$$500 \text{ €/año} \cdot 10 \text{ años} = 5.000 \text{ €}$$

#### COSTES DE FUNCIONAMIENTO

$$\text{Costes de funcionamiento} = (84.500 + 67.505,2 + 325.248 + 25.998 + 5.000) / 10.560 = 48,13 \text{ €/h}$$

#### COSTE HORARIO

En este caso, COSTES DE ADQ + COSTES DE FUNC + CONDUCTOR  
Coste horario = 6,25 €/h + 48,13 €/h + 17,92 €/h = 72,3 €/h

#### 5.5.3. Alquiler/compra

Para la ejecución de una estructura con forjados unidireccionales de viguetas pretensadas, necesitamos 2.500 unidades de puntales metálicos para el apuntalamiento del encofrado.

Las 2.500 unidades tienen las siguientes características y serán empleadas de la siguiente manera:

- 1.000 unidades de puntales tipo A (verdes, desde 1,65 a 3,05 m) empleados durante 80 días (del día 1 al día 80).
- 1.000 unidades de puntales tipo A (verdes, desde 1,65 a 3,05 m) empleados durante 100 días.
- 500 unidades de puntales tipo B (amarillos, desde 2,20 a 3,80 m) empleados durante 60 días.

La oferta y condiciones que nos pasa la empresa suministradora es la siguiente:

- Portes: 600 euros.
- Reportes: 600 euros.
- Alquiler mínimo 50 días.
- Precio de los puntales:

- Puntales tipo A: precio alquiler cada día, del lote de 500 uds.: 15 euros.
- Puntales tipo B: precio alquiler cada día, del lote de 500 uds.: 20 euros.

- Precio de venta de los puntales tipo A: 12 euros.
- Precio de venta de los puntales tipo B: 16 euros.

Téngase en cuenta que, si optamos por el alquiler, la empresa nos cobrará en concepto de limpieza y desgaste, un 5 % sobre el valor de venta del material devuelto.

Determinar justificadamente si alquilamos o compramos los puntales.

### **Solución:**

Compra:

- Tipo A 1: 1.000 uds. · 12 €/ud. = 12.000 €
- Tipo A 2: 1.000 uds. · 12 €/ud. = 12.000 €
- Tipo B: 500 uds. · 16 €/ud. = 8.000 €

600 € de portes (en este caso no habría reportes puesto que adquirimos el material)

Precio de compra = 12.000 + 12.000 + 8.000 + 600 = 32.600 €

Alquiler:

- Tipo A 1: 1.000 u · 15 €/500 u · 80 días = 2.400 €
- Tipo A 2: 1.000 u · 15 €/500 u · 100 días = 3.000 €
- Tipo B: 500 u · 20 €/500 u · 60 días = 1.200 €

Portes y reportes = 600 € + 600 €

Desgaste = 32.000 · 0,05 = 1.600 €

Precio de alquiler = 2.400 + 3.000 + 1.200 + 600 + 600 + 1.600 = 9.400 €

Conclusión: Para una sola obra, alquilaríamos. Sin embargo, a partir de la tercera obra nos convendría comprar el material y tenerlo en propiedad.

#### 5.5.4. Amortización técnica lineal y técnica funcional

FORMULAS:

Técnica lineal:

$$a = \frac{(Va - Vd)}{n}$$

Técnica funcional:

$$a = \frac{(Va - Vd) \cdot hi}{H}$$

*a=cuota amortización*

*Va=Valor adquisición*

*Vd=Valor residual en cada momento*

*n=Vida económica*

*hi=horas trabajadas*

*H=horas totales*

#### TÉCNICA LINEAL

En la compra de una máquina pesada por el valor de 25.000 euros, para la cual consideramos que tiene un valor residual de 5.000 euros al finalizar su periodo de vida de cuatro años. Calcula la cantidad que hay que amortizar anualmente, siguiendo la técnica lineal.

Nota:

- Amortización significa recuperar el dinero.
- Vida económica: el tiempo que se va a tener en uso.
- Valor residual: el valor después de la vida económica, valor después de utilizarlo en nuestra empresa o el valor de segunda mano.
- La amortización lineal siempre relaciona proporcionalmente el valor residual y la amortización acumulada.

Datos para rellenar la tabla:

Coefficiente de amortización:  $1 / \text{años de vida} = 1/4 = 0,25$

Amortización

$$a = (25.000 - 5.000) / 4 = 5.000 \text{ €}$$

Año	Coefficiente amortización	Cantidad amortizada	Valor residual	Valor final o amortización acumulada
0	-	-	25.000	0
1	0,25	5.000	20.000	5.000
2	0,25	5.000	15.000	10.000
3	0,25	5.000	10.000	15.000
4	0,25	5.000	5.000	20.000

Conclusión: Si queremos vender nuestra máquina el segundo año, por ejemplo, tendremos que haber acumulado 10.000 € de amortización y venderla por 15.000 €. Cada año sigue siendo proporcional.

## TÉCNICA FUNCIONAL

Un vehículo adquirido como parte de la flota de una empresa por 32.800 euros recorre el primer año 18.300 km; el segundo 35.900 km, el tercero 23.000 km y el cuarto año 12.500 km. Se sabe que la depreciación del vehículo es debida a su uso, y consideramos su valor residual de 10.000 €. Calcular la cuota de amortización anual para cada año mediante la técnica funcional.

Nota:

Los conceptos de amortización, vida y valor residual son los mismos que en el anterior ejercicio. Usaremos la técnica funcional para saber cuál ha sido la amortización de un equipo del cual sabemos las horas, los kilómetros, etc., que ha trabajado. Podemos usarlo para saber si un equipo nos ha sido rentable o no.



Año 1:

$$a = ((32.800 - 10.000) \cdot 18.300) / 89.700 = 4.651,50 \text{ €}$$

Año 2:

$$a = ((32.800 - 10.000) \cdot 35.900) / 89.700 = 9.125,08 \text{ €}$$

Año 3:

$$a = ((32.800 - 10.000) \cdot 23.000) / 89.700 = 5.846,15 \text{ €}$$

Año 4:

$$a = ((32.800 - 10.000) \cdot 12.500) / 89.700 = 3.177,26 \text{ €}$$

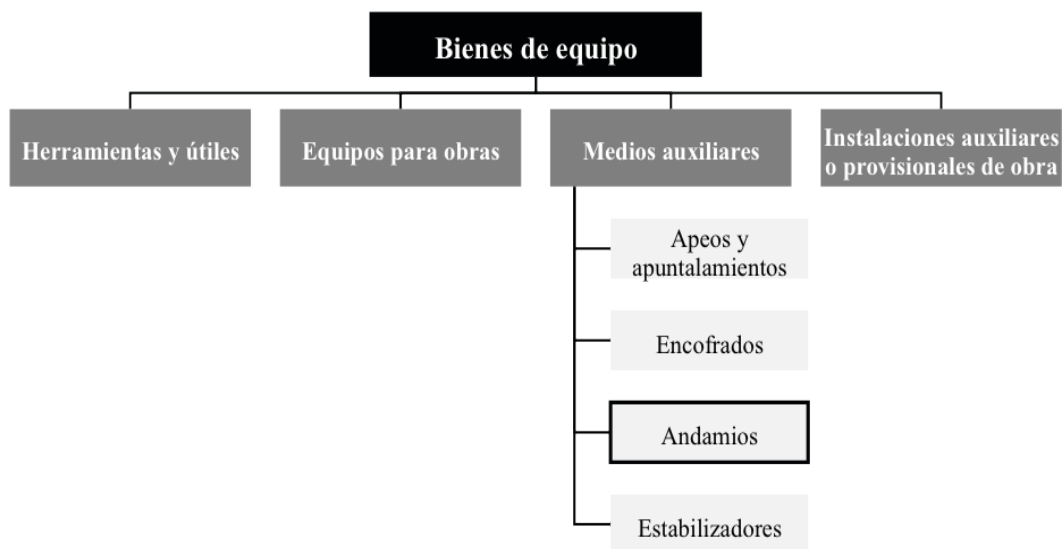
Año	Grado de uso	Cuota de amortización	Valor residual
0	-	-	32.800
1	18.300	4.651,50	28.148,50
2	35.900	9.125,08	19.023,42
3	23.000	5.846,15	13.177,27
4	12.500	3.177,26	10.000

Nota final de tema: Algunos textos están referenciados en la bibliografía final. Véase Fuentes, Oliver y Martínez (2001). Para ampliar contenidos se debe consultar la bibliografía, la normativa y los sitios web recomendados.

# Tema 6. Medios auxiliares: Andamios

## 6. MEDIOS AUXILIARES: ANDAMIOS

### 6.1. Introducción



Se denomina andamio a una estructura provisional, fija o móvil, que sirve como auxiliar para la ejecución de las obras, hace accesible una parte del edificio que no lo es y facilita la conducción de materiales al punto mismo de trabajo. Hasta hace pocos años, el material fundamental para la construcción de andamios era la madera. Con el tiempo se ha ido evolucionando hasta el metal o las máquinas elevadoras, pero aún existen albañiles cuyos primeros trabajos en obra fueron con andamios de madera.

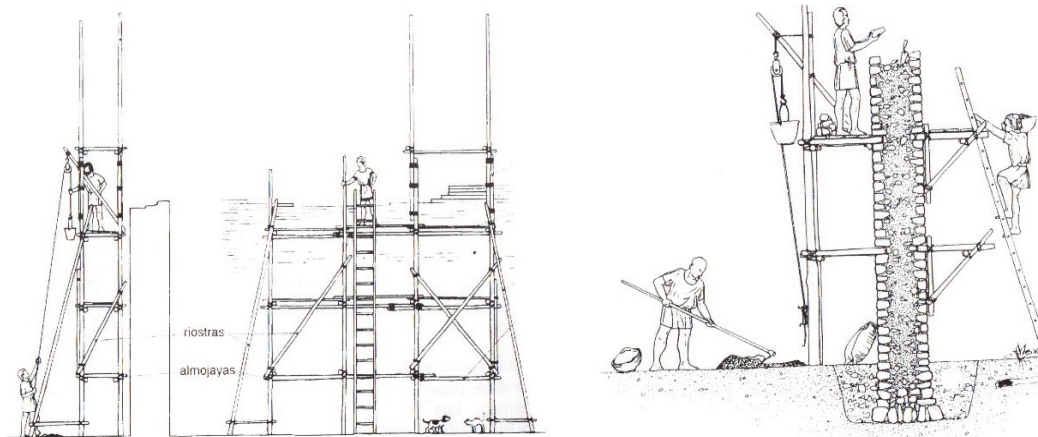


Figura 6.1. Andamios de madera, según J. P. Adam

Las condiciones mínimas que son exigibles a un andamio son las siguientes:

1. Resistencia: previsión de la carga que van a soportar (peso propio, operarios, materiales y esfuerzos vinculados)
2. Estabilidad: un andamio no debe tener movimientos cuando se está trabajando sobre él.
3. Seguridad para los operarios.
4. Seguridad a terceros.

Del mismo modo, se deben tener en cuenta unos criterios previos para la selección de un andamio:

1. Unidad de obra donde se trabaje.
2. Sistema de sujeción que se emplee.
3. Situación y estado de la obra.
4. Geometría del edificio y modulación de elementos.
5. Previsión de los trabajos que se realizarán.
6. Acceso de los trabajadores.
7. Suministro de materiales.
8. Carga que soporte y resistencia del andamio.
9. Ocupación de vía pública y protecciones colectivas.

Tipos de andamio:

- Andamio de fachada: permite cubrir cualquier fachada y configuración que se presente. El sistema está compuesto fundamentalmente por marcos que unidos mediante plataformas, barandillas y diagonales ofrecen conjuntos adaptables a cualquier fachada.

- Andamio multidireccional: sistema basado en elementos longitudinales. Presenta un disco de unión cada 50 cm que permite el ensamblaje de todos los elementos, y proporciona al conjunto una gran rigidez y estabilidad. Llamado también andamio de volumen.
- Torres móviles: se trata de andamios capaces de desplazarse manualmente sobre un terreno firme y nivelado. Se usan sobre todo para trabajar de forma segura en altura en trabajos de instalaciones eléctricas, trabajos de albañilería, pintura, limpieza de cristales, etc.
- Andamio tubular: aquel que sirve para la sustentación de una plataforma de trabajo, generalmente de metal, cuyas piezas y uniones están previamente dimensionadas. La plataforma tendrá unos 60 cm de ancho como mínimo y su acceso se realizará por escaleras montadas en el interior del andamio. La plataforma dispondrá de una trampilla de acceso y una protección perimetral anticaídas conformada por una barandilla de seguridad.
- Andamio colgado: está formado por una plataforma de trabajo sostenida por un aparejo de elevación y descenso. La plataforma tendrá unos 60 cm de ancho como mínimo y estará protegida en su perímetro por una barandilla de seguridad.
- Andamio de borriquetas: es un andamio de poca altura que se utiliza especialmente en trabajos interiores. La plataforma de trabajo estará apoyada sobre elementos metálicos (caballetes o borriquetas), tendrá 60 cm de ancho como mínimo, y la separación entre caballetes será de 3,5 m. Se emplea en alturas inferiores a 6 m. Si la altura supera los 3 m irá arriostrado.
- Andamio de trabajo: es el andamio que se emplea habitualmente para realizar trabajos desde sus plataformas, o para el tránsito de personas.
- Andamio de servicio: son andamios que sirven como accesos, delimitación, habilitan zonas de circulación, etc.
- Andamio de protección: son utilizados para la protección a terceros cuando existe un riesgo por paso de viandantes, etc.

Se debe entender que hay una línea muy fina entre todos los tipos de andamios y que su clasificación es general, ya que su uso polivalente facilita que puedan tener más de una función dentro de la obra.

## 6.2. Marco normativo

El principal marco normativo, aunque puede haber modificaciones puntuales y normas específicas, es el siguiente:

- Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción.
- Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.

- Resolución de 21 de septiembre de 2017, de la Dirección General de Empleo, por la que se registra y publica el Convenio colectivo general del sector de la construcción.

A continuación, se va a realizar un resumen de los principales epígrafes. Sin embargo, se debe conocer para poder acudir a ellas, todas las pautas que establecen las normas.

### 6.2.1. Real Decreto 1627/1997

PARTE C Disposiciones mínimas específicas relativas a puestos de trabajo en las obras en el exterior de los locales.

#### 1. Estabilidad y solidez:

- a) Los puestos de trabajo móviles o fijos situados por encima o por debajo del nivel del suelo deberán ser sólidos y estables teniendo en cuenta:

- 1.º El número de trabajadores que los ocupen.
- 2.º Las cargas máximas que, en su caso, puedan tener que soportar, así como su distribución.
- 3.º Los factores externos que pudieran afectarles.

En caso de que los soportes y los demás elementos de estos lugares de trabajo no poseyeran estabilidad propia, se deberá garantizar su estabilidad mediante elementos de fijación apropiados y seguros con el fin de evitar cualquier desplazamiento inesperado o involuntario del conjunto o de parte de dichos puestos de trabajo.

- b) Deberá verificarse de manera apropiada la estabilidad y la solidez, y especialmente después de cualquier modificación de la altura o de la profundidad del puesto de trabajo.

#### 3. Caídas de altura:

- a) Las plataformas, andamios y pasarelas, así como los desniveles, huecos y aberturas existentes en los pisos de las obras, que supongan para los trabajadores un riesgo de caída de altura superior a 2 metros, se protegerán mediante barandillas u otro sistema de protección colectiva de seguridad equivalente. Las barandillas serán resistentes, tendrán una altura mínima de 90 centímetros y dispondrán de un reborde de protección, un pasamanos y una protección intermedia que impidan el paso o deslizamiento de los trabajadores.

- b) Los trabajos en altura solo podrán efectuarse en principio, con la ayuda de equipos concebidos para tal fin o utilizando dispositivos de protección colectiva tales como barandillas, plataformas o redes de seguridad. Si por la naturaleza del trabajo ello no fuera posible deberá disponerse de medios de acceso seguros y utilizarse cinturones de seguridad con anclaje u otros medios de protección equivalente.
- c) La estabilidad y solidez de los elementos de soporte y el buen estado de los medios de protección deberán verificarse previamente a su uso, posteriormente de forma periódica y cada vez que sus condiciones de seguridad puedan resultar afectadas por una modificación período de no utilización o cualquier otra circunstancia.

## 5. Andamios y escaleras.

- a) Los andamios, así como sus plataformas, pasarelas y escaleras, deberán ajustarse a lo establecido en su normativa específica.
- b) Las escaleras de mano de los lugares de trabajo deberán ajustarse a lo establecido en su normativa específica.

Número 5 de la parte C del anexo IV redactado por la disposición final segunda del RD 2177/2004, de 12 de noviembre, por el que se modifica el RD 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo, en materia de trabajos temporales en altura (BOE, 13 noviembre). Vigencia: 3 diciembre 2004.

## 6. Aparatos elevadores:

- a) Los aparatos elevadores y los accesorios de izado utilizados en las obras, deberán ajustarse a lo dispuesto en su normativa específica.

En todo caso, y a salvo de disposiciones específicas de la normativa citada, los aparatos elevadores y los accesorios de izado deberán satisfacer las condiciones que se señalan en los siguientes puntos de este apartado.

- b) Los aparatos elevadores y los accesorios de izado, incluidos sus elementos constitutivos, sus elementos de fijación, anclajes y soportes, deberán:
  - 1.º Ser de buen diseño y construcción y tener una resistencia suficiente para el uso al que estén destinados.
  - 2.º Instalarse y utilizarse correctamente.
  - 3.º Mantenerse en buen estado de funcionamiento.
  - 4.º Ser manejados por trabajadores cualificados que hayan recibido una formación adecuada.

- c) En los aparatos elevadores y en los accesorios de izado se deberá colocar, de manera visible, la indicación del valor de su carga máxima.
- d) Los aparatos elevadores lo mismo que sus accesorios no podrán utilizarse para fines distintos de aquéllos a los que estén destinados.

### 6.2.2. Real Decreto 1215/1997

#### ANEXO I: Disposiciones mínimas aplicables a los equipos de trabajo

6. Si fuera necesario para la seguridad o salud de los trabajadores, los equipos de trabajo y sus elementos deberán estar estabilizados por fijación o por otros medios. Los equipos de trabajo cuya utilización prevista requiera que los trabajadores se sitúen sobre ellos deberán disponer de los medios adecuados para garantizar que el acceso y permanencia en esos equipos no suponga un riesgo para su seguridad y salud. En particular, salvo en el caso de las escaleras de mano y de los sistemas utilizados en las técnicas de acceso y posicionamiento mediante cuerdas, cuando exista un riesgo de caída de altura de más de dos metros, los equipos de trabajo deberán disponer de barandillas o de cualquier otro sistema de protección colectiva que proporcione una seguridad equivalente. Las barandillas deberán ser resistentes, de una altura mínima de 90 centímetros y, cuando sea necesario para impedir el paso o deslizamiento de los trabajadores o para evitar la caída de objetos, dispondrán, respectivamente, de una protección intermedia y de un rodapié.

Las escaleras de mano, los andamios y los sistemas utilizados en las técnicas de acceso y posicionamiento mediante cuerdas deberán tener la resistencia y los elementos necesarios de apoyo o sujeción, o ambos, para que su utilización en las condiciones para las que han sido diseñados no suponga un riesgo de caída por rotura o desplazamiento. En particular, las escaleras de tijera dispondrán de elementos de seguridad que impidan su apertura al ser utilizadas.

Apartado 1.6 del anexo I redactado por el apartado uno del artículo único del RD 2177/2004, de 12 de noviembre, por el que se modifica el RD 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo, en materia de trabajos temporales en altura (BOE, 13 noviembre). Vigencia: 3 diciembre 2004

#### ANEXO II: Disposiciones relativas a la utilización de los equipos de trabajo

### 4.3. Disposiciones específicas relativas a la utilización de los andamios.

- 4.3.1. Los andamios deberán proyectarse, montarse y mantenerse convenientemente de manera que se evite que se desplomen o se desplacen accidentalmente. Las plataformas de trabajo, las pasarelas y



las escaleras de los andamios deberán construirse, dimensionarse, protegerse y utilizarse de forma que se evite que las personas caigan o estén expuestas a caídas de objetos. A tal efecto, sus medidas se ajustarán al número de trabajadores que vayan a utilizarlos.

- 4.3.2. Cuando no se disponga de la nota de cálculo del andamio elegido, o cuando las configuraciones estructurales previstas no estén contempladas en ella, deberá efectuarse un cálculo de resistencia y estabilidad, a menos que el andamio esté montado según una configuración tipo generalmente reconocida.
- 4.3.3. En función de la complejidad del andamio elegido, deberá elaborarse un plan de montaje, de utilización y de desmontaje. Este plan y el cálculo a que se refiere el apartado anterior deberán ser realizados por una persona con una formación universitaria que lo habilite para la realización de estas actividades. Este plan podrá adoptar la forma de un plan de aplicación generalizada, completado con elementos correspondientes a los detalles específicos del andamio de que se trate.

A los efectos de lo dispuesto en el párrafo anterior, el plan de montaje, de utilización y de desmontaje será obligatorio en los siguientes tipos de andamios:

- a) Plataformas suspendidas de nivel variable (de accionamiento manual o motorizadas), instaladas temporalmente sobre un edificio o una estructura para tareas específicas, y plataformas elevadoras sobre mástil.
- b) Andamios constituidos con elementos prefabricados apoyados sobre terreno natural, soleras de hormigón, forjados, voladizos u otros elementos cuya altura, desde el nivel inferior de apoyo hasta la coronación de la andamiada, exceda de seis metros o dispongan de elementos horizontales que salven vuelos y distancias superiores entre apoyos de más de ocho metros. Se exceptúan los andamios de caballetes o borriquetas.
- c) Andamios instalados en el exterior, sobre azoteas, cúpulas, tejados o estructuras superiores cuya distancia entre el nivel de apoyo y el nivel del terreno o del suelo exceda de 24 metros de altura.
- d) Torres de acceso y torres de trabajo móviles en los que los trabajos se efectúen a más de seis metros de altura desde el punto de operación hasta el suelo.

Sin embargo, cuando se trate de andamios que, a pesar de estar incluidos entre los anteriormente citados, dispongan del marcado «CE», por serles de aplicación una normativa específica en materia de comercialización, el citado plan podrá ser sustituido por las instrucciones específicas del fabricante, proveedor o suministrador, sobre el montaje, la utilización y el desmontaje de los equipos, salvo que estas operaciones

se realicen de forma o en condiciones o circunstancias no previstas en dichas instrucciones.

- 4.3.4. Los elementos de apoyo de un andamio deberán estar protegidos contra el riesgo de deslizamiento, ya sea mediante sujeción en la superficie de apoyo, ya sea mediante un dispositivo antideslizante, o bien mediante cualquier otra solución de eficacia equivalente, y la superficie portante deberá tener una capacidad suficiente. Se deberá garantizar la estabilidad del andamio. Deberá impedirse mediante dispositivos adecuados el desplazamiento inesperado de los andamios móviles durante los trabajos en altura.
- 4.3.5. Las dimensiones, la forma y la disposición de las plataformas de un andamio deberán ser apropiadas para el tipo de trabajo que se va a realizar, ser adecuadas a las cargas que hayan de soportar y permitir que se trabaje y circule en ellas con seguridad. Las plataformas de los andamios se montarán de tal forma que sus componentes no se desplacen en una utilización normal de ellos. No deberá existir ningún vacío peligroso entre los componentes de las plataformas y los dispositivos verticales de protección colectiva contra caídas.
- 4.3.6. Cuando algunas partes de un andamio no estén listas para su utilización, en particular durante el montaje, el desmontaje o las transformaciones, dichas partes deberán contar con señales de advertencia de peligro general, con arreglo al Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, sobre señalización de seguridad y salud en el centro de trabajo, y delimitadas convenientemente mediante elementos físicos que impidan el acceso a la zona de peligro.
- 4.3.7. Los andamios solo podrán ser montados, desmontados o modificados sustancialmente bajo la dirección de una persona con una formación universitaria o profesional que lo habilite para ello, y por trabajadores que hayan recibido una formación adecuada y específica para las operaciones previstas, que les permita enfrentarse a riesgos específicos de conformidad con las disposiciones del artículo 5, destinada en particular a:
  - a) La comprensión del plan de montaje, desmontaje o transformación del andamio de que se trate.
  - b) La seguridad durante el montaje, el desmontaje o la transformación del andamio de que se trate.
  - c) Las medidas de prevención de riesgos de caída de personas o de objetos.
  - d) Las medidas de seguridad en caso de cambio de las condiciones meteorológicas que pudiesen afectar negativamente a la seguridad del andamio de que se trate.
  - e) Las condiciones de carga admisible.
  - f) Cualquier otro riesgo que entrañen las mencionadas operaciones de montaje, desmontaje y transformación.

Tanto los trabajadores afectados como la persona que supervise dispondrán del plan de montaje y desmontaje mencionado en el apartado 4.3.3, incluyendo cualquier instrucción que pudiera contener.

Cuando, de conformidad con el apartado 4.3.3, no sea necesaria la elaboración de un plan de montaje, utilización y desmontaje, las operaciones previstas en este apartado podrán también ser dirigidas por una persona que disponga de una experiencia certificada por el empresario en esta materia de más de dos años y cuente con la formación preventiva correspondiente, como mínimo, a las funciones de nivel básico, conforme a lo previsto en el apartado 1 del artículo 35 del Reglamento de los Servicios de Prevención, aprobado por el Real Decreto 39/1997, de 17 de enero.

4.3.8. Los andamios deberán ser inspeccionados por una persona con una formación universitaria o profesional que lo habilite para ello:

- a) Antes de su puesta en servicio.
- b) A continuación, periódicamente.
- c) Tras cualquier modificación, período de no utilización, exposición a la intemperie, sacudidas sísmicas, o cualquier otra circunstancia que hubiera podido afectar a su resistencia o a su estabilidad.

Cuando, de conformidad con el apartado 4.3.3, no sea necesaria la elaboración de un plan de montaje, utilización y desmontaje, las operaciones previstas en este apartado podrán también ser dirigidas por una persona que disponga de una experiencia certificada por el empresario en esta materia de más de dos años y cuente con la formación preventiva correspondiente, como mínimo, a las funciones de nivel básico, conforme a lo previsto en el apartado 1 del artículo 35 del Reglamento de los Servicios de Prevención, aprobado por el Real Decreto 39/1997, de 17 de enero.

### 6.2.3. *Convenio colectivo general del sector de la construcción*

## CAPÍTULO II. Andamios

### SECCIÓN PRIMERA. Condiciones generales

Artículo 169. Condiciones generales de utilización de los andamios

Artículo 170. Resistencia y estabilidad

Artículo 171. Plan de montaje, de utilización y de desmontaje

Artículo 172. Montaje, supervisión y formación de los montadores

Artículo 173. Inspección de andamios

## SECCIÓN SEGUNDA. Normas específicas para determinados tipos de andamios

- Artículo 174. Normas específicas para andamios metálicos tubulares
- Artículo 175. Normas específicas para andamios constituidos por elementos prefabricados, torres de acceso y torres de trabajo móviles
- Artículo 176. Normas específicas para torres de acceso y torres de trabajo móviles
- Artículo 177. Normas específicas para plataformas elevadoras sobre mástil
- Artículo 178. Normas específicas para plataformas suspendidas de nivel variable de accionamiento manual o motorizado (andamios colgados)
- Artículo 179. Normas específicas para andamios de borriquetas
- Artículo 180. Normas específicas para andamios de mechinales

Aunque a continuación se resume la legislación, se deben tener claros todos los artículos referentes a andamios.

### Artículo 169. Condiciones generales de utilización de los andamios

1. Todo andamio deberá cumplir las condiciones generales respecto a materiales, estabilidad, resistencia, seguridad en el trabajo y seguridad general, y las particulares referentes a la clase a la que el andamio corresponda, especificadas en el Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, modificado por el Real Decreto 2177/2004, de 12 de noviembre, por lo que respecta a su utilización.
2. Entre otras condiciones generales cabe citar las siguientes:
  - a) Los andamios y sus elementos deberán estar estabilizados por fijación o por otros medios. Los andamios cuya utilización prevista requiera que los trabajadores se sitúen sobre ellos deberán disponer de los medios adecuados para garantizar que el acceso y permanencia en esos equipos no suponga un riesgo para su seguridad y salud.
  - b) En particular, cuando exista un riesgo de caída de altura de más de 2 metros, los andamios deberán disponer de barandillas o de cualquier otro sistema de protección colectiva que proporcione una seguridad equivalente. Las barandillas deberán ser resistentes, de una altura mínima de 90 centímetros y de una protección intermedia y de un rodapié. Resultan aconsejables las barandillas de 1 metro de altura.
  - c) Los dispositivos de protección colectiva contra caídas del andamio solo podrán interrumpirse en los puntos de acceso a una escalera o a una escalera de mano.
  - d) Cuando el acceso al andamio o la ejecución de una tarea particular exija la retirada temporal de un dispositivo de protección colectiva contra caídas, deberán preverse medidas compensatorias y eficaces

de seguridad, que se especificarán en la planificación de la actividad preventiva. No podrá ejecutarse el trabajo sin la adopción previa de dichas medidas. Una vez concluido este trabajo particular, ya sea de forma definitiva o temporal, se volverán a colocar en su lugar los dispositivos de protección colectiva contra caídas.

- e) Los andamios deberán tener la resistencia y los elementos necesarios de apoyo o sujeción, o ambos, para que su utilización en las condiciones para las que han sido diseñados no suponga un riesgo de caída por rotura o desplazamiento.
- f) Las plataformas que forman el piso del andamio se dispondrán de modo que no puedan moverse ni dar lugar al basculamiento, deslizamiento o cualquier otro movimiento peligroso. La anchura será la precisa para la fácil circulación de los trabajadores y el adecuado almacenamiento de los útiles, herramientas y materiales imprescindibles para el trabajo que se realice en aquel lugar.
- g) No se almacenarán sobre los andamios más materiales que los necesarios para asegurar la continuidad del trabajo y, al fin de la jornada de trabajo, se procurará que sea el mínimo el peso depositado en ellos.
- h) A fin de evitar caídas entre los andamios y los paramentos de la obra en ejecución, deberán colocarse tablonos o chapados, según la índole de los elementos a emplear en los trabajos, cuajando los espacios que queden libres entre los citados paramentos y el andamiaje –situados en el nivel inmediatamente inferior a aquel en que se lleve a efecto el trabajo– sin que en ningún caso pueda exceder la distancia entre este tope y el nivel del trabajo de 1,80 metros.
- i) Los andamios deberán ser instalados y utilizados de forma que no puedan caer, volcar o desplazarse de forma incontrolada, poniendo en peligro la seguridad de los trabajadores.
- j) Los andamios no deberán utilizarse de forma o en operaciones o en condiciones contraindicadas o no previstas por el fabricante. Tampoco podrán utilizarse sin los elementos de protección indicados para la realización de la operación de que se trate. Los andamios solo podrán utilizarse excepcionalmente de forma o en operaciones o en condiciones no consideradas por el fabricante, si previamente se ha realizado una evaluación de los riesgos que ello conllevaría y se han tomado las medidas pertinentes para su eliminación o control.
- k) Antes de utilizar un andamio se comprobará que sus protecciones y condiciones de uso son las adecuadas y que su montaje y utilización no representa un peligro para los trabajadores o terceros.
- l) Los andamios dejarán de utilizarse si se producen deterioros por inclemencias o transcurso del tiempo, u otras circunstancias que comprometan la seguridad de su funcionamiento.
- m) Las dimensiones, la forma y la disposición de las plataformas de un andamio deberán ser apropiadas para el tipo de trabajo que se va a realizar, ser adecuadas a las cargas que hayan de soportar y permitir que se trabaje y circule en ellas con seguridad. Las plataformas de

los andamios se montarán de tal forma que sus componentes no se desplacen en una utilización normal de ellos. No deberá existir ningún vacío peligroso entre los componentes de las plataformas y los dispositivos verticales de protección colectiva contra caídas.

- n) El acceso a las plataformas de los andamios deberá realizarse normalmente a través de módulos de escaleras de servicio adosadas a los laterales, o bien estando las escaleras integradas en el propio andamio. En ningún caso está permitido trepar por los travesaños de la estructura del andamio.
- o) Los elementos de apoyo de un andamio deberán estar protegidos contra el riesgo de deslizamiento, ya sea mediante sujeción en la superficie de apoyo, ya sea mediante un dispositivo antideslizante, o bien mediante cualquier otra solución de eficacia equivalente, y la superficie portante deberá tener una capacidad suficiente. Se deberá garantizar la estabilidad del andamio. Deberá impedirse mediante dispositivos adecuados el desplazamiento inesperado de los andamios móviles cuando se están realizando trabajos en altura.
- p) El piso de las plataformas, andamios y pasarelas deberá estar conformado por materiales sólidos de una anchura mínima total de 60 centímetros, de forma que resulte garantizada la seguridad del personal que circule con ellos.

#### Artículo 171 Plan de montaje, de utilización y de desmontaje

1. En función de la complejidad del andamio elegido, deberá elaborarse un plan de montaje, de utilización y de desmontaje. Este plan deberá ser realizado por una persona con una formación universitaria que lo habilite para la realización de estas actividades.

### 6.3. Clasificación

#### 6.3.1. Andamio de mechinal

Cuando el andamio se establezca a base de mechinales (agujeros cuadrados practicados en un muro de obra que permiten el paso de los travesaños o colas de un andamio) solo se permitirá su uso para obras de escasa importancia y con la condición de que la altura sobre el nivel del suelo o del terreno de la andamiada más elevada no exceda de 5 metros. Será obligatoria, en todo caso, la utilización de sistemas anticaídas por parte de los trabajadores situados en estos andamios.

### 6.3.2. Andamio de borriquetas



#### Artículo 179. Normas específicas para andamios de borriquetas

1. Estarán constituidos por borriquetas metálicas en forma de uve invertida y tablonos o plataformas metálicas horizontales.
2. Estos andamios siempre se montarán nivelados, nunca inclinados. Se prohíbe su apoyo sobre materiales de construcción frágiles como ladrillos, bovedillas, etc.
3. Podrán emplearse andamios de borriquetas hasta 3 metros de altura. Cuando el riesgo de caídas sea mayor de 2 metros se dispondrá de barandillas u otros sistemas de protección colectiva de seguridad equivalente.
4. En los trabajos sobre borriquetas en balcones, terrazas o en la proximidad de aberturas con riesgo de caídas de más de 2 metros se utilizarán medios de protección colectiva (barandillas, redes, etc.).
5. Los tablonos o plataformas que formen el piso del andamio (de al menos 60 centímetros de anchura) deberán estar anclados o atados a las borriquetas.



### 6.3.3. Andamio de torreta



#### Artículo 176. Normas específicas para torres de acceso y torres de trabajo móviles

1. Para garantizar la estabilidad de las torres de acceso y de las torres de trabajo móviles su altura (desde el suelo a la última plataforma) no podrá exceder de 4 metros por cada metro del lado menor. En su caso, y no obstante lo anterior, deberán seguirse las instrucciones del fabricante (utilizar estabilizadores, aumentar el lado menor, etc.).
2. Las ruedas de las torres de trabajo móviles deberán disponer de un dispositivo de bloqueo de la rotación y de la traslación. Asimismo, deberá verificarse el correcto funcionamiento de los frenos. Estas torres solo deben moverse manualmente sobre suelo firme, sólido, nivelado y libre de obstáculos.
3. Para evitar su basculamiento está prohibido desplazarlas con personal o materiales y herramientas sobre las mismas.
4. No está autorizado instalar poleas u otros dispositivos de elevación sobre estos tipos de andamio, a menos que los mismos hayan sido proyectados expresamente por el fabricante para dicha finalidad.

5. Estos tipos de andamios no deben apoyarse, en ningún caso, sobre material ligero o de baja resistencia o estabilidad.
6. El acceso a las plataformas de este tipo de andamios deberá realizarse por el interior con escaleras o escalas de peldaños integradas para tal fin.
7. Está prohibido saltar sobre los pisos de trabajo y establecer puentes entre una torre de trabajo móvil y cualquier elemento fijo de la obra o edificio.

#### 6.3.4. Andamio de mástil



#### Artículo 177. Normas específicas para plataformas elevadoras sobre mástil

1. Las plataformas incluidas en este apartado tienen la consideración de aparatos de elevación de personas. Por lo tanto, les es de aplicación el Real Decreto 1644/2008, de 10 de octubre, por el que se establecen las normas para la comercialización y puesta en servicio de las máquinas, y resulta exigible que dispongan del «marcado CE», declaración «CE» de conformidad y manual de instrucciones.
2. Por lo que refiere a la utilización de estas plataformas, se atenderá a lo dispuesto en el Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, modificado por el Real Decreto 2177/2004, de 12 de noviembre.
3. Sin perjuicio de lo anterior, y entre otras, deben cumplirse las siguientes medidas:
  - a) Deberá verificarse antes de su uso la resistencia y estabilidad de los puntos de apoyo.
  - b) Estarán dotadas de protección frente al riesgo de contacto eléctrico indirecto y verificarse la ausencia de líneas eléctricas aéreas en el entorno.

- c) Cuando dispongan de carriles deberán poseer una perfecta nivelación, cimentación y alineación, así como topes en sus extremos. Los traslados se realizarán con la plataforma desalojada de trabajadores.
- d) Para prevenir el riesgo de caídas de objetos sobre terceros se balizará, señalizará y acotará la zona inferior del terreno impidiendo el paso bajo su perpendicular.
- e) Nunca deberán sobrecargarse; se repartirán los materiales necesarios para la correcta continuidad de los trabajos a lo largo de la plataforma.
- f) Deben revisarse periódicamente y no utilizarse en condiciones meteorológicas adversas que superen lo previsto por el fabricante.

### 6.3.5. Andamio colgado



Artículo 178. Normas específicas para plataformas suspendidas de nivel variable de accionamiento manual o motorizado (andamios colgados)

1. Al igual que las plataformas incluidas en el artículo anterior, tienen la consideración de aparatos de elevación de personas, por lo tanto, les es de aplicación el Real Decreto 1644/2008, de 10 de octubre, por el que se establecen las normas para la comercialización y puesta en servicio de las máquinas. En consecuencia, a estos equipos les resulta exigible que dispongan del «marcado CE», declaración «CE» de conformidad y manual de instrucciones de acuerdo con dichas normas. La documentación técnica debe alcanzar a todos los elementos de las plataformas (pescantes, contrapesos, cables de sustentación, aparejos y mecanismos de izado y descenso, barquilla y componentes de seguridad). A aquellas plataformas que por su fecha de comercialización o de puesta en servicio por primera vez no les sea de aplicación el referido Real Decreto

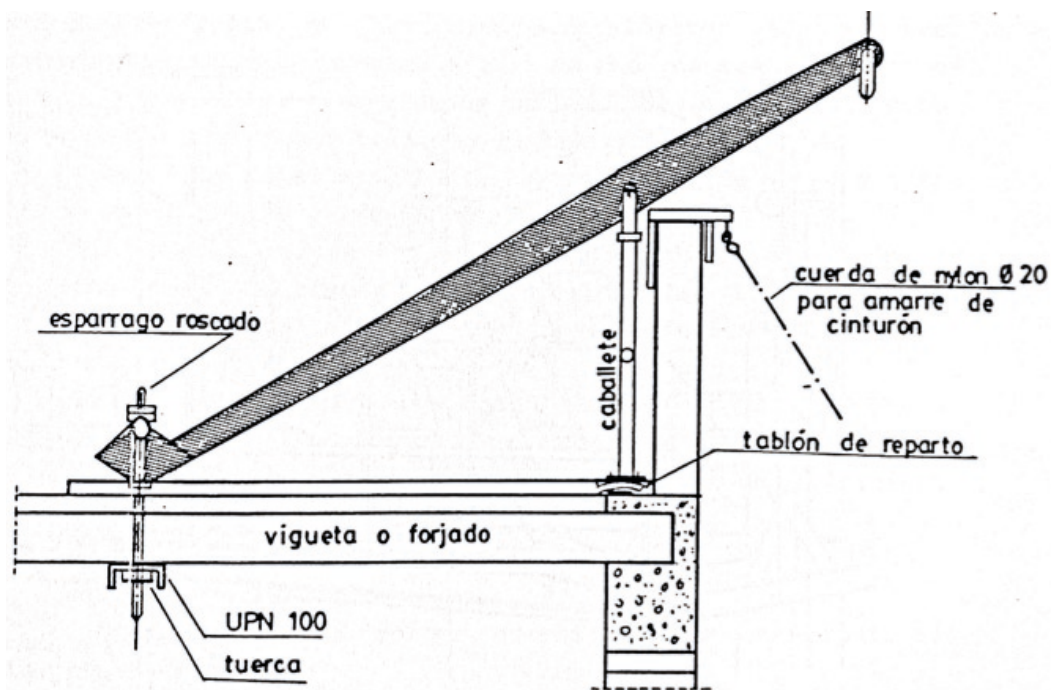
1644/2008, de 10 de octubre, deberán estar puesta en conformidad de acuerdo con lo establecido en el Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio.

2. Por lo que refiere a la utilización de estos tipos de plataformas, se atenderá a lo dispuesto en el Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, modificado por el Real Decreto 2177/2004, de 12 de noviembre.
3. Deben cumplirse, además de las contenidas en el manual de instrucciones del fabricante, entre otras, las siguientes normas de seguridad:
  - El suelo de las plataformas debe ser una superficie resistente, antideslizante y debe quedar sujeto de tal forma que carezca de movimiento alguno, bien sea de deslizamiento o de basculamiento, y solo pueda ser retirado por una acción voluntaria.
  - Las plataformas suspendidas deben estar dotadas de barandilla, protecciones intermedias y zócalos montados a lo largo de todo su perímetro. La altura de la barandilla no será inferior a 90 centímetros medido desde lo alto de la barandilla hasta el suelo. La distancia entre la barandilla y la protección intermedia, y entre esta y el zócalo no debe sobrepasar los 50 centímetros el zócalo no debe tener una altura inferior a 15 centímetros por encima del suelo.
  - En el caso de utilizarse plataformas múltiples con dos o más suelos, uno encima del otro, debe preverse una trampilla en el suelo superior y una escalera integrada que permita un acceso seguro entre los suelos. La trampilla debe abrirse hacia arriba y no debe poder quedarse abierta.
  - Queda expresamente prohibido comunicar entre sí dos plataformas suspendidas en paralelo mediante pasarelas superpuestas o colocar dicha pasarela entre la plataforma y cualquier otro elemento.
  - Los accesos a las plataformas serán cómodos y seguros. Las puertas de acceso de las barquillas no deben abrir hacia el exterior y deben estar dotadas de un sistema e enclavamiento que impida su apertura, si no es por una acción voluntaria.
  - La distancia entre el paramento y la cara delantera de las plataformas será inferior a 30 centímetros. Éstas deberán disponer de un sistema de fijación o anclaje que impida su movimiento durante las operaciones de entrada y salida de las mismas.
  - Los pescantes se montarán de tal forma que los cables trabajen totalmente perpendiculares al suelo y paralelos entre sí.
  - Las plataformas se suspenderán de un mínimo de dos pescantes.
  - Se prohíbe la acumulación de materiales en estas plataformas debiendo situar sobre ellas, exclusivamente, los indispensables y precisos para realizar el trabajo. En ningún caso se sobrepasará la carga máxima indicada por el fabricante.
  - Se pondrá especial cuidado en el tiro uniforme de los cabos durante los movimientos de ascensos y descensos, para evitar saltos bruscos. Estos movimientos se ejecutarán con las plataformas descargadas



de material y durante los mismos solo permanecerán sobre ellas los trabajadores indispensables.

- Los aparejos elevadores utilizados para las maniobras deberán disponer de dispositivos de seguridad que impidan descensos y rotaciones incontroladas, así como dispositivos interiores de guía para los cables.
- Los ganchos de sujeción de los cables a los pescantes deberán estar dotados de pestillo de seguridad.
- A estas plataformas se les debe acoplar dispositivos secundarios para que en caso de rotura del cable portante retengan las mismas evitando su caída tales como: un sistema de suspensión de doble cable de seguridad independiente de los cables de sustentación y dotado de un freno secundario, o un sistema de suspensión de cable único asociado a un dispositivo anticaídas capaz de retener las plataformas.
- Antes de su primera utilización todo el conjunto será sometido a una prueba de carga bajo la supervisión de persona competente; igualmente, con carácter diario y antes de su uso, deben ser inspeccionados los elementos sometidos a esfuerzo, los dispositivos de seguridad, etc.; periódicamente dicho conjunto se revisará conforme a las instrucciones del fabricante. Todas estas revisiones quedarán documentadas.
- En todos los elementos y accesorios de elevación deberán quedar claramente identificadas sus características. En la plataforma deberá quedar reflejada la carga máxima y el número máximo de personas que pueden utilizarla.
- No deben utilizarse en condiciones meteorológicas adversas que superen lo previsto por el fabricante.



Andamio colgado, según UPV

### 6.3.6. Andamio tubular



Figura 6.2 Andamio en Canet lo Roig

#### Artículo 174. Normas específicas para andamios metálicos tubulares

1. Se consideran andamios metálicos tubulares, aquellos en los que todas o algunas de sus dimensiones son determinadas con antelación mediante uniones o dispositivos de unión fijos permanentemente sobre los componentes. Se componen de placa de sustentación (placa base y husillo), módulos, cruz de San Andrés, y largueros o tubos de extremos, longitudinales y diagonales. Se complementan con plataformas, barandillas y en ocasiones escaleras de comunicación integradas.
2. En relación con estos andamios se establecen las siguientes condiciones particulares de seguridad.
  - a) Los andamios tubulares, en todo caso, deberán estar certificados por una entidad reconocida certificación.

Los andamios tubulares que no hayan obtenido una certificación del producto por una entidad reconocida de certificación, solo podrán utilizarse para aquellos supuestos en los que el Real Decreto 1215/1997, 18 de julio, modificado por el Real Decreto 2177/2004, de 12 de noviembre, por el que se establecen las Disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo, en materia de trabajos temporales en altura en su Anexo II apartado 4.3, no exige plan de montaje, de utilización

- y de desmontaje, esto es para alturas no superiores a 6 metros y que además no superen los 8 metros de distancia entre apoyos, y siempre que no estén situados sobre azoteas, cúpulas, tejados, estructuras superiores o balconadas a más de 24 metros desde el nivel del terreno o del suelo.
- b) En cualquier caso el material que conforma el andamio dispondrá de las instrucciones de montaje y mantenimiento necesarias para su uso.
  - c) En ningún caso se permitirá al contratista o usuarios, realizar cambios en el diseño inicial sin la autorización e intervención de la dirección facultativa o el coordinador de seguridad y sin haber realizado el plan de montaje, utilización y desmontaje correspondiente.
  - d) La estabilidad de los andamios tubulares deberá quedar garantizada en todo momento. El técnico que supervise la correcta ejecución de los trabajos de montaje y desmontaje del andamio, dará las instrucciones precisas tanto a los montadores como a los trabajadores posteriormente usuarios sobre las condiciones para ejecutar los trabajos de manera adecuada.
  - e) Para el trabajo en las plataformas de trabajo de los andamios tubulares se exigen los siguientes requisitos mínimos:
    - Las plataformas de trabajo tendrán un ancho mínimo de 60 centímetros sin solución de continuidad al mismo nivel, teniendo garantizada la resistencia y estabilidad necesarias en relación con los trabajos que se realicen sobre ellas.
    - Las plataformas de trabajo serán metálicas o de otro material resistente y antideslizante, contarán con dispositivos de enclavamiento que eviten su basculamiento accidental y tendrán marcada, de forma indeleble y visible, la carga máxima admisible.
    - Las plataformas de trabajo estarán protegidas por medio de una barandilla metálica de un mínimo de un metro de altura, barra intermedia y rodapié de altura mínima de 15 centímetros en todos los lados de su contorno, con excepción de los lados que disten de la fachada menos de 20 centímetros.
  - f) El acceso a estas estructuras tubulares se hará siempre por medio de escaleras bien mediante módulos específicos adosados a los laterales, bien mediante escaleras integradas de comunicación entre las plataformas. Las trampillas de acceso a estas últimas estarán cerradas, cuando no respondan propiamente a esta finalidad. Solo en los casos que estén debidamente justificados en el plan de seguridad o en la evaluación de riesgos podrá hacerse desde el edificio, por medio de plataformas o pasarelas debidamente protegidas.





Figura 6.3. Andamio en Herbers

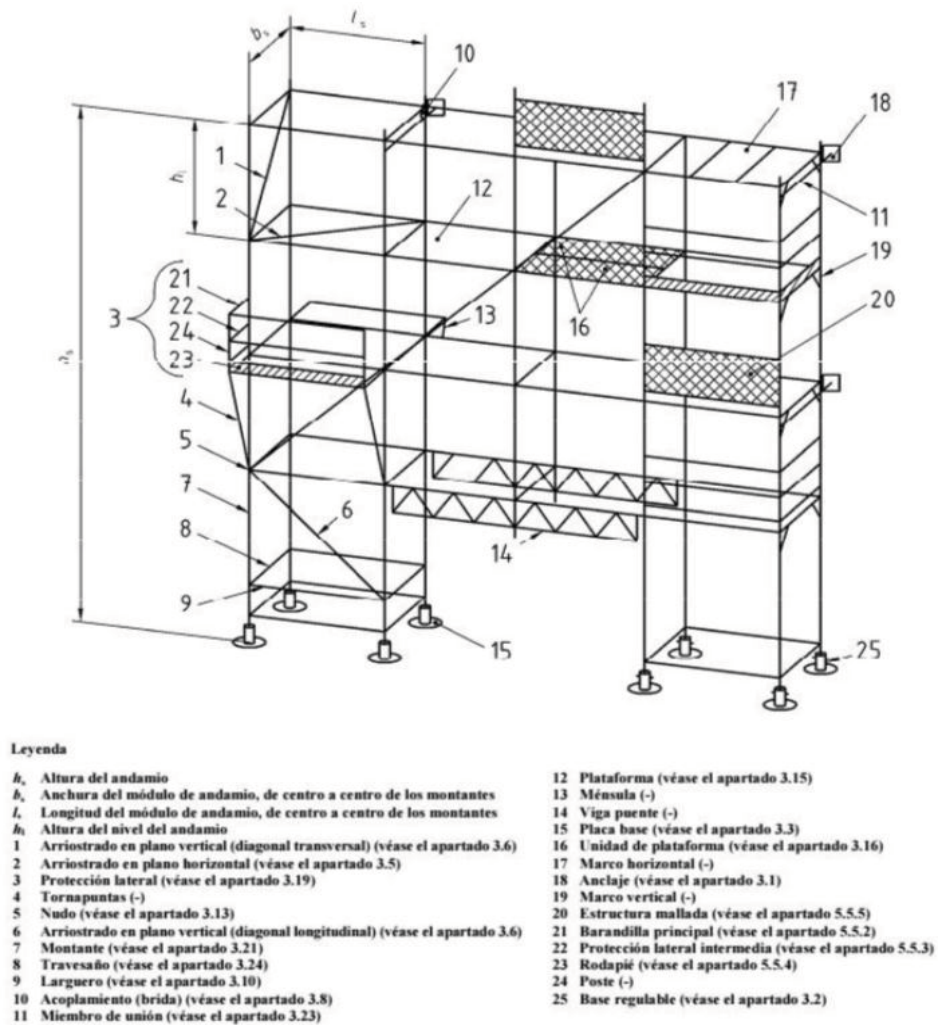


Figura 6.4. Partes del andamio según la norma UNE EN 12811-1:2003

### 6.3.7. Denominación de los andamios tubulares según la norma UNE-EN-12810-1

Ejemplo: Andamio EN 12810 – 4D – SW 09/250 – H2 – B – LS

Tabla 3 de la norma UNE EN 12811-1 2003

Criterio	Ejemplo	Condiciones
Carga de servicio	4	1 2 3 4 5 6 según la tabla 3 de la norma UNE EN 12811-1 2003
Ensayo	D	D con ensayo de caída N sin ensayo de caída
Anchura de plataforma	SW 09/250	SW06, SW09, SW12, SW15, SW18, SW21, SW24 según la tabla 1 en la norma UNE EN 12811-1:2003
Longitud de plataforma	SW 09/250	Longitud de la plataforma en cm
Altura libre	H2	H1 y H2 según la tabla 2 de la norma UNE EN 12811-1 2003
Revestimiento	B	B con revestimiento y A sin revestimiento
Acceso	LS	LA con escalera de mano ST con escalera de acceso LS ambas

**Tabla 3**  
Cargas de servicio en las áreas de trabajo (véase también el apartado 6.2.2)

Clases de carga	Carga distribuida uniformemente	Carga concentrada en un área de 500 mm × 500 mm	Carga concentrada en un área de 200 mm × 200 mm	Carga en un área parcial	
				$q_2$ kN/m <sup>2</sup>	Factor del área parcial $a_p^{1)}$
	$q_1$ kN/m <sup>2</sup>	$F_1$ kN	$F_2$ kN		
1	0,75 <sup>2)</sup>	1,50	1,00	–	–
2	1,50	1,50	1,00	–	–
3	2,00	1,50	1,00	–	–
4	3,00	3,00	1,00	5,00	0,4
5	4,50	3,00	1,00	7,50	0,4
6	6,00	3,00	1,00	10,00	0,5

1) Véase el apartado 6.2.2.4.  
2) Véase el apartado 6.2.2.1.

Clase 3, mínimo requerido en obra // Clase 4, habitual en albañilería // Clase 5, cuando haya carga de material // Clase 6, cuando haya carga de material pesado, por ejemplo, mampostería.

Tabla 1 de la norma UNE EN 12811-1 2003

**Tabla 1**  
**Clases de anchura para áreas de trabajo**

Clases de anchura	<i>W</i> en m
W06	$0,6 \leq w < 0,9$
W09	$0,9 \leq w < 1,2$
W12	$1,2 \leq w < 1,5$
W15	$1,5 \leq w < 1,8$
W18	$1,8 \leq w < 2,1$
W21	$2,1 \leq w < 2,4$
W24	$2,4 \leq w$

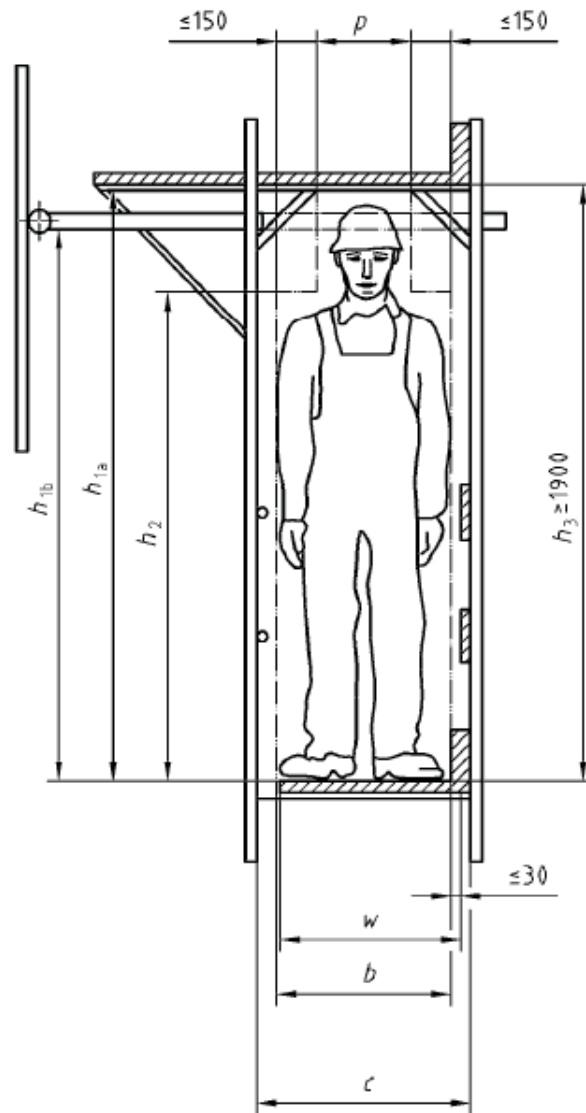
Dimensiones del andamio y de las plataformas según NTP 669: Andamios de trabajo prefabricados (I).

	Clase					
	1	2	3	4	5	6
Anchura del andamio	0,70 m			1 m		
Anchura de plataforma	a 0,60 m			> 0,90 m		
Longitud	De 1,5 a 3 m inclusive aumentando a intervalos de 0,3 o 0,5 m			De 1,5 a 2,5 m inclusive aumentando a intervalos de 0,3 o 0,5 m		
Altura mínima	> 2 m					

Tabla 2 de la norma UNE EN 12811-1 2003 y gráfico de las alturas libres

**Tabla 2**  
**Clases de altura libre**

Clase	Altura libre		
	Entre las áreas de trabajo $h_3$	Entre las áreas de trabajo y los travesaños o miembros de unión $h_{1a}, h_{1b}$	Altura libre mínima a nivel de los hombros $h_2$
$H_1$	$h_3 \geq 1,90$ m	$1,75 \text{ m} \leq h_{1a} < 1,90$ m $1,75 \text{ m} \leq h_{1b} < 1,90$ m	$h_2 \geq 1,60$ m
$H_2$	$h_2 \geq 1,90$ m	$h_{1a} \geq 1,90$ m $h_{1b} \geq 1,90$ m	$h_2 \geq 1,75$ m



#### Leyenda

- $b$  = espacio libre de paso, que debe ser como mínimo el valor mayor entre 500 mm y  $(c - 250 \text{ mm})$
- $c$  = distancia libre entre montantes
- $h_{1a}, h_{1b}$  = altura libre entre las áreas de trabajo y los travesaños o los miembros de unión respectivamente
- $h_2$  = altura libre para los hombros
- $h_3$  = altura libre para la cabeza entre áreas de trabajo
- $p$  = anchura libre para la cabeza que debe ser como mínimo el valor mayor entre 300 mm y  $(c - 450 \text{ mm})$
- $w$  = anchura del área de trabajo de acuerdo con el apartado 5.2

#### Revestimiento del andamio

Si lleva revestimiento, se dispondrá un anclaje cada  $12 \text{ m}^2$ ; si no lo tiene, se anclará cada  $24 \text{ m}^2$ . Como explica Oliver (2017), el primer nivel de anclaje se puede realizar entre los 3 y 4 m de altura, medidos desde la cota de apoyo del andamio. No se deben dejar dos niveles de plataformas de trabajo consecutivas sin anclar.

Siempre se debe buscar el anclaje efectivo del módulo de la última plataforma de trabajo que iguale o sobrepase la altura total de la fachada. El anclaje, como dice la norma, se realizará lo más próximo posible al nudo de unión entre montantes y largueros, y siempre a elementos resistentes. El anclaje se dispondrá perpendicularmente al andamio. Los anclajes se realizarán a elementos resistentes con capacidad portante: antepechos y barandillas (cuando tengan demostrada capacidad portante y resistente a los esfuerzos horizontales que van a transmitirle los amarres del andamio), jambas de huecos, muros resistentes, puntales telescópicos con apriete entre plantas de forjado colocados para el amarre y/o pilares. Todos estos anclajes se realizarán mediante bridas de sujeción y/o tacos de anclaje mecánicos y químicos con argolla de sujeción, o mediante bridas de sujeción y acodalamiento.

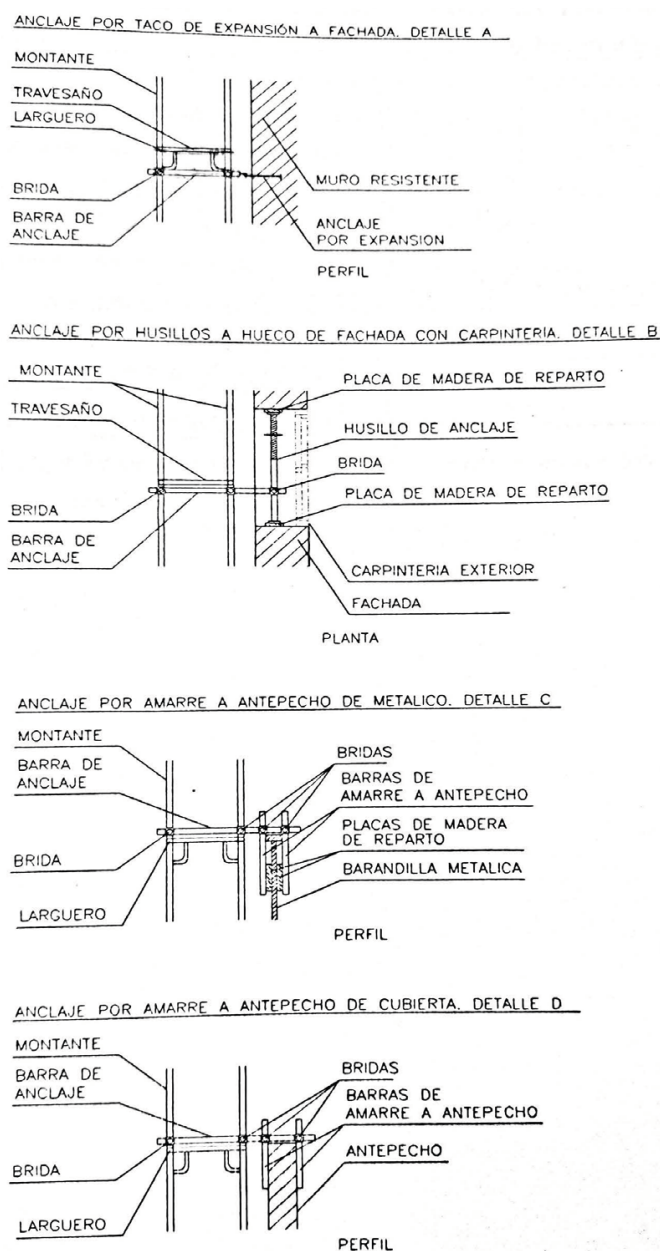
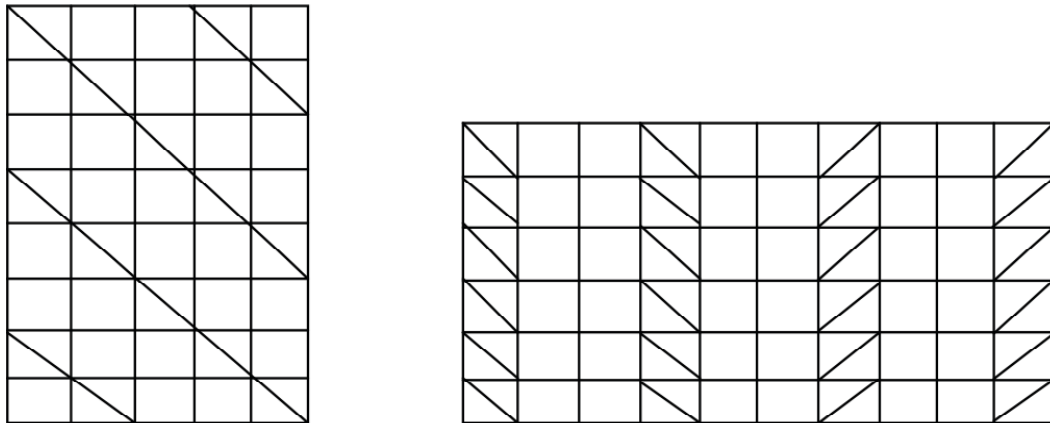


Figura 6.5. Anclajes según Oliver (2017)

- Bases. Debe llevar bases regulables para evitar diferencias de altura en las bases de apoyo y además es recomendable que se dispongan sobre un durmiente para reparto de cargas y, sobre todo, en el caso de que el firme tuviera irregularidades.
- Diagonales. Las normas UNE EN 12810 y UNE EN 12811 no especifican criterios de disposición de este arriostramiento longitudinal. Será el fabricante del andamio en el manual del producto y el manual de instrucciones, quién determinará el criterio de diagonalización. Al menos un frente con diagonales cada 3-5 módulos.



Escaleras: Al menos una cada 25-30 m

#### 6.4. Principales normas de consulta

- EN 12810-1 – Andamios de fachada de componentes prefabricados. Parte 1: Especificaciones de los productos.
- EN 12810-2 – Andamios de fachada de componentes prefabricados. Parte 2: Métodos particulares de diseño estructural.
- EN 12811-1 – Equipamiento para trabajos temporales de obra. Parte 1: Andamios. Requisitos de comportamiento y diseño general.
- EN 12811-2 – Equipamiento para trabajos temporales de obra. Parte 2: Información sobre los materiales.
- EN 12811-3 – Equipamiento para trabajos temporales de obra. Parte 3: Ensayo de carga.

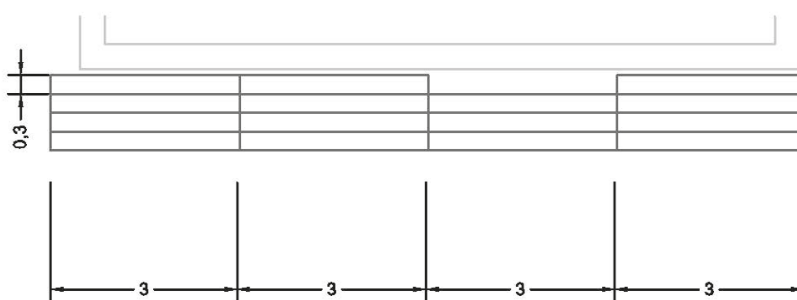
#### 6.5. Ejercicio

Comenta cada aspecto de la designación del siguiente andamio e indica justificadamente si sería necesaria alguna variación sobre el esquema presentado o sobre la propia designación. ¿Qué condiciones habría que cumplir respecto al



número de anclajes y su distribución, respecto a las escaleras y respecto a las diagonales? ¿Qué condiciones podemos observar respecto a la seguridad del andamio? Dibuja un detalle de un anclaje.

La obra que se realizará es el revestimiento con mortero de la fachada del edificio. Tanto el balcón como el alero sobresalen 30 cm de la fachada y la fachada mide  $12 \times 10$  m. La designación del andamio es la siguiente: UNE EN 12810-2D – SW 12/250 - H2 - B – ST.



### Solución:

La designación: UNE EN 12810- 2D – SW 12/250 - H2 - B – ST no es correcta. Debería ser: UNE EN 12810- 4D – SW 12/300 - H2 - B – ST:



3D o 4D: 3D trabajos de albañilería o 4D habitual en albañilería.

SW12/300: entre 1,2 y 1,5 m de ancho de plataforma y 300 cm de larga.

H2: altura de trabajo mayor de 1,90 m.

B: con revestimiento Determina el número de anclajes, 1/12 m<sup>2</sup>, salen de 10 anclajes. En el dibujo hay 15, deberían reducirlo como máximo a 11.

ST: con escalera de acceso. No lo pueden saber porque no están dibujadas. Las tienen que dibujar ellos según el dibujo de después.

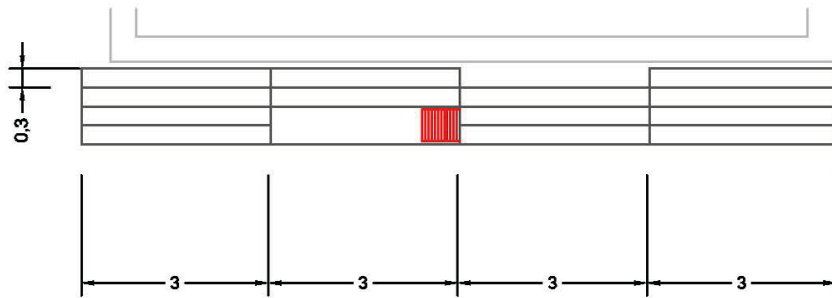
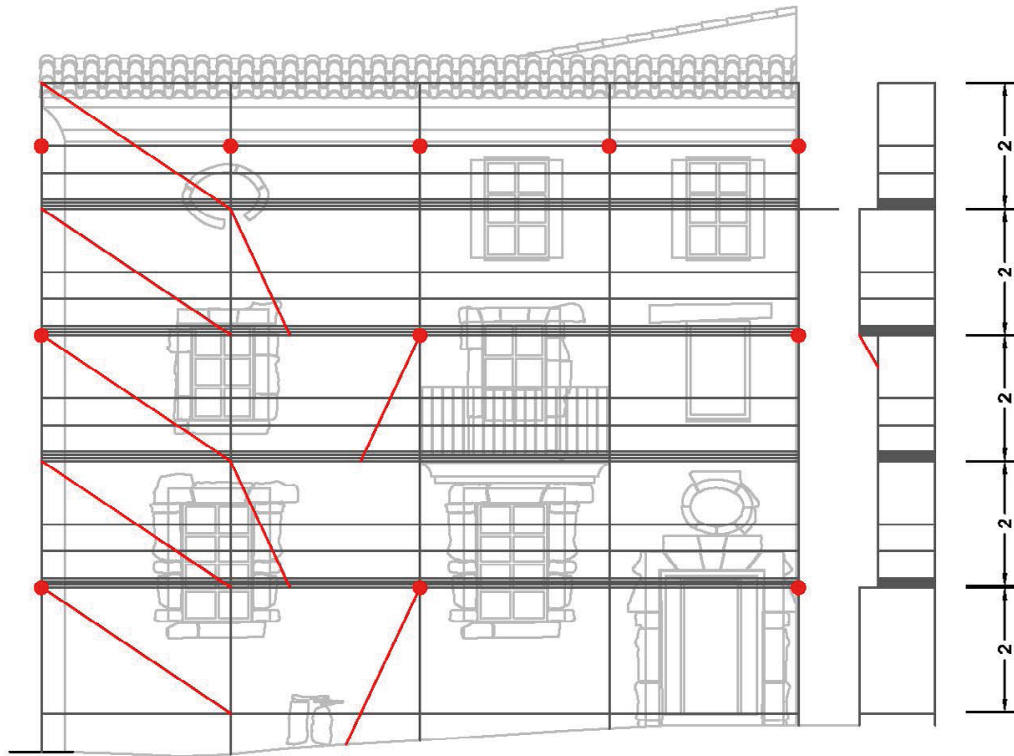
Anclajes: de acuerdo con la denominación sobrarían. Es correcta la situación en cada nudo del último nivel. El resto se podrían disponer en huecos, dañando así menos la fachada, que requeriría una reparación posterior, o bien en barandillas siempre que fueran de hierro. En cualquier caso, la situación en el paño de fachada solo se debería acometer cuando hubiera algún elemento resistente como forjado, pilar, muro de carga... La distribución debería ser más o menos homogénea.

Bases: debe llevar bases regulables para evitar diferencias de altura en las bases de apoyo y además es recomendable que se dispongan sobre un durmiente para reparto de cargas y, sobre todo, en el caso de que el firme tuviera irregularidades.

Diagonales: al menos un frente con diagonales cada 3-5 módulos.

Escaleras: al menos una cada 25-30 m.

Protecciones: barandillas con travesaños a 15 cm rodapié, a más de 90 cm la superior y otra intermedia. En la parte trasera, si se superan 20 cm de separación a fachada se dispondrá barandilla a 70 cm.

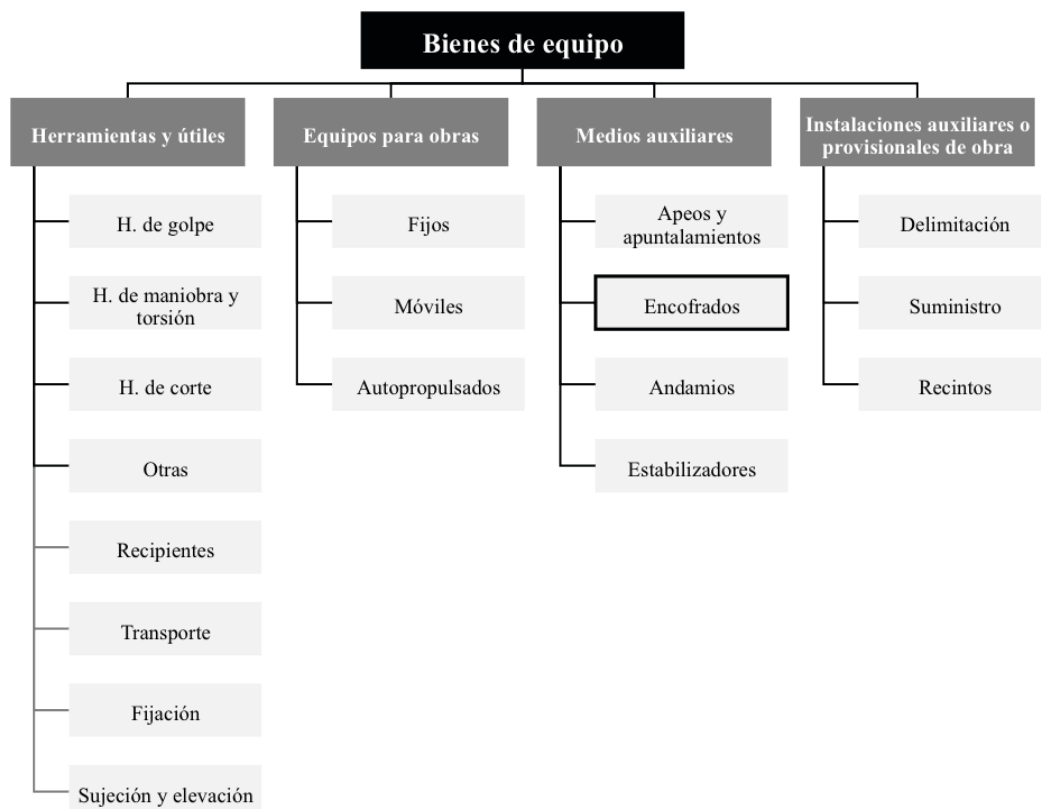




# Tema 7. Medios auxiliares: Encofrados

## 7. MEDIOS AUXILIARES: ENCOFRADOS

### 7.1. Introducción



El encofrado es un medio auxiliar que sirve para dar forma al hormigón o a otras pastas *in situ* en la obra. Cabe recordar que la principal característica de un medio auxiliar de obra era que puede ser reutilizable en sucesivas obras y

siempre tiene una misión portante, es una estructura en sí mismo que se utiliza para sostener otros elementos. Se podría describir como el molde que da forma a las masas en obra.

Como se ha dicho, pueden ser reutilizables, pero desde el punto de vista económico, conviene que lo sean para evitar repetir el gasto en las sucesivas obras que se van a ejecutar. En este sentido, su coste puede suponer hasta el 30 % del precio de la estructura, ya que al ser el molde y la estructura que los van a sustentar, implica mucha preparación previa y mucha mano de obra para su montaje.

La principal característica de un encofrado debe ser la resistencia. Deben soportar el peso del hormigón, el peso de las armaduras y los esfuerzos para la compactación del hormigón. Del mismo modo, deben soportar sobrecargas de uso durante el hormigonado, esfuerzos de agentes meteorológicos como el viento, etc.

Al mismo tiempo, los encofrados deben ser estancos para evitar patologías en el hormigón: coqueas, nidos de grava, fugas, etc. También deben ser químicamente inertes, es decir, la superficie no debe reaccionar con el cemento del hormigón o de otros conglomerantes. Deben ser superficies lisas, que eviten la adherencia del hormigón y a su vez, resistentes a la abrasión del hormigón.

Las partes generales y fundamentales de un encofrado son las siguientes:

1. Piel: contacto con el hormigón
2. Tabla: soporta el empuje del hormigón
3. Estructura: soporta todos los empujes
4. Subestructura: aligera la estructura
5. Arriostramiento: soporta el encofrado

Como se ha dicho, estas partes serían generales, cada encofrado puede tener particularidades y dependiendo de su dimensión, puede tener todas estas partes o evitarse, por ejemplo, la subestructura o la estructura. De la mayoría de casos, se verán ejemplos más adelante.

Los materiales más habituales para realizar encofrados son la madera (tradicional) y la madera y el metal (prefabricados). Otros materiales utilizados que facilitan una puesta en obra son el plástico y el cartón plastificado. Con este último se forman encofrados indicados para columnas y pilares redondos básicamente.

Madera	Plástico	Metal
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pueden ser planchas unidas, contrachapado, etc.</li> <li>• Aspecto variable entre bueno y muy bueno.</li> <li>• Con el debido mantenimiento, hasta 50 usos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pueden ser flexibles o rígidos.</li> <li>• Casi sin juntas.</li> <li>• Más de 50 usos en el caso de los rígidos, hasta 20 en flexibles.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Buen aspecto.</li> <li>• Se marcan las juntas.</li> <li>• Más de 100 usos.</li> </ul>

El principal mantenimiento para los encofrados es la limpieza. Tras su uso, se deben limpiar y raspar las costras que genera el hormigón. Hay que evitar que reciban golpes contundentes, ya que se podrían deformar. No se debe olvidar que se trata de un molde, la forma que adopte el encofrado es la que resultará tras el hormigonado. En el caso de la madera, es conveniente humedecerla antes del hormigonado para que no absorba el agua del hormigón. Cuando se retiren, limpien y guarden las tablas de encofrar, se debe garantizar su horizontalidad, para que no se deforme la madera.

## 7.2. Tipos

Dependiendo de su posición, se diferenciará entre encofrados verticales y encofrados horizontales. En el caso de los verticales, se encontrarán los pilares y los muros. En los horizontales se variará entre las vigas y jácenas y los encofrados totales. Cabe añadir que, dependiendo de las particularidades de la ejecución de la obra, los encofrados son muy variables y en algunos casos prácticamente se realizarán a medida de la obra en cuestión. Para ampliar la información que se dará a continuación, se deben consultar las Notas Técnicas de Prevención (NTP) 834, 835, 836 y 837 (verticales), y la NTP 803 (horizontales).

### 7.2.1. Encofrados verticales de pilares

Aunque antiguamente estos encofrados se hacían de madera, actualmente son prefabricados metálicos y de madera debido al coste y menor cantidad de usos de la madera. Los encofrados para pilares son semipesados, pudiendo ser transportados por operarios sin ningún problema. La configuración habitual es de un bastidor metálico con la piel de madera o chapa (donde recaerá el hormigón). Tienen una pieza de arranque y se ensamblan entre sí según cada casa comercial.

Actualmente los encofrados para pilares serán modulares de contrachapado fenólico o metálico. Un módulo medirá generalmente 3 metros de alto por 50 centímetros de ancho, pero estas medidas no son únicas, las habrá más pequeñas y más grandes. El hecho que los módulos estén forrados con un acabado fenólico o con daraluminio (nunca aluminio sin tratar).

Hasta ahora se ha hablado de pilares cuadrados, en el caso de los pilares cilíndricos, los encofrados pueden ser de cartón, que, aunque solo tengan un uso, puesto que para el desencofrado se rompe el cartón, son muy económicos; de fibra de vidrio, que tendrían hasta 100 usos; o metálicos, con un sistema similar a los encofrados modulares planos explicados anteriormente.

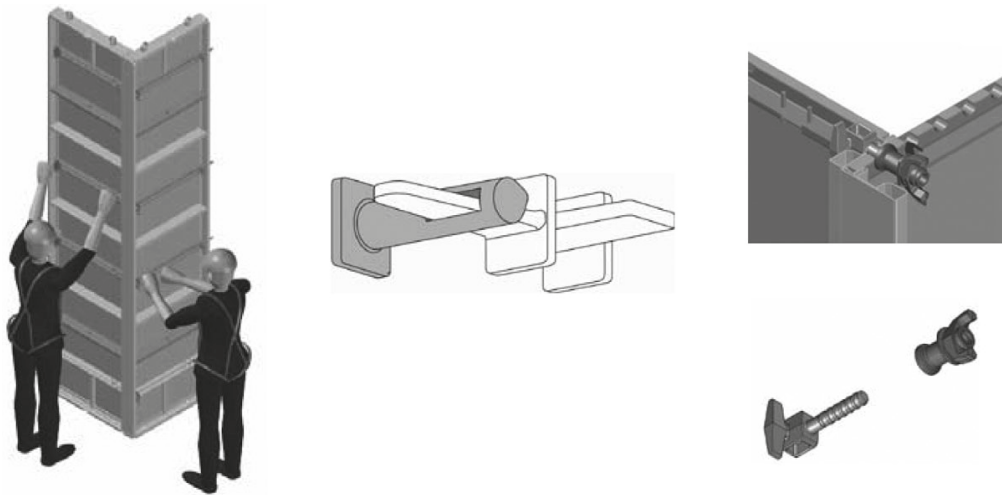
Para su montaje, básicamente se seguirán cuatro fases (NTP 835):

- Fase 1: traslado de los paneles a la ubicación definida para el montaje.

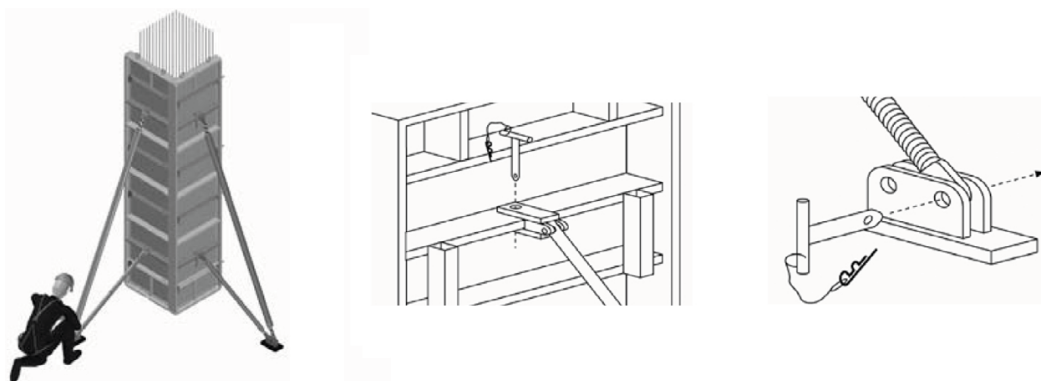


- Fase 2: colocar un panel perpendicular al otro (en L) en su posición definitiva encarando el canto con los orificios de los paneles interiores donde se van a introducir los tetones. Introducción de los tetones en los orificios del panel para tal fin, según las medidas del pilar y atado con las tuercas. Deben emplearse exclusivamente los elementos de unión previstos por el fabricante.





- Fase 3: colocación de los cabezales del estabilizador, los tensores y la base del estabilizador según plano de montaje. Amarrado de las bases estabilizadoras utilizando tacos de fijación y comprobación del correcto posicionamiento de los tensores. Ferrallado si no se ha realizado este proceso previamente.



- Fase 4: montaje del otro conjunto L tal y como se ha indicado y uniendo el resto de paneles con los tetones y las tuercas, tomando como base las dos caras montadas hasta el momento y según las medidas del pilar. Tras esto, hormigonado del pilar.



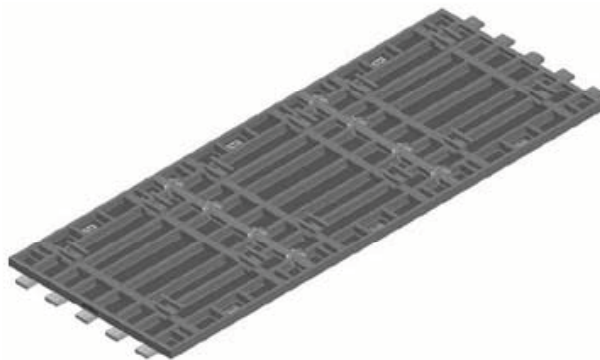
Figura 7.1. Encofrado de pilares. Fuente: encofrados.org

### 7.2.2. Encofrados verticales de muros

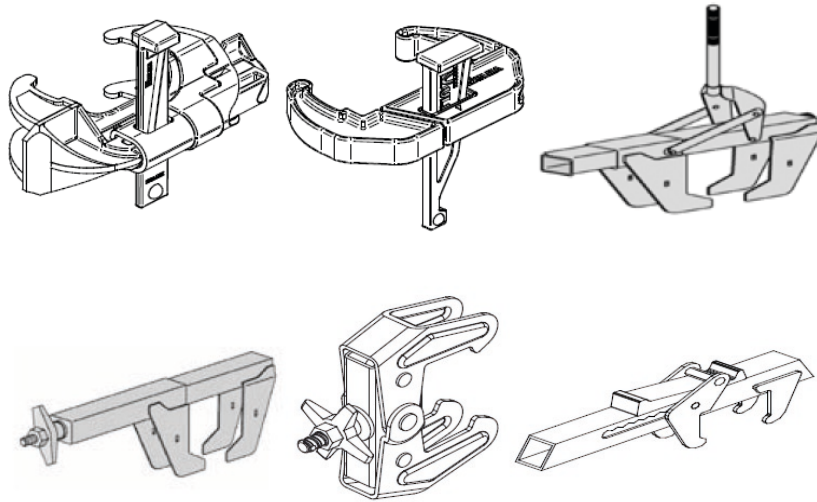
Cuando se encofren muros, generalmente serán para contención de tierras, para muros pantalla o también para muros donde el hormigón quedará visto. En los encofrados de muros se diferenciarán dos tipos: los encofrados modulares y los encofrados perdidos.

El sistema modular para muros será muy similar al de los pilares, con un bastidor metálico y una piel de madera, fenólico o aluminio tratado. Debido a sus dimensiones (siempre variables) pero mayores que la de los pilares, su traslado se realizará mediante una grúa. Las fases según la NPT 835 serán las siguientes:

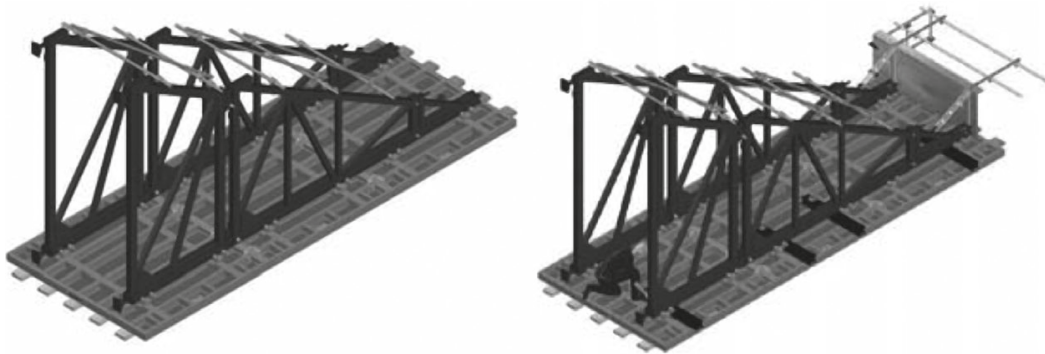
- Fase 1: después de trasladar los paneles a la zona definitiva de montaje, se apoyarán los mismos con los fondillos y se unirán con grapas.



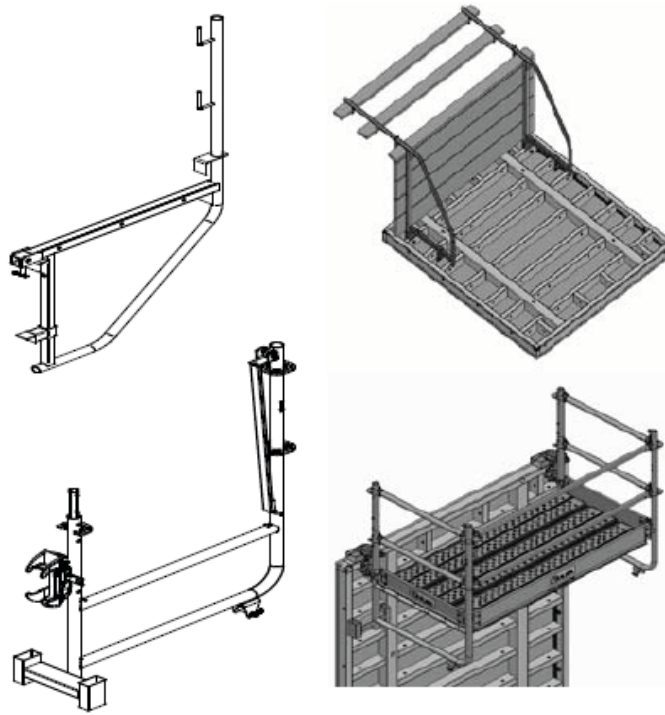
Las grapas siempre serán las que recomiende el fabricante. Generalmente, se encontrarán estos tipos de grapas:



- Fase 2: unión de los paneles con los arriostramientos manteniendo la distancia a la base del encofrado. Durante esta fase se colocará si lo requiere, la plataforma de trabajo en la parte superior.



Algunos tipos de ménsulas para trabajar sobre el muro serían los siguientes:

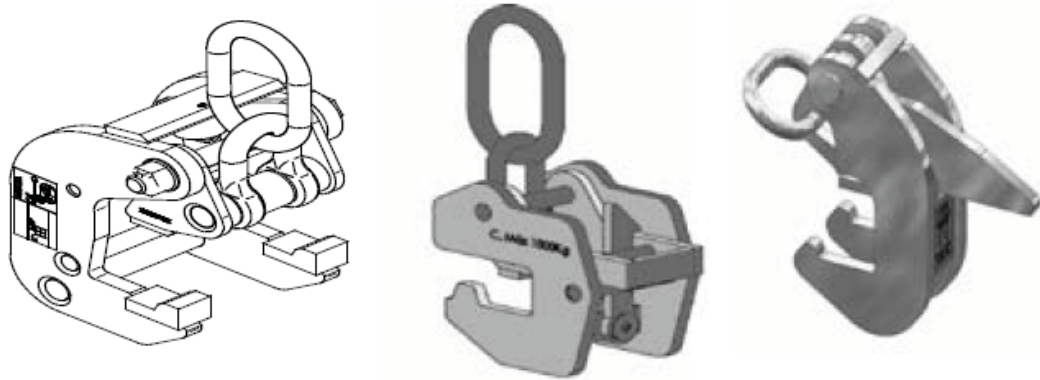


- Fase 3: izado, nivelado del encofrado y vertido del hormigón.

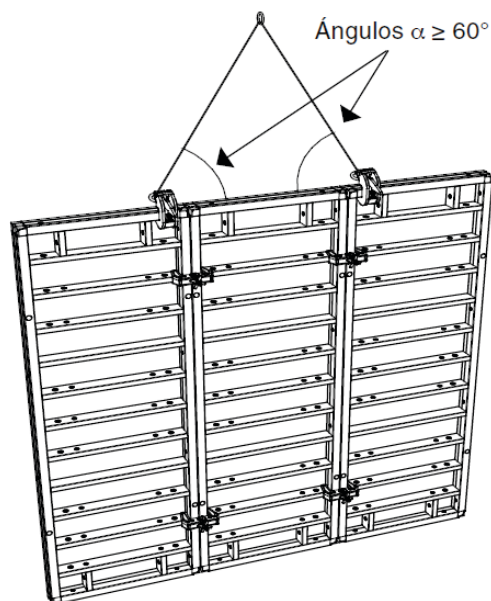


Las cargas que transmite el hormigón en este tipo de muros son muy grandes, por lo que se verificará que todo está bien sujeto, unido entre sí y se seguirán las especificaciones del fabricante en cuanto a su montaje.

Para la elevación de estos módulos, existen tipologías generales de ganchos:



También se debe tener en cuenta la forma de elevación, y esta es la única correcta:



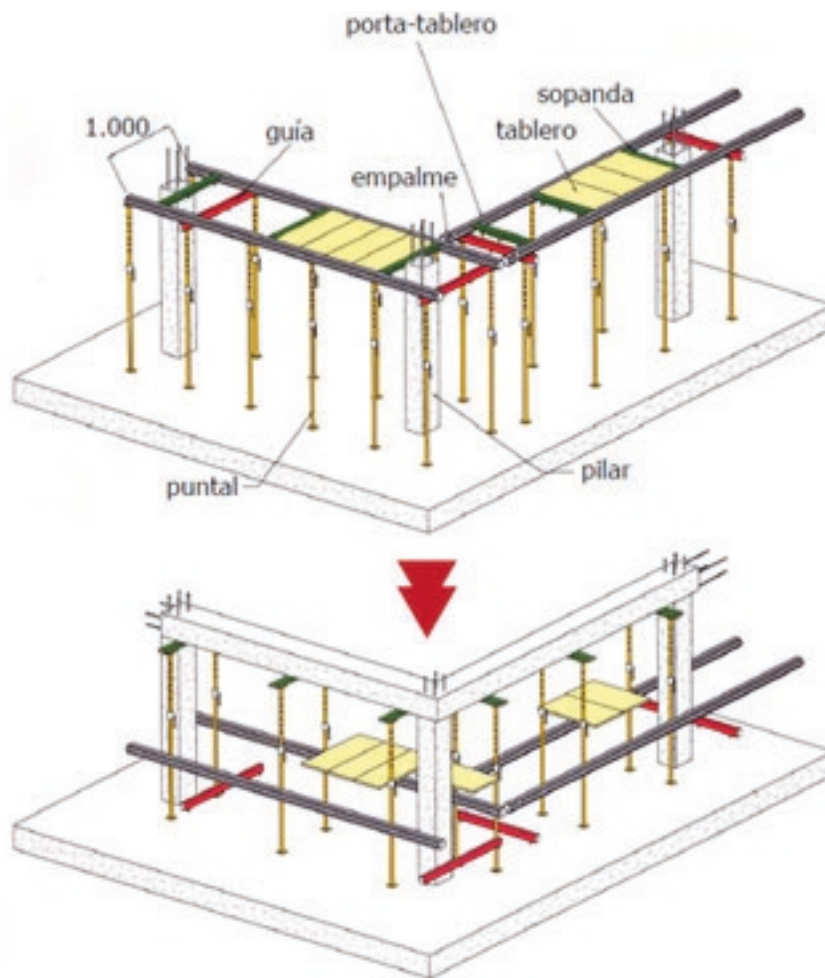
El encofrado a dos caras supone el mismo montaje que a una cara. La correcta ejecución garantizará que el espesor del muro no varíe de la base a la cúspide del mismo.

Por otra parte, los encofrados perdidos podrán ser de dos tipos: la propia tierra o muros hechos a propósito mediante ladrillos cerámicos para limitar el volumen

de hormigón que se verterá. Se denominan perdidos porque aun realizando una función, nunca van a ser visibles.

### 7.2.3. Encofrados horizontales de vigas y jácenas

Para encofrar vigas, jácenas o zunchos, la transmisión de fuerzas se realizará mediante sopandas, guías y puntales. La sopanda o perfil cerrado, es en la que se apoyan los tableros quedando encajados. La guía es la encargada de formar las calles y en sus alojamientos correspondientes colocaremos las sopandas sustentadas por puntales. Una vez realizado esto, se montará el encofrado de la viga y tras colocar la armadura se verterá el hormigón.



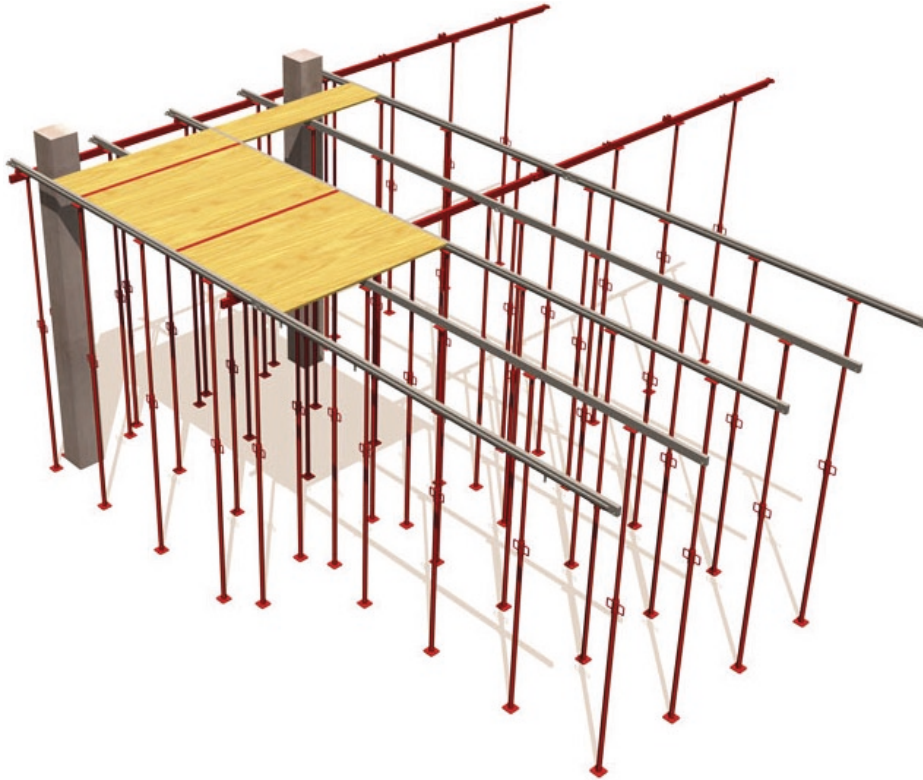
### 7.2.4. Encofrados horizontales totales

El encofrado total tendría el mismo funcionamiento que la jácena, pero en un plano mayor.

Sus partes serían las siguientes:



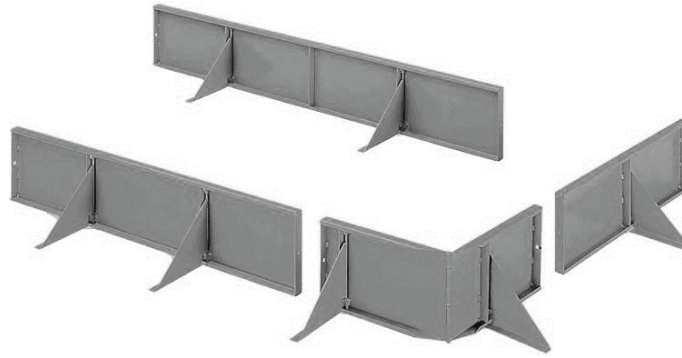
1. Tablero: apoyo de todos los elementos y que absorbe la todas las cargas.
2. Sopanda: sustenta los tableros y transmite las cargas a los puntales.
3. Puntales: actualmente, elementos metálicos que trabajan a compresión y distribuyen las cargas puntualmente desde las sopandas a los durmientes.
4. Durmientes: elementos que se encuentran en la parte inferior en contacto con el terreno, otro forjado, etc., y que absorben y distribuyen las cargas. Generalmente son tablones de madera.



### 7.3. Tabica o parapastas

Las tabicas o parapastas son paramentos que delimitan el elemento a construir. Pueden ser de madera o de metal. Su colocación depende de la pericia del operario, pero deben garantizar un canto firme del hormigón. Se sustentan de muchas formas e incluso existen parapastas modulares. En obra, se siguen observando tabicas de madera que se sustentan mediante tornapuntas clavados a las tablas.





#### **7.4. Herramientas y medios auxiliares para la realización de encofrados**

Los medios auxiliares que se pueden emplear en las labores de realización de encofrados verticales son:

- Andamios de borriquetas
- Andamios tubulares
- Cadenas, estrobos y eslingas
- Castilletes/torretas de hormigonado
- Escaleras de mano
- Escaleras tubulares
- Ganchos y mordazas
- Puntales
- Tensores
- Manguera y tubería para vertido de hormigón

La maquinaria y equipos que se puede emplear en la ejecución de encofrados verticales es:

- Camión con grúa autocargante
- Grúa móvil autopropulsada
- Grúa torre
- Plataformas elevadoras móviles de personal
- Bomba hormigón
- Camión hormigonera
- Grupo eléctrico
- Sierras circular o tronadora
- Vibrador
- Dobladora
- Soldadora
- Cubo hormigonado
- Herramientas manuales

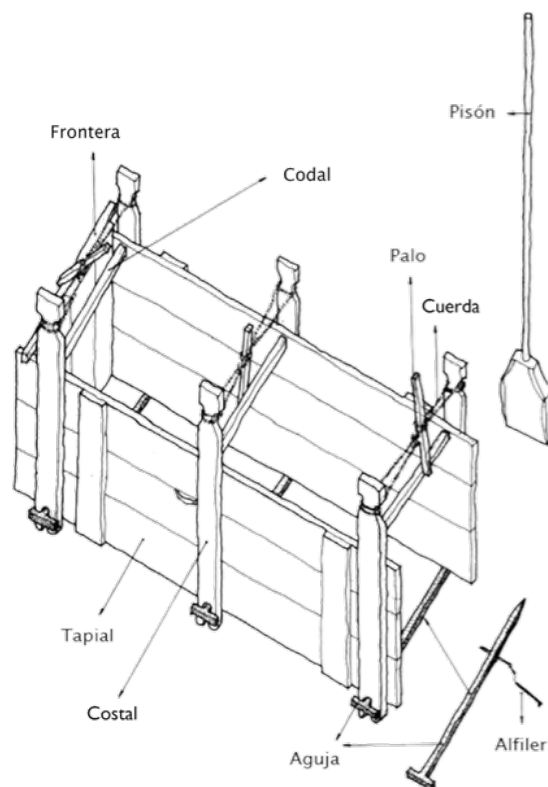
## 7.5. Encofrados tradicionales

### 7.5.1. El tapial

La técnica del tapial debe su nombre a las tablas o encofrados que crean los bloques de tierra apisonada para la construcción de muros. Sus partes fundamentales son las siguientes:

- Tablas longitudinales de madera de 2 a 3 metros de longitud y de 60 a 90 centímetros de anchura para encofrar durante el proceso de apisonado.
- Tablas de encofrado frontal, del mismo material y características que las longitudinales, pero de 60 a 80 centímetros de longitud. Son las que darán el grosor total del muro. Las tablas longitudinales y frontales determinan el tamaño y la longitud de cada bloque de tapia.
- Las otras partes fundamentales para un tapial son los codales, los costales y las agujas.

El primer paso para hacer un muro de tierra apisonada era excavar los cimientos y rellenarlos con mampostería hasta que el suelo quedara uniforme. Los tablonces de madera se colocaban sobre las agujas y se fijaba a ellos toda la estructura mediante los costales, los codales y las cuerdas. A continuación, se vertía la tierra. Después de apisonar la tierra para compactar las capas, el encofrado podía retirarse y colocarse en la siguiente parte del muro.



### 7.5.2. Los revoltones de yeso

Los revoltones se utilizaban en las estructuras de madera para cubrir el espacio entre dos vigas de soporte. Había dos tipos de bóvedas de yeso. Una de ellas se construía con un encofrado hecho *in situ* con pequeñas tablas de madera para dar forma a la bóveda poligonal. El encofrado cubría el hueco entre las vigas y se rellenaba con yeso y áridos de calidad media. Este se nivelaba con la parte superior de las vigas (a menudo troncos cilíndricos) para formar una superficie uniforme. Como el yeso se endurecía rápidamente, el encofrado podía desplazarse para continuar con los revoltones para rellenar el resto de las vigas. El tamaño del encofrado dependía de la cantidad de yeso utilizada en un lote y de la longitud de las vigas.

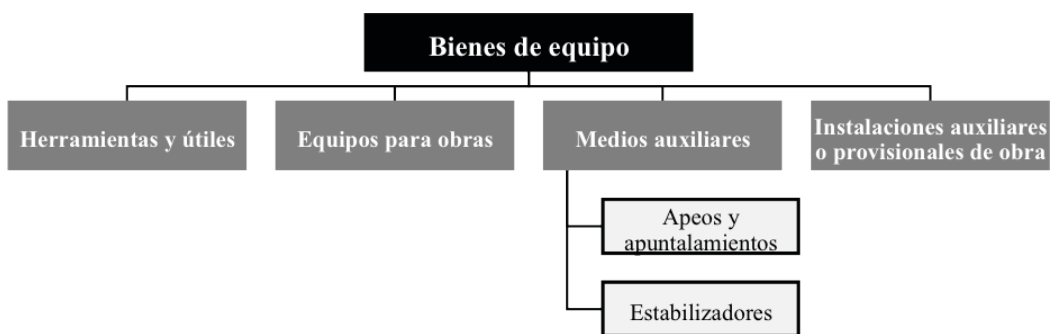


Figura 7.2. Encofrado de revoltones en una vivienda tradicional de Vilafranca

# Tema 8. Medios auxiliares: Apeos

## 8. MEDIOS AUXILIARES: APEOS

### 8.1. Introducción



Un apeo es un sistema de sujeción provisional con armazones de un edificio, terreno o de elementos estructurales que los forman, para dar estabilidad y evitar hundimientos. Un apuntalamiento es un sistema compuesto por una serie de puntales o postes que actúan en conjunto destinados a asegurar y ofrecer sostén a estructuras; por lo general son transitorios y se emplean en casos de inestabilidad estructural hasta la reparación o demolición.

Los principales materiales para la construcción de apeos son la madera, el metal y las fábricas de ladrillo. Se debe destacar su uso provisional y muchas veces imprevisto, por lo que se utilizará generalmente la madera, los tubos de acero y en ocasiones más puntuales las fábricas de ladrillo.

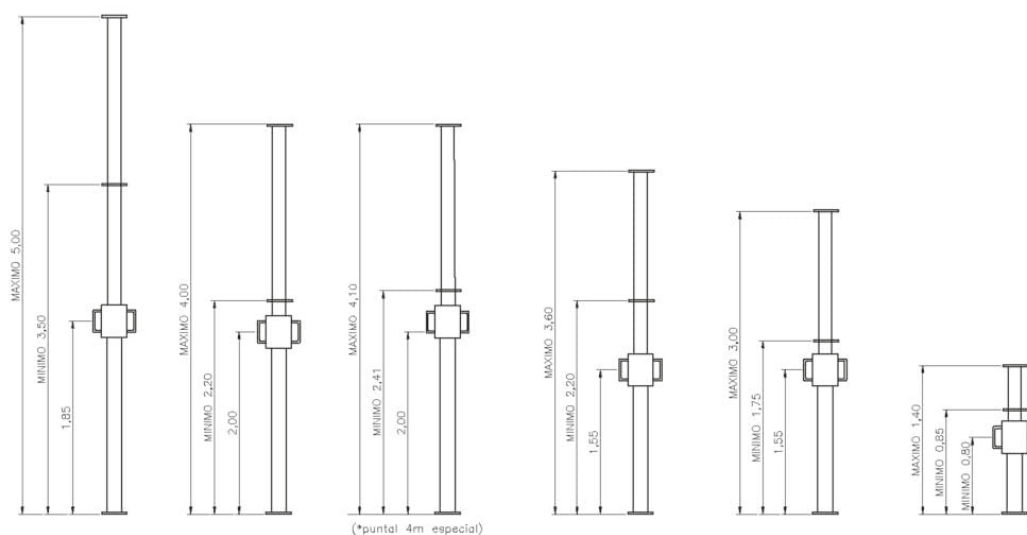
De forma general, cuando se necesite realizar un apeo hay que tener en cuenta las anomalías en los elementos que conforman la estructura del edificio. Estos pueden indicar pistas para identificar las lesiones: grietas, fisuras, flechas en las vigas o dinteles, pérdida del equilibrio estático o dinámico, etc.

Para poder sofocar estos problemas se debe diagnosticar la patología o lesión y actuar con rapidez eligiendo el sistema idóneo para evitar que los materiales o los elementos estructurales sigan sufriendo. Como jefes y jefas de la ejecución de las obras, no todas las soluciones tienen la misma estimación en tiempo y coste. Se debe solucionar la patología atendiendo siempre a estas dos variables y a la integridad del edificio.

## 8.2. Apuntalamientos

Como ya se ha dicho, un apuntalamiento es un sistema compuesto por una serie de puntales o postes que actúan en conjunto destinados a asegurar y ofrecer sostén a estructuras; por lo general son transitorios y se emplean en casos de inestabilidad estructural hasta la reparación o demolición.

Lo primero que va a venir a la mente de cualquiera va a ser lo que se conoce como puntal telescópico. Este tipo de puntales están conformados por dos tubos de acero que acoplan uno con otro. En los extremos tienen una placa cuadrada para mayor apoyo y sustento de los elementos a apelar. El tubo estrecho, tiene orificios equidistantes para colocar un pasador. Una vez colocado el pasador, en el extremo del tubo más ancho tiene una rosca dotada con asas para poder enroscar hasta que haga tope el pasador. La disposición de los orificios hace que se pueda elevar a distintas alturas. No obstante, existen puntales entre 1 y 3,5 metros. Se debe tener en cuenta que un puntal de 3 metros se puede desplegar hasta casi 6 metros. Los más habituales son los de color verde, extensibles desde 1,65 hasta 3 metros.



Más allá de los puntales telescópicos, cada parte de un sistema de apeo tiene una nomenclatura, unas particularidades que se deben conocer para actuar en función de las características del elemento que se debe apelar.

### 8.2.1. Tipos de apeos

Hay que tener en cuenta que cualquier elemento constructivo es susceptible que en un determinado momento deba ser apeado. Sin embargo, se pueden distinguir algunos sistemas constructivos o partes de los edificios que son más recurrentes en cuanto a ser apeadas:

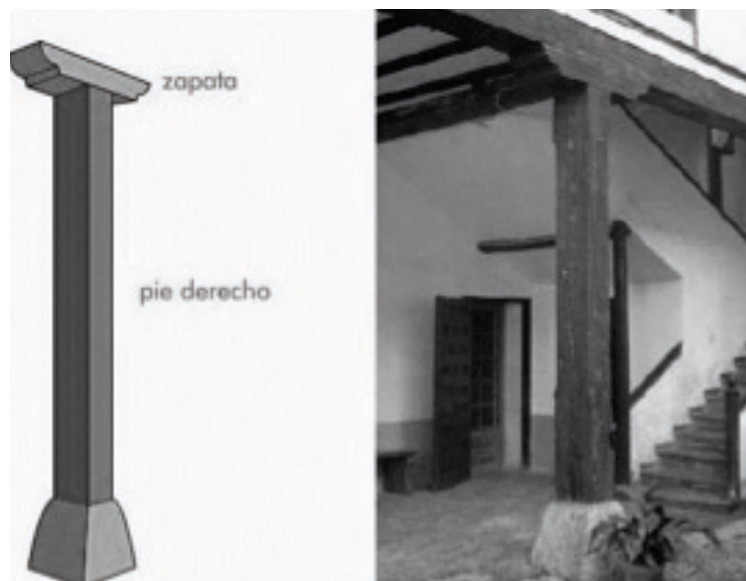
- Huecos de muros, en todas sus variantes. Arcos, dinteles, interiores, exteriores, etc.
- Elementos horizontales en todas sus variantes: forjados, vigas, jácenas, etc.
- Muros: de cualquier tipología. Muros de mampostería, muros de hormigón, fábricas, etc.
- Medianeras
- Entibaciones

Del mismo modo que se puede generalizar en cuanto a los elementos a apea, las formas de los apeos también están estandarizadas en elementos verticales, elementos horizontales y elementos oblicuos. A continuación, se muestra una serie de vocabulario relacionado con la forma y una serie de técnicas que serán útiles a la hora de apea un edificio.

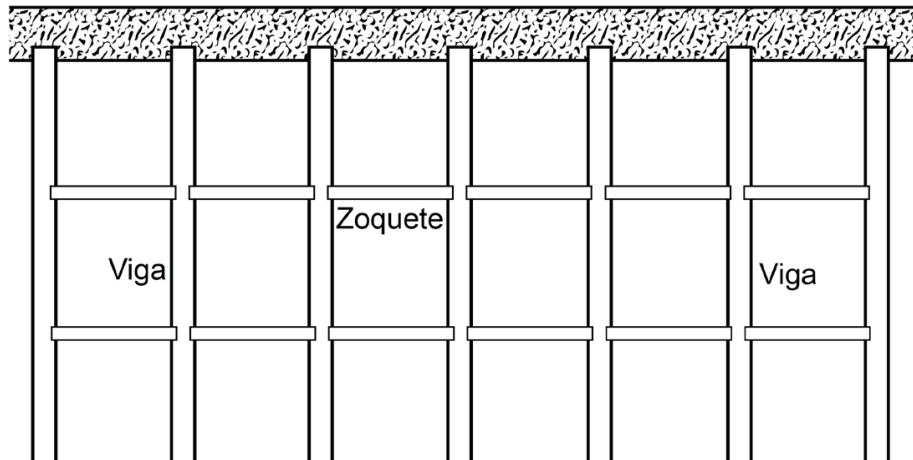
### 8.2.2. Vocabulario

Puntal: piezas colocadas verticalmente, de sección cuadrada, rectangular o circular en madera o hierro. En el caso de ser de madera, se denomina rollizo por ser de sección circular y es capaz de transmitir cargas en posición vertical.

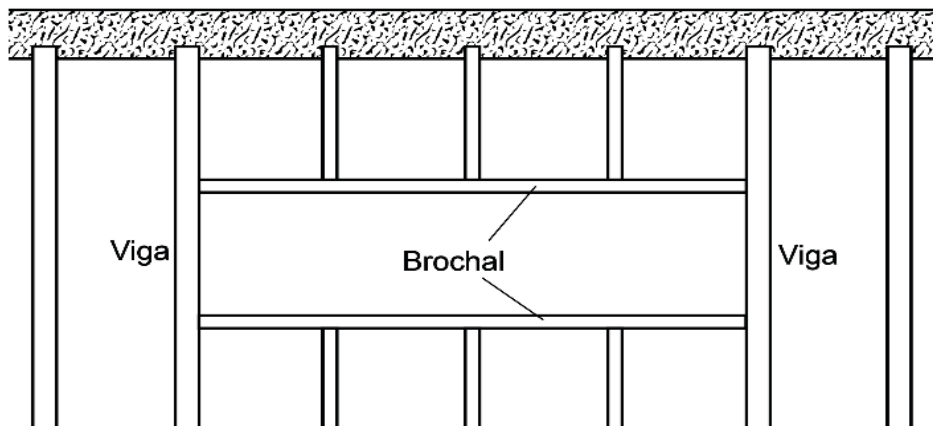
Pie derecho: elemento vertical que sirve de apoyo a una viga.



- Virotillo: pieza de las mismas características que el pie derecho, pero más corto.
- Zoquete: pieza que rigidiza elementos horizontales.

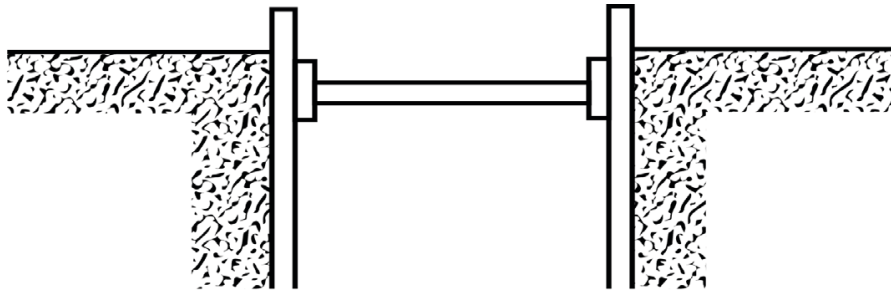


- Brochal: barra o viga de un forjado que sirve de apoyo a otros elementos del mismo forjado, y forma una abertura en este.

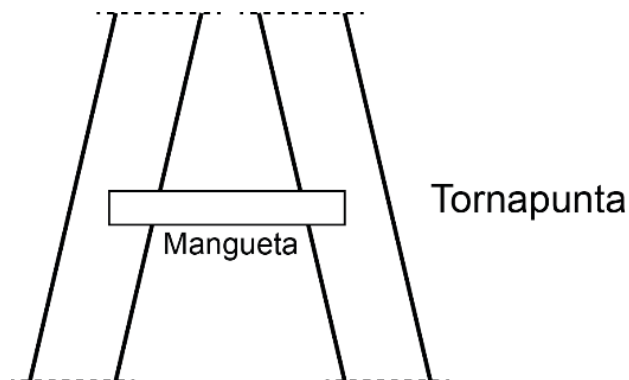


- Codal: elemento auxiliar de madera o metal atravesado horizontalmente entre dos elementos constructivos o entre las dos paredes de una excavación para soportar las presiones laterales.

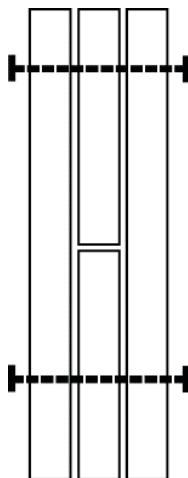




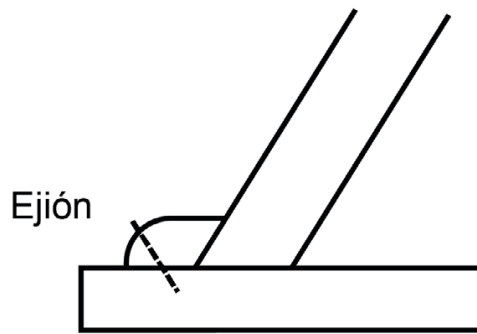
- Mangueta: pieza que une dos o más tornapuntas. También se puede denominar abrazadera y puede ser articulada o fija.



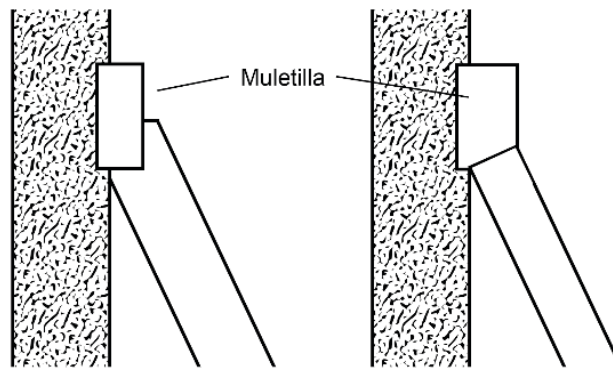
- Mechinal: agujero dejado o practicado en un muro o pared para meter en él las cabezas de vigas o provisionalmente los maderos que forman un andamio.
- Encepado: forma de unión de tablones que constituyen una pieza de apuntalamiento o apeo.



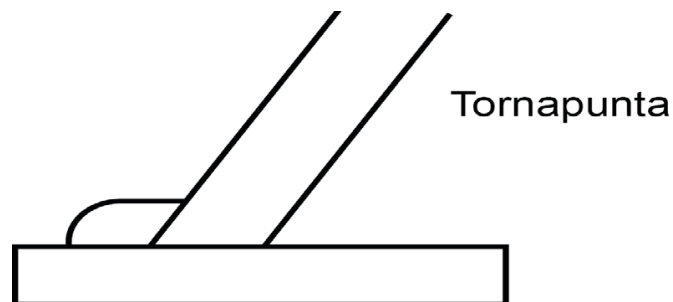
- Eji3n: tope para absorber los empujes inclinados.



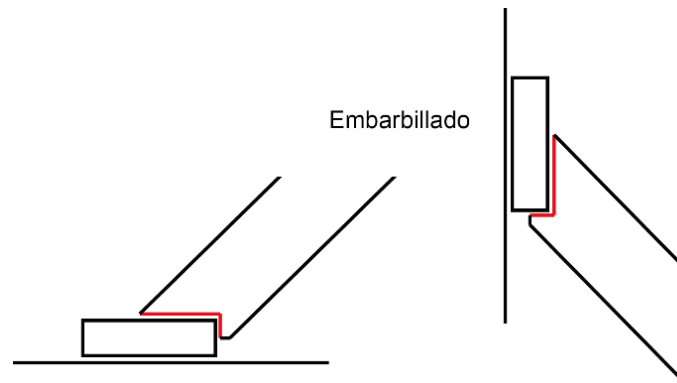
- Ménsula: apoyos fuera de la pieza donde se produce la reacci3n.
- Brida o braga: pieza metálica para unir o encepar varios tablones que constituyen un elemento de apuntalamiento o apeo.
- Muletilla: pieza colocada en la parte superior de la tornapunta, con la misi3n de unir esta pieza con el muro que transmite la carga.



- Jabalc3n o tornapunta: son piezas que se colocan inclinadas para soportar los esfuerzos de compresi3n que, a trav3s de ellas, se transmiten al terreno o a un nivel inferior las cargas.



- Durmientes: piezas escuadradas que descansan sobre el piso y reparten sobre este las cargas que reciben directamente de los elementos verticales o inclinados del apeo.
- Embarbillado: corte que se hace en la madera para que encaje con otra pieza.



### 8.3. Cimbras

Una cimbra es un armazón de madera, metálico o de otro material, que sostiene provisionalmente el peso de un arco, bóveda o cualquier otra estructura, durante su proceso de construcción. De forma general, una cimbra necesitará un apeo o apuntalamiento para sostenerse.

Se trata de un medio auxiliar que puede servir tanto en obra nueva para sostener otros elementos hasta que cojan fuerza (por ejemplo, en la construcción de un arco) o en una intervención de urgencia o rehabilitación, cuya misión sería sostener algún elemento hasta que se haya desmontado o reforzado para que sea estable por sí mismo.



Figura 8.1. Cimbra de una bóveda en la aldea de Saranyana

### 8.3.1. Tipos de cimbra

- Cimbras de ladrillo: cuando se trata de arcos de ladrillo para la formación de puertas, ventanas, las cimbras se pueden hacer de ladrillo. A tal fin se utiliza una tabla de la misma longitud que la luz del arco. Dicha tabla se introduce entre las paredes o pilares que sirven de estribo y se apuntala.
- Cimbras de madera: se utilizan con bastante frecuencia según las dimensiones del arco o la bóveda, la forma que estas presentan y la carga que hayan de soportar. Por lo general, las cimbras de madera se componen de dos o más cuchillos, unidos entre sí por medio de correas y un entablado.
- Cimbras especiales: pueden quedar comprendidas dentro este grupo aquellas cimbras que se ejecutan para soportar formas especiales. Para muchas de ellas el trabajo de moldeado es más importante que el trabajo de colocado, y el proyecto de las mismas debe hacerse estudiando perfectamente todos los detalles. En general tiene un coste muy elevado, dado que se necesita contar con carpinteros especializados en este tipo de trabajo.
- Cimbras rodantes: cuando tiene que efectuarse en una obra el colado de una serie de elementos iguales, tanto en sección como en longitudinales, se utilizan comúnmente las cimbras de tipo rodante. La cimbra rodante es muy útil en la ejecución de una serie de trabajos durante la construcción. En todos ellos, en lugar de cimbras, toda la superficie por cubrir se construye a modo de una sección solamente, la cual es montada sobre camiones, carros o estructuras horizontales, que permite así su deslizamiento.

### 8.3.2. La cimbra en la construcción tradicional

Las cimbras son medios auxiliares basados en la resistencia y flexibilidad de la madera. Aunque los materiales hayan evolucionado, el material base para la mayoría de cimbrados sigue siendo la madera. No se puede datar el origen de las cimbras, sin embargo, se conocen los inicios del hormigón para la construcción de bóvedas y cúpulas en la época romana. Los romanos tuvieron que adaptar las cimbras para construir a encofrados para que pudiesen sustentar el hormigón sin que este sufriera muchas alteraciones después de desencofrarlo.

Por otra parte, el uso de cimbras para la construcción de puentes y acueductos, aunque tampoco tiene una datación fija, sí que se puede intuir la forma de construir antiguamente. Utilizaban ménsulas en los pilares de los puentes para poder sustentar una cimbra que soportase la construcción del arco. Del mismo modo, se utilizaron cimbras para la construcción de las bóvedas de iglesias, catedrales y ermitas, aprovechando los resortes en los muros para apoyarlas y tener una construcción segura a la vez que se ahorran la madera del apuntalamiento, en algunos casos.

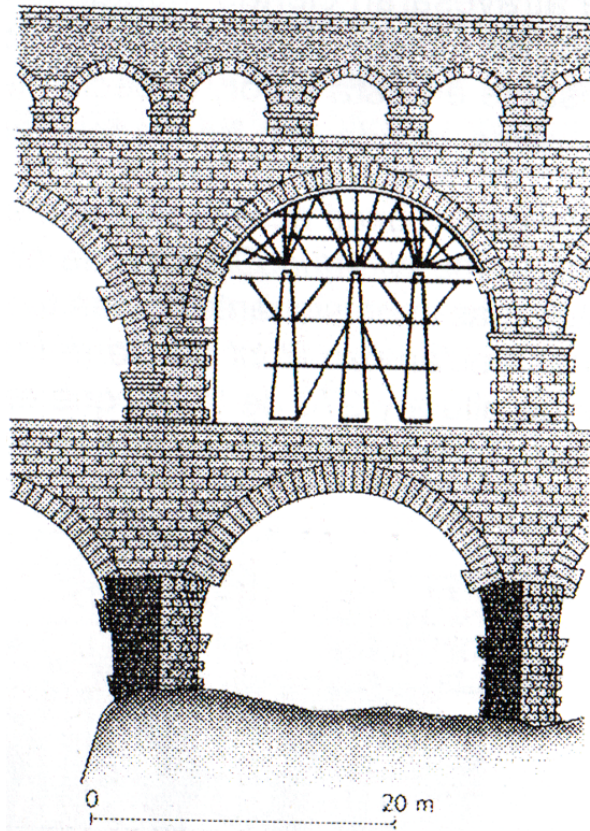


Figura 8.2. Detalle de la formación de las arcadas que componen el Pont du Gard, según Muller y Vogel.

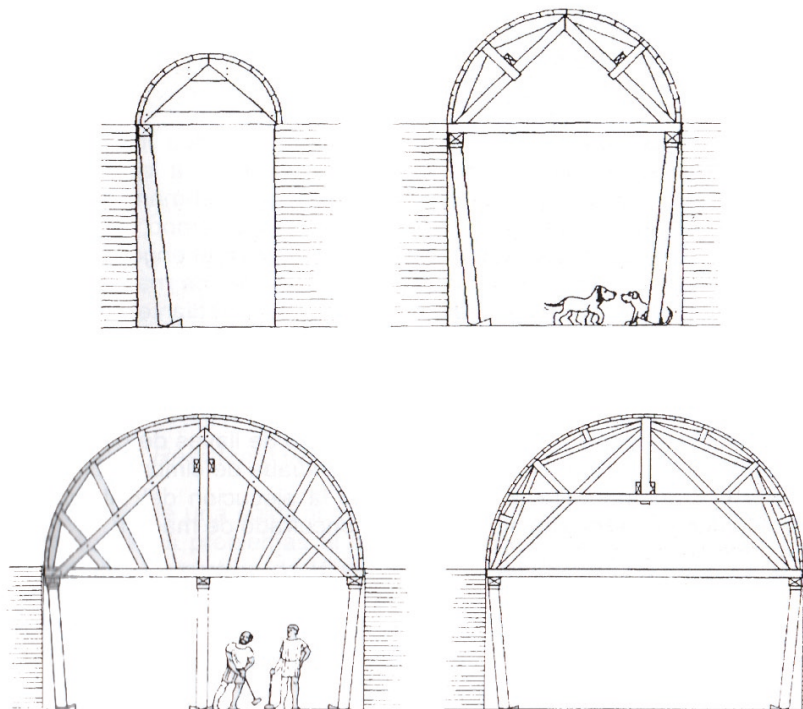


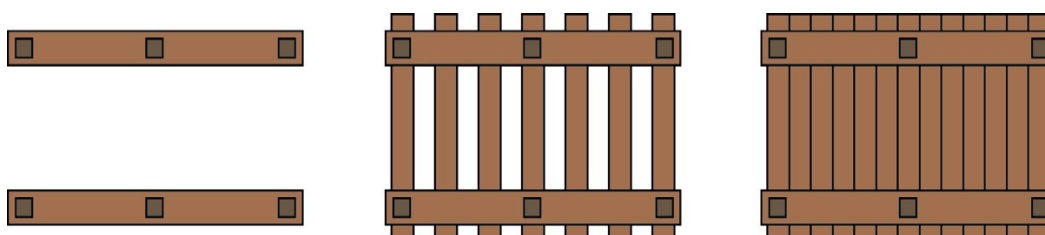
Figura 8.3. Esquemas de cimbrado para arcos y bóvedas de distinta luz, según J. P. Adam



## 8.4. Entibaciones

Las entibaciones consisten en la sujeción con revestimientos de madera de las paredes de una excavación, zanja, etc., para evitar desmoronamientos. Generalmente eran de madera, pero se pueden ejecutar mediante fábricas de ladrillo u otros materiales o tecnologías. Las tradicionales estarán compuestas por tablas de madera y en el interior de la zanja se asegurará mediante un codal que, trabajando a flexión, evitará que se derrumben las secciones excavadas.

Las entibaciones más habituales de madera son las ligeras, con dos tablas y codales; las semicujadas, con un entramado aligerado y codales; y las cuajadas, con el panel completo sin huecos sujetado mediante codales.



Actualmente y para obras de una cierta envergadura, se van a utilizar cajones de entibación o planchas y guías deslizantes.

Los cajones de entibación presentan la particularidad de que se montan en el exterior de la zanja y se introducen en el interior de la zanja durante la excavación mediante hincas o inmediatamente después de la excavación. Son habituales hasta profundidades de 4 m. A partir de esa profundidad pueden presentar problemas en su extracción debido a los empujes del terreno además de que las excavadoras más comunes trabajan cómodamente hasta esa profundidad. Profundidades superiores requieren maquinaria más potente o brazos extensibles.

A diferencia de los cajones de entibación, las planchas deslizantes presentan la particularidad de que se extraen más fácilmente debido a un menor rozamiento puesto que la geometría del conjunto no varía y que cada componente se desliza manteniéndose paralelos.



## 8.5. Estabilizadores

Un estabilizador de fachada es un medio auxiliar que impedirá el derrumbe de fachadas o lienzos verticales cuando existan situaciones como el derrumbe de un edificio, problemas en murallas históricas, etc. Se deben tener en cuenta, sobre todo en edificios con un nivel de protección que, aunque permitan la demolición interior, se deba conservar la fachada original.

Un estabilizador no previene el muro frente a esfuerzos verticales. Su función consiste en evitar que vuelque, que las acciones horizontales como el viento, por ejemplo, le afecten y pierda la estabilidad que le confería el resto de la estructura.

En una estructura estabilizadora se pueden diferenciar dos partes fundamentales: el contrapeso o lastre y la estructura metálica:

- El contrapeso se debe calcular específicamente para cada tipo de fachada y de pavimento sobre el que va a posicionarse, puesto que su esfuerzo será básicamente a compresión. Cuando se dimensiona un lastre, se debe tener en cuenta su ubicación, ya que el contexto urbanístico puede limitar su



volumen. Los contrapesos están contruidos básicamente de hormigón. Este puede ser encofrado y hormigonado en la propia obra o venir prefabricado. En algunos casos también se puede optar por contrapesos formados por un recipiente relleno con áridos.

- La estructura, generalmente metálica, aunque también se puede construir con madera, tiene la misión de limitar los esfuerzos y transmitirlos al lastre. Para entender el funcionamiento de un estabilizador, hay que volver al vocabulario básico de apeos. El muro irá cosido por ambas caras por muletillas unidas entre sí a través del muro. Se incorporarán tantas muletillas como forjados tenga el edificio en su origen. A estas se apoyará la estructura que podrá estar formada por torres tubulares similares a un andamio o perfiles metálicos.

Como jefes y jefas de obra, se debe valorar el estabilizador como un gran gasto que debe repercutirse en el proyecto de ejecución. Del mismo modo, se trata a la vez de un medio auxiliar y un elemento fundamental en cuanto a la seguridad de la obra, por lo que formará parte del estudio de seguridad y salud, y se deberá considerar para la correcta circulación en la obra.

Cuando se ejecute un estabilizador de fachada, se deberá tener en cuenta los huecos que posee la misma, y en el caso de observar patologías o entender que existe un riesgo de colapso, estas se deben cimbrar y apuntalar para dar mayor estabilidad al elemento. De igual forma, es importante no retirar elementos de fachada como las viguetas de madera que se puedan cortar en los forjados de un derribo. No se deben crear puntos débiles hasta que la fachada esté reforzada con una estructura portante.

Algunas consideraciones a tener en cuenta:

- Las muletillas se colocarán antes del derribo del interior del edificio.
- No se podrá utilizar la propia fachada como encofrado del lastre.
- Se debe dejar paso bajo el estabilizador (con las pertinentes medidas de seguridad) o indicar el desvío del tránsito peatonal.
- No es necesario que el lastre sea de una pieza. Se puede dividir en varios bloques si el cálculo de la estructura o la disposición en la calle lo permite.
- Los anclajes no tienen que ser totalmente rígidos o no en toda la estructura. Se debe tener en cuenta que debe absorber los movimientos, pues rigidizar la estructura puede ir en contra de la estabilidad del edificio.

Para el montaje de un estabilizador va a ser necesario un minucioso estudio previo, tanto del entorno como del propio edificio. Se debe estudiar las alturas del edificio, el ancho de calle, la pendiente del vial, el ancho de muros, los huecos, las patologías, etc. Se debe incluir en la planificación de la obra, ya que, si se trata de una obra larga, el estabilizador deberá tener un mantenimiento para observar que todas las uniones y los lastres están en buen estado. Un estabilizador siempre deberá estar sujeto a medidas de seguridad y salud estrictas.



Figura 8.4. Estabilizador de un edificio en Ferrol. Autor: Juan Oliver García

## 8.6. Técnicas constructivas y ejecución de apeos

- Apeos de huecos: cuando se observen patologías o se tenga la certeza de la pérdida de estabilidad de un hueco, se va a proceder a su apeo mediante cruces de san Andrés, recorriendo previamente todo el perímetro del hueco. Se debe tener en cuenta que los principales problemas pueden provenir del dintel, pero también puede haber pandeo en las jambas del hueco. Se debe realizar el apeo en sentido contrario del esfuerzo.
- Apeos en muros: los principales problemas en muros, ya sean fachadas u otro tipo de muro, vendrán dados por rotaciones, aplastamientos, pandeos, grietas, etc. Generalmente, serán esfuerzos que hagan perder la verticalidad del elemento, y serán esfuerzos laterales. En este caso se recurrirá a tornapuntas que se apoyen de forma acodalada al elemento vertical y a durmientes encajados en el suelo.
- Apeos de pilares: es un sistema parecido al de los muros, pero en lugar de utilizar muletillas, se utilizará un collarín instalado en la parte superior del pilar. Después se estabilizará el pilar mediante tornapuntas.
- Apeos de forjados, viguetas, zunchos, etc.: se colocarán durmientes en el suelo de cada planta y sobre ellos los puntales. En la parte superior se colocarán sopandas en sentido perpendicular a las vigas o viguetas que se apeen. El apeo se empezará por la planta baja hasta la parte superior del edificio.

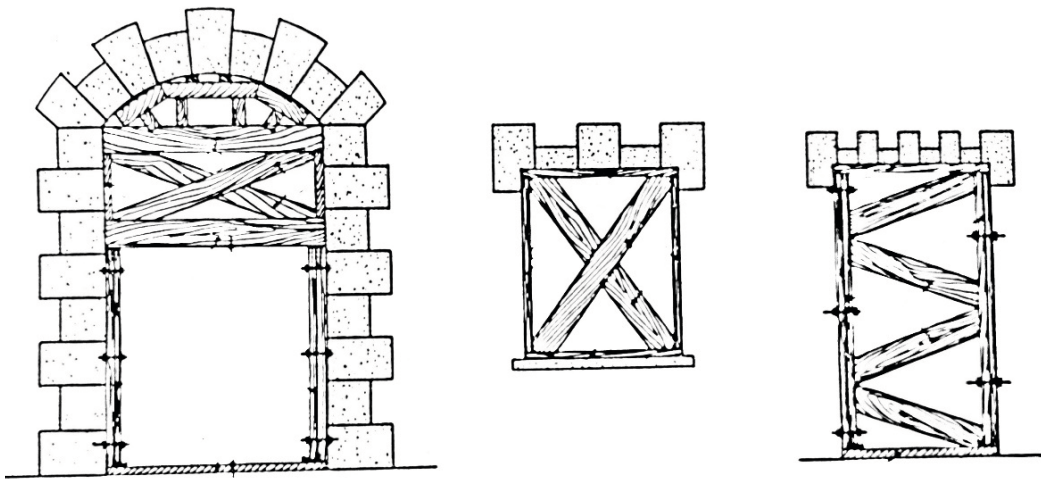


Figura 8.5. Apeo en el palacio de Betxí





Figura 8.6. Apeo circunstancial en Vallibona



Figura 8.6. Apeo en el castillo de Herbers

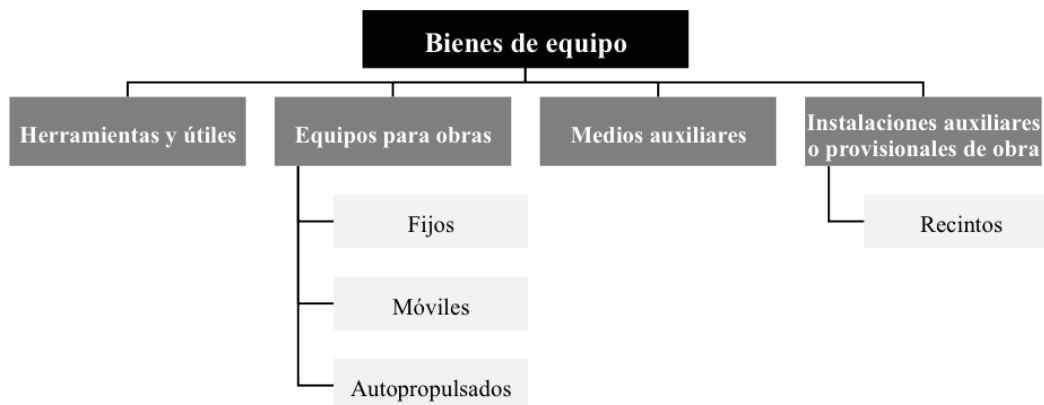


# Tema 9. Maquinaria para el hormigonado

## 9. MAQUINARIA PARA EL HORMIGONADO

### 9.1 Introducción

Para la fabricación de hormigón se actúa de dos formas eminentemente diferenciadas: la fabricación en obra y la fabricación en plantas especializadas. Por lo tanto, en primer lugar, se diferenciará entre equipos para obra fijos, móviles y autopropulsados. Hay que tener claro que una opción no descarta otra. Una planta de hormigón puede estar situada en el recinto de la obra, teniendo una delimitación específica para no obstaculizar el correcto tránsito de las diferentes personas y equipos en la obra.



También se debe tener en cuenta que el hormigón tiene un proceso en el cual siempre actúan equipos de obra:

1. Confección o amasado
2. Transporte
3. Puesta en obra

4. Vibrado
5. Curado

Estas fases siempre o casi siempre estarán presentes, aunque la distancia entre confección y vertido sea mayor o menor, se amase en obra o en central, etc.

En cuanto al marco normativo que aplica a este apartado, la principal herramienta era la EHE08. En su apartado 71 (Elaboración y puesta en obra del hormigón) se hablaba de algunos temas relacionados con la fabricación y puesta en obra del hormigón. Actualmente, el Real Decreto 470/2021, de 29 de junio, por el que se aprueba el Código Estructural es quien marca estas directrices. Sin embargo, se encuentran grandes similitudes en su contenido.

A continuación, se pueden ver los epígrafes del artículo 71 de la EHE, ya derogados:

#### Artículo 71. Elaboración y puesta en obra del hormigón

- 7.1.1. Prescripciones generales
- 7.1.2. *Instalaciones de fabricación del hormigón*
  - 7.1.2.1. Generalidades
  - 7.1.2.2. Sistemas de gestión de los acopios
  - 7.1.2.3. Instalaciones de dosificación
  - 7.1.2.4. *Equipos de amasado*
- 7.1.3. *Fabricación del hormigón*
  - 7.1.3.1. *Suministro y almacenamiento de materiales componentes*
    - 7.1.3.1.1. Áridos
    - 7.1.3.1.2. Cemento
    - 7.1.3.1.3. Adiciones
    - 7.1.3.1.4. Aditivos
  - 7.1.3.2. Dosificación de materiales componentes
    - 7.1.3.2.1. Criterios generales
    - 7.1.3.2.2. Cemento
    - 7.1.3.2.3. Áridos
    - 7.1.3.2.4. Agua
    - 7.1.3.2.5. Adiciones
    - 7.1.3.2.6. Aditivos
  - 7.1.3.3. *Amasado del hormigón*
  - 7.1.3.4. Designación y características
- 7.1.4. *Transporte y suministro del hormigón*
  - 7.1.4.1. *Transporte del hormigón*
  - 7.1.4.2. *Suministro del hormigón*
- 7.1.5. *Puesta en obra del hormigón*
  - 7.1.5.1. *Vertido y colocación del hormigón*
  - 7.1.5.2. *Compactación del hormigón*
  - 7.1.5.3. Puesta en obra del hormigón en condiciones climáticas especiales
    - 7.1.5.3.1. Hormigonado en tiempo frío
    - 7.1.5.3.2. Hormigonado en tiempo caluroso
  - 7.1.5.4. Juntas de hormigonado
- 7.1.6. *Curado del hormigón*



En comparación, se pueden observar los artículos vigentes del Código Estructural:

## Artículo 51. Fabricación y suministro del hormigón

### 5.1.1. Prescripciones generales

#### 5.1.1.1. Consideraciones adicionales para hormigones especiales

### 5.1.2. *Instalaciones de fabricación del hormigón*

#### 5.1.2.1. Generalidades

#### 5.1.2.2. Sistemas de almacenamiento y gestión de los acopios

##### 5.1.2.2.1. Cemento

##### 5.1.2.2.2. Áridos

##### 5.1.2.2.3. Agua

##### 5.1.2.2.4. Adiciones

##### 5.1.2.2.5. Aditivos

#### 5.1.2.3. Instalaciones de dosificación

##### 5.1.2.3.1. Cemento

##### 5.1.2.3.2. Áridos

##### 5.1.2.3.3. Agua

##### 5.1.2.3.4. Adiciones

##### 5.1.2.3.5. Aditivos

#### 5.1.2.4. *Equipos de amasado*

#### 5.1.2.5. Control de producción

### 5.1.3. *Fabricación del hormigón*

#### 5.1.3.1. *Suministro de materiales componentes*

#### 5.1.3.2. Dosificación de materiales componentes

##### 5.1.3.2.1. Criterios generales

##### 5.1.3.2.2. Cemento

##### 5.1.3.2.3. Áridos

##### 5.1.3.2.4. Agua

##### 5.1.3.2.5. Adiciones

##### 5.1.3.2.6. Aditivos

#### 5.1.3.3. Amasado del hormigón

#### 5.1.3.4. Designación y características

### 5.1.4. *Transporte y suministro del hormigón*

#### 5.1.4.1. *Transporte del hormigón*

#### 5.1.4.2. *Suministro del hormigón*

## Artículo 52. Puesta en obra y curado del hormigón y de los productos de protección, reparación y refuerzo

### 5.2.1. *Vertido y colocación del hormigón*

### 5.2.2. *Compactación del hormigón*

### 5.2.3. Puesta en obra del hormigón en condiciones climáticas especiales

#### 5.2.3.1. Hormigonado en tiempo frío

#### 5.2.3.2. Hormigonado en tiempo caluroso

### 5.2.4. Juntas de hormigonado

5.2.5. Curado del hormigón

5.2.6. Puesta en obra de los productos de protección, reparación y refuerzo

Artículo 53. Procesos posteriores al hormigonado

5.3.1. *Desencofrado y desmoldeo*

5.3.2. *Descimbrado y desapuntalado*

## 9.2. Confección o amasado

El amasado es la mezcla de los áridos (arena y grava) con el cemento, en algunos casos adiciones y/o aditivos y agua mediante medios mecánicos. La dosificación se reproducirá en una correcta resistencia para las prestaciones que se requieran.

Según el art. 51.2.1 del Código Estructural, se entenderá como central de fabricación de hormigón, el conjunto de instalaciones y equipos que, cumpliendo con las especificaciones que se contienen en los apartados siguientes, comprende:

- Almacenamiento de materiales componentes.
- Instalaciones de dosificación.
- Equipos de amasado.
- Equipos de transporte, en su caso.
- Control de producción.

En cada central habrá una persona responsable de la producción, con formación y experiencia suficiente, que estará presente durante el proceso de fabricación y que será distinta del responsable del control de producción.

Las centrales pueden pertenecer o no a las instalaciones propias de la obra.

Para distinguir ambos casos, en el marco de este código se denominará hormigón preparado a aquel que se fabrica en una central que está inscrita en el Registro Industrial según el título 4.º de la Ley 21/1992, de 16 de julio, de Industria y el Real Decreto 697/1995 de 28 de abril, por el que se aprueba el Reglamento del Registro de Establecimientos Industriales de ámbito estatal, estando dicha inscripción a disposición del peticionario y de las Administraciones competentes, que cumple con las disposiciones físicas y documentales que contempla la legislación industrial vigente y que, con carácter general, no pertenece a las instalaciones propias de la obra. Con todas estas especificaciones, el resultado es la marginación de las hormigoneras para fabricar morteros u hormigones que no tengan una función estructural.

Aun con estas especificaciones, en algunos casos el hormigón se fabrica en obra. No está prohibido hacer esto, sin embargo, se debe tener en cuenta que hay que tener un libro de registro donde se especifique la dosificación del hormigón confeccionado, así como las correcciones que se hayan aplicado a la mezcla; los proveedores de los materiales para la confección del hormigón, y los equipos y sus características empleados para fabricar la masa.

Las hormigoneras son máquinas compuestas de un chasis y un recipiente cilíndrico con aspas o varillas que se hace girar con la fuerza transmitida por un motor eléctrico, diésel o de gasolina. Existen diferentes tipologías:

### *9.2.1. Amasadora de plato*

Las amasadoras de plato o de eje vertical son más utilizadas para fabricar morteros que hormigones debido a su poca capacidad (unos 25 kg). Por estas cuestiones, su uso más habitual es en laboratorios destinados a la investigación de materiales.



### *9.2.2. Hormigonera de carretilla*

La hormigonera de carretilla tiene una configuración que se irá repitiendo en varios casos: un tambor con aspas movido por un motor eléctrico o de combustión. La principal diferencia con otras hormigoneras es que dispone de ruedas en su chasis, por lo que se puede ubicar donde mejor convenga en la obra. Tiene una capacidad de unos 90 litros, por ello es apropiada para la pequeña construcción, reformas u obras menores en general.



### 9.2.3. Hormigonera basculante

La hormigonera basculante es la más reconocible en obra. Tiene las mismas características que la hormigonera de carretilla, pero su tambor tiene opción de giro lo que facilita el vertido de la masa. Existen muchos tamaños de hormigonera basculante desde los 100 hasta los 300 litros.



Como se puede ver en la imagen, el tambor tiene la propiedad de giro de 360 grados, lo que facilita que se puedan disponer a un lado el acopio de áridos y agua y en el otro tener espacio para poder ubicar una artesa o un carro para su vaciado.

#### *9.2.4. Hormigonera de tambor horizontal*

La primera diferencia que hay entre esta hormigonera y las otras es la capacidad. De forma general, esta hormigonera tiene una capacidad para más de 300 litros de masa. Esta máquina posee una tolva junto a la estructura para la carga de áridos y un contador de agua que permite contar los litros de agua que se aporta a la masa.

El vaciado del tambor, al no ser basculante, se realiza invirtiendo el sentido de giro del cubículo de la masa, por lo que en este caso se diferenciarán, al menos en su forma, paletas o varillas de amasado y de vaciado.



#### *9.2.5. Camión hormigonera*

El camión hormigonera es un equipo que facilita la mezcla de los componentes del hormigón, así como su transporte desde la central de hormigonado hasta la obra. Las distancias siempre deberán estar calculadas para que sean



suministradas en menos de una hora, por ello las obras podrán estar situadas en un radio de acción máximo de 50-60 km. En la actualidad, la industria del hormigón preparado ha crecido tanto que se puede disponer de suministro con camión hormigonera a cualquier centro urbano que lo desee.

Este equipo tiene el chasis de un camión de dos o tres ejes de neumáticos, sobre los que se dispone una cuba en posición horizontal con una capacidad de 2 a 8 m<sup>3</sup>, la cual gira en el sentido horario de las agujas del reloj para amasar y cuando desea verter la mezcla cambia el sentido de giro, por lo que la disposición de las paletas internas de la cuba permite la extracción del interior de la cuba.

El vertido se realiza por una canaleta que es extensible para adaptarse al mayor número de posibilidades en vertidos directos o vertidos indirectos. Los vertidos indirectos son aquellos que se necesitan otros medios auxiliares como los cubilotes para el transporte del hormigón hasta el punto de la obra deseado.

Son utilizadas normalmente para todo tipo de obras, normalmente aquellas que necesitan hormigón estructural como los elementos de cimentación, soportes, vigas y forjados, así como grandes extensiones de soleras.

El uso de camiones hormigonera de pequeñas dimensiones y dos ejes de ruedas será empleado para aquellas obras cuyos accesos sean dificultosos y cuyas dimensiones del solar sean reducidas, ya que la menor distancia entre ejes mejora la movilidad.

En aquellas obras cuyas condiciones lo permita, el uso de camiones de más tonelaje reduce el coste por metro cúbico de la mezcla transportada, así como también la emisión de gases por transporte a la atmósfera.

La combinación de varios camiones hormigoneras puede ayudar a realizar un hormigonado continuo de aquellos elementos estructurales que no se daban dejar juntas de hormigonado, ejemplo muros de contención, losas de cimentación, etc.





### 9.2.6. Autohormigonera móvil

Son equipos que realizan la carga de los componentes del hormigón con una pala de carga, el amasado gracias al giro de su tambor y del transporte porque su chasis es similar al de un *dumper*. Todas son autocargables: cargan, transportan y vierten el hormigón en la propia obra. Son muy utilizadas en obras de urbanización por su gran movilidad: permite distribuir el hormigón a grandes distancias, evitando usar otros medios auxiliares para su transporte.



### 9.2.7. Central de hormigonado

Las centrales de hormigonado están pensadas y construidas para proporcionar una gran cantidad de hormigón. En primer lugar, se pueden encontrar centrales de dos tipos: fijas y móviles. Las fijas estarán ubicadas en lugares donde el acceso al árido sea sencillo (cerca de una rambla, por ejemplo). Las móviles se podrán ubicar en un recinto adecuado en la obra. En cualquier caso, deberán tener un acceso sencillo para la entrada, maniobra y salida de camiones.

También se puede distinguir entre tres modalidades de planta o central:

- Central de dosificación: solamente dosifican y el amasado del hormigón se realiza en el camión hormigonera.
- Centrales de hormigonado: se dosifican los áridos, cemento, agua, etc., y se amasa en un equipo que puede ser una hormigonera horizontal.
- Mixtas: se dosifica la masa, se hace un mezclado previo y se termina de amasar en el camión durante el transporte.

En plantas de hormigón preparado, las instalaciones de dosificación cumplirán los requisitos recogidos en la reglamentación vigente relativa al control de producción de hormigones fabricados en central.

Se dispondrá de silos con compartimientos adecuados y separados para cada una de las fracciones granulométricas necesarias de árido. Cada compartimiento de los silos será diseñado y montado de forma que pueda descargar con eficacia, sin atascos y con una segregación mínima, sobre el sistema de pesaje.

Deberán existir los medios de control necesarios para conseguir que la alimentación de estos materiales a la tolva de la báscula pueda ser cortada con precisión cuando se llega a la cantidad deseada.

Las tolvas de las básculas deberán estar construidas de forma que puedan descargar completamente todo el material que se ha pesado.

Los instrumentos indicadores deberán estar completamente a la vista y lo suficientemente cerca del responsable de producción para que pueda leerlos con precisión mientras se está cargando la tolva de la báscula. El responsable de producción deberá tener un acceso fácil a todos los instrumentos de control.

Se deberán mantener perfectamente limpios todos los puntos de apoyo, las articulaciones y partes análogas de las básculas.

### **9.3. Transporte del hormigón**

Para el transporte del hormigón se utilizarán procedimientos adecuados para conseguir que las masas lleguen al lugar de entrega en las condiciones estipuladas, sin experimentar variación sensible en las características que poseían recién amasadas.

El tiempo transcurrido entre la adición de agua del amasado al cemento y a los áridos y la colocación del hormigón, no debe ser mayor de hora y media, salvo que se utilicen aditivos retardadores de fraguado. Dicho tiempo límite podrá disminuirse, en su caso, cuando el fabricante del hormigón considere necesario establecer en su hoja de suministro un plazo inferior para su puesta en obra. En tiempo caluroso, o bajo condiciones que contribuyan a un rápido fraguado del hormigón, el tiempo límite deberá ser inferior, a menos que se adopten medidas especiales que, sin perjudicar la calidad del hormigón, aumenten el tiempo de fraguado.

Cuando el hormigón se amasa completamente en central y se transporta en amasadoras móviles, el volumen de hormigón transportado no deberá exceder del 80 % del volumen total del tambor. Cuando el hormigón se amasa, o se termina de amasar, en amasadora móvil, el volumen no excederá de los dos tercios del volumen total del tambor. Los equipos de transporte deberán estar exentos de residuos de hormigón o mortero endurecido, para lo cual se limpiarán cuidadosamente antes de proceder a la carga de una nueva masa fresca de hormigón. Asimismo, no deberán presentar desperfectos o desgastes en las paletas o en su superficie interior que puedan afectar a la homogeneidad del hormigón e impedir que se cumpla lo estipulado en el apartado 51.2.4.

El transporte podrá realizarse en amasadoras móviles, a la velocidad de agitación, o en equipos con o sin agitadores, siempre que tales equipos tengan superficies lisas y redondeadas y sean capaces de mantener la homogeneidad del hormigón durante el transporte y la descarga.

El lavado de los elementos de transporte se efectuará en balsas de lavado específicas que permitan el reciclado del agua.

La central garantizará el volumen del hormigón que compone la carga y dispondrá de un protocolo informativo para los clientes que deseen verificar la comprobación del volumen basado en la determinación del peso transportado.

## 9.4. Vertido del hormigón

Cada carga de hormigón fabricado en central, tanto si esta pertenece o no a las instalaciones de obra, irá acompañada de una hoja de suministro cuyo contenido mínimo se indica en el anejo 4 del Código Estructural.

El comienzo de la descarga del hormigón desde el equipo de transporte del suministrador, en el lugar de la entrega, marca el principio del tiempo de entrega y recepción del hormigón, que durará hasta finalizar su descarga.

La dirección de obra, o la persona en quien delegue, es la responsable de que el control de recepción se efectúe tomando las muestras necesarias, realizando los ensayos de control precisos, y siguiendo los procedimientos indicados en el capítulo 13 del Código Estructural. Cuando se tomen muestras, por parte de la entidad de control, del hormigón suministrado, el responsable de la recepción del hormigón en la obra entregará una copia del acta de toma de muestras al suministrador del hormigón.

Cualquier rechazo de hormigón basado en los resultados de los ensayos de consistencia (y aire ocluido, en su caso) deberá ser realizado durante la entrega. No se podrá rechazar ningún hormigón por estos conceptos sin la realización de los ensayos oportunos.

Queda expresamente prohibida la adición al hormigón de cualquier cantidad de agua u otras sustancias que puedan alterar la composición original de la masa fresca. No obstante, si el asentamiento es menor que el especificado, según el apartado 33.5 del Código Estructural, el suministrador podrá adicionar aditivo plastificante o superplastificante para aumentarlo hasta alcanzar dicha consistencia, sin que esta rebase las tolerancias indicadas en el mencionado apartado y siempre que se haga conforme a un procedimiento escrito y específico que previamente haya sido aprobado por el fabricante del hormigón y que cuente con la autorización de la dirección facultativa. Para ello, el elemento de transporte o, en su caso, la central de obra, deberá estar equipado con el correspondiente sistema dosificador de aditivo y reamasar el hormigón hasta dispersar totalmente el aditivo añadido. El tiempo de reamasado será de al menos 1 min/m<sup>3</sup>, sin ser en ningún caso inferior a 5 minutos.

La actuación del suministrador termina una vez efectuada la entrega del hormigón y sus ensayos de recepción hayan sido satisfactorios.

### 9.4.1. Bombas

Las bombas de hormigonado se diseñaron para facilitar los trabajos de elevación y transporte y para que el vertido del hormigón fuese continuo y rápido. En la función del jefe o jefa de obra a la hora de limitar costes de la misma, la bomba suele ser una buena opción cuando el transporte y el traslado del hormigón es costoso. Aunque su coste pueda parecer elevado, hay que valorar el conjunto de la operación, puesto que en la mayoría de casos cuando el vertido sea complicado, la bomba hará que se ahorre dinero del presupuesto.

El montaje de las bombas es relativamente sencillo, ya que está muy automatizado. Sin embargo, hay que prever su ubicación, donde se pueda tener un buen acceso y no impida el paso de otras máquinas u operarios.

Los trabajos previos son los mismos que en cualquier operación de obra: hay que conocer las necesidades, alturas, ubicación de la obra, espacio para el estacionamiento, etc.

Las características de las bombas son muy similares en todos los tipos de bombas. Están dotadas de una bomba por donde se vierte el hormigón, una válvula de admisión y otra de salida que dosifican la cantidad de hormigón que saldrá por la manguera y un émbolo hidráulico que empuja el hormigón por la manguera.

En obra se pueden observar básicamente dos tipos de bombas: las estacionarias o portátiles y las bombas sobre camión.

El primer caso, las bombas estacionarias o portátiles, están equipadas con un motor de combustión o eléctrico que mueve el émbolo para la distribución del hormigón. Son bombas para una producción media, unos 45 m<sup>3</sup>/h.



El otro caso, las bombas sobre camión, están equipadas con un brazo hidráulico que soluciona los problemas de altura de los vertidos. De forma general y si no se trata de una empresa muy grande, estas máquinas son de alquiler, lo que garantiza que el personal que las maneja es especializado. El rendimiento que puede llegar a dar una bomba sobre camión con brazo extensible es de 36 a 90 m<sup>3</sup>/h.



#### 9.4.2. Medios intermitentes

En la fase de vertido del hormigón, lo más frecuente no es utilizar bombas, sino medios manuales o auxiliares que faciliten el transporte del hormigón hasta el lugar de recepción en obra. Se podrá dar el caso de que el traslado del hormigón se efectúe mediante carretillas. También se puede desplazar mediante un cubilote con la ayuda de una grúa. La capacidad del cubilote es variable: desde los 150 hasta los 500 litros de hormigón. Las canaletas son un instrumento fundamental para los camiones hormigonera. Tienen la forma de teja y se acoplan a la parte trasera del camión para orientar su vertido. Del mismo modo, existen otros medios manuales como las trompas de elefante, que tendrían una función similar a las canaletas, pero en este caso estarían completamente tapados. En caso de obstrucción, se deben desmontar y limpiar. Para el vertido de muros pantalla o pilotes, la herramienta auxiliar que se utiliza es el tubo tremi. La forma de embudo facilita el vertido del hormigón de consistencia fluida hasta su colocación final.



### 9.4.3. Vibrado

La compactación de los hormigones en obra se realizará mediante procedimientos adecuados a la consistencia de las mezclas y de manera tal que se eliminen los huecos y se obtenga un perfecto cerrado de la masa, sin que llegue a producirse segregación. El proceso de compactación deberá prolongarse hasta que refluya la pasta a la superficie y deje de salir aire.

Cuando se utilicen vibradores de superficie el espesor de la capa después de compactada no superará los 20 centímetros.

La utilización de vibradores de molde o encofrado deberá ser objeto de estudio, de forma que la vibración que se transmita a través del encofrado sea la adecuada para producir una correcta compactación, evitando la formación de huecos y capas de menor resistencia.

El revibrado del hormigón deberá ser objeto de aprobación por parte de la dirección de obra.

La herramienta para el vibrado se puede consultar en el tema de pequeña maquinaria para obra.

## 9.5. Curado del hormigón

Durante el fraguado y primer período de endurecimiento del hormigón, deberá asegurarse el mantenimiento de la humedad del mismo mediante un adecuado curado. Este se prolongará durante el plazo necesario en función del tipo y clase del cemento, de la temperatura y grado de humedad del ambiente, etc. El curado podrá realizarse manteniendo húmedas las superficies de los elementos de hormigón, mediante riego directo que no produzca deslavado. El agua empleada en estas operaciones deberá poseer las cualidades exigidas en el artículo 29 del Código Estructural.

El curado por aportación de humedad podrá sustituirse por la protección de las superficies mediante recubrimientos plásticos, agentes filmógenos u otros tratamientos adecuados, siempre que tales métodos, especialmente en el caso de masas secas, ofrezcan las garantías que se estimen necesarias para lograr, durante el primer período de endurecimiento, la retención de la humedad inicial de la masa, y no contengan sustancias nocivas para el hormigón.

Si el curado se realiza empleando técnicas especiales (curado al vapor, por ejemplo) se procederá con arreglo a las normas de buena práctica propias de dichas técnicas, previa autorización de la dirección facultativa.



# Tema 10. Emplazamiento de equipos para la construcción

## 10. EMPLAZAMIENTO DE EQUIPOS PARA LA CONSTRUCCIÓN

### 10.1. Introducción

Llegados a estas alturas del temario y conociendo ya de forma general todos los medios auxiliares, máquinas y herramientas que se pueden utilizar en una obra, la labor del arquitecto técnico es la planificación de la ejecución de la obra. En este tema se van a dar las nociones generales para ubicar equipos y espacios en una obra. Sin embargo, se debe tener en cuenta que la práctica es la clave para entender este tema.

La labor fundamental del jefe o jefa de obra será la previsión y la programación de las actividades de la obra según el cronograma establecido previamente. Por lo tanto, un correcto emplazamiento de los equipos será fundamental para el correcto funcionamiento de la obra.

En este momento hay que ser muy claros y entender que no hay dos obras iguales. Por lo tanto, durante este tema se irán viendo pautas generales que se pueden aplicar o medidas concretas que sí se deben ejecutar para el correcto funcionamiento de una obra. Lo que más ayudará a realizar este proceso es la experiencia laboral. Por lo tanto, no hay que ser ansiosos en cuanto a los resultados de las primeras planificaciones. Hay que escuchar, entender las problemáticas y buscar soluciones.

A lo primero que se debe recurrir para empezar a planificar la obra es al proyecto de ejecución. En él se podrán ver las diferentes variables que condicionarán la planificación:

- Identificación de la obra: ficha identificativa
- Fases de ejecución

- Interacción entre las fases de ejecución: Gantt
- Disponibilidad de equipos: lista de equipos propios y alquiler
- Asignación de medios técnicos y humanos las fases de ejecución: combinación de equipos y personal propio o de contratación
- Planos de emplazamiento en fase de movimiento de tierras, en fase de estructura, si existen
- Número máximo de trabajadores

Hay que tener siempre en cuenta que una obra es un lugar donde los eventos pueden variar según la planificación inicial. Como jefes de la ejecución esto se debe tener siempre presente y se debe planificar siempre con un margen de maniobra que no impida la correcta y segura realización de los trabajos. Aunque la experiencia dará más claves, la primera premisa es siempre dudar. Por lo tanto, con los datos previos, la segunda reacción que debe tener el jefe o jefa de obra es el contraste de datos:

- Plano de situación y de emplazamiento
- Plano topográfico del terreno, nivel freático, tipo de terreno
- Clima/microclima
- Características de las vías de acceso, direcciones, aceras, recorridos
- Situación y características de la red de distribución eléctrica. Conexiones
- Situación, presión y caudal de la red de agua potable
- Situación y profundidad de la red de alcantarillado
- Existencia de antiguas instalaciones enterradas, edificaciones, otro tipo de ocupación/invasión
- Edificios colindantes con o sin medianeras, estado de las mismas, alturas

¿Qué se debe prever en una obra?

- Instalaciones provisionales: electricidad, agua, saneamiento y comunicaciones
- Equipos fijos: talleres, centrales de hormigonado, grúa, almacenes, acopios, etc.
- Instalaciones para equipos móviles: vías de comunicación
- Instalaciones de seguridad e higiene: vallado, protecciones, señalización, servicios de higiene, etc.

## 10.2. Protección

### 10.2.1. Vallado

Para evitar posibles riesgos y minimizarlos, es aconsejable vallar perimetralmente la obra. Las condiciones mínimas del vallado deberán ser estas:

- Separado 1,5 metros del vaciado
- Tendrá 2 metros de altura
- Portón para acceso de vehículos y puerta independiente para acceso

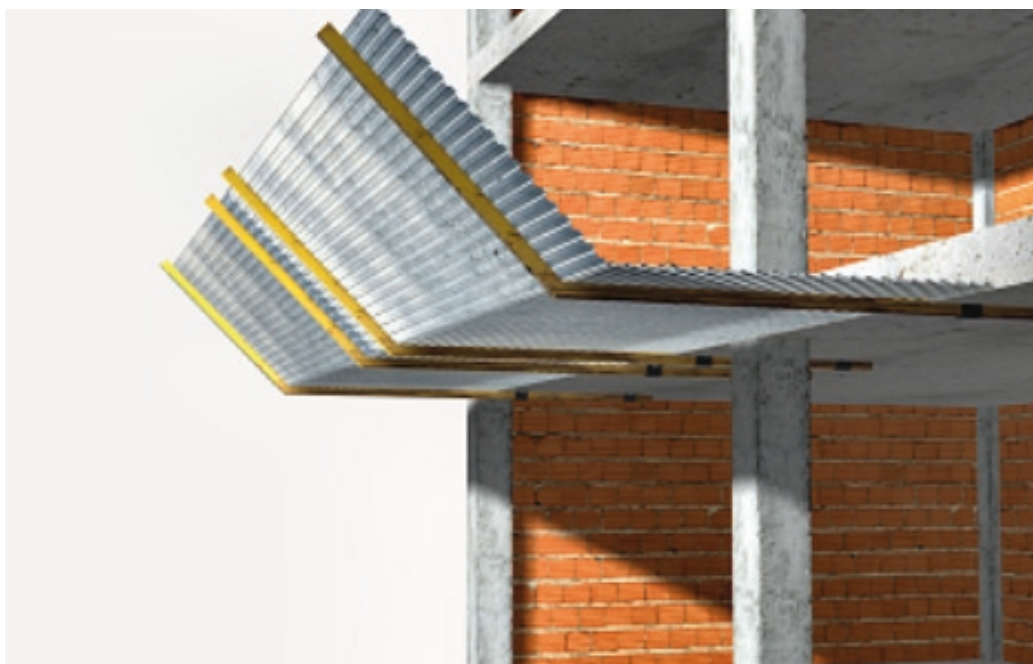
El vallado ya colocado deberá tener una señalización que explique y limite las acciones que se pueden desarrollar en la obra.

Una obra deberá presentar como mínimo señalización de:

- Prohibido aparcar en la zona de entrada de vehículos
- Prohibido el paso de peatones por la entrada de vehículos
- Obligatoriedad del uso del casco en el recinto de la obra
- Prohibición de entrada a toda persona ajena a la obra
- Cartel de obra

### *10.2.2. Protección a terceros*

Si se trabaja en vía pública o con peligro de desprendimiento de materiales o herramientas a la misma, los sistemas de protección más prácticos son las marquesinas (> 2,5m) y las pasarelas provisionales.



Simulación de marquesina por Fercon Vallados SL

### *10.2.3. Protección a edificios colindantes*

Es fundamental conocer qué consecuencias puede tener obrar junto a otros edificios. En los trabajos previos se investigará la estabilidad de los otros edificios colindantes. En el tema de apeos ya se vio cómo se puede apuntalar una fachada o una medianera. Cuando se inicie una obra es fundamental colocar testigos para saber qué movimiento tiene la construcción lindante. Para ver el

desplome, se puede anclar una plomada que nos indicará el movimiento del edificio. Para saber si las grietas existentes se mueven, crecen, etc., existen dispositivos telemáticos para su detección. Sin embargo, se puede colocar un pegote de yeso en la grieta y su fractura indicará si la grieta está activa o no.

#### *10.2.4. Líneas eléctricas*

Si la obra que se realice se encuentra próxima a líneas eléctricas aéreas, es fundamental solicitar la retirada de la línea o su enterramiento. En el caso de que esa medida sea imposible (generalmente lo será por el precio de la operación) se deberán aislar las partes conductoras. Se dejarán al menos 6 metros de margen para la maniobrabilidad de las máquinas. Existen limitaciones como las balizas o limitaciones para máquinas como la grúa torre.

En el caso de que las líneas estén soterradas, es fundamental conocerlo previamente. En el caso de que se deban desplazar de su ubicación actual, se debe realizar la operación perjudicando lo mínimo posible a los usuarios de la línea.

### **10.3. Instalaciones provisionales**

En el caso de no disponer de suministros en obra, el procedimiento será muy similar tanto para electricidad, como para agua y saneamiento. Para una acometida eléctrica, se solicitará a la empresa suministradora el abastecimiento de electricidad (trámite administrativo). A continuación, se situará el cuadro general de mando y protección dotado de seleccionador general de corte automático, interruptor omnipolar y protección contra faltas de tierra, sobrecargas y cortocircuitos. De este cuadro se harán las derivaciones a los distintos talleres o suministros de la obra que también estarán protegidos mediante un cuadro de mando.

En el caso de necesitar una acometida de agua, si la obra se encuentra en un casco urbano con suministro se deberá contactar con la compañía suministradora para que instale un contador y una llave de paso general que permita realizar distribuciones según el uso del agua en la obra. En el caso de que no haya una toma de agua y sea imposible contar con una, se tratará de un suministro intermitente que se realizará con cubas.

Existen una serie de puntos donde el agua es fundamental:

- Vestuarios
- Inodoros
- Lavabos
- Puntos de fabricación de hormigón
- Otros usos

Al tratarse de una instalación provisional, será de fácil montaje y desmontaje. Para mayor seguridad, se trazará sobre plano la distribución de la red, que será dimensionada según las necesidades de cada punto.

En el caso de la red de saneamiento, si se actúa en un casco urbano o una zona urbanizada, es importante hacer coincidir la red provisional con la que será dotado el edificio para evitar más trabajos de los necesarios. En el caso de que la zona no esté urbanizada se pueden realizar fosas sépticas o traer a la obra retretes portátiles químicos.

Otra instalación provisional que se debe tener en obra según el tamaño de la misma y la comunicación, son las oficinas técnicas. Se diseñarán en función de su ocupación y su ubicación, siempre que sea posible, será en el mismo lugar desde el inicio hasta el final de la obra. Se dispondrán en una zona nivelada y dependiendo de la ubicación, aislada del suelo. Se deben poder observar los avances de la obra. Se debe separar de las zonas de acopio y de mayores ruidos.

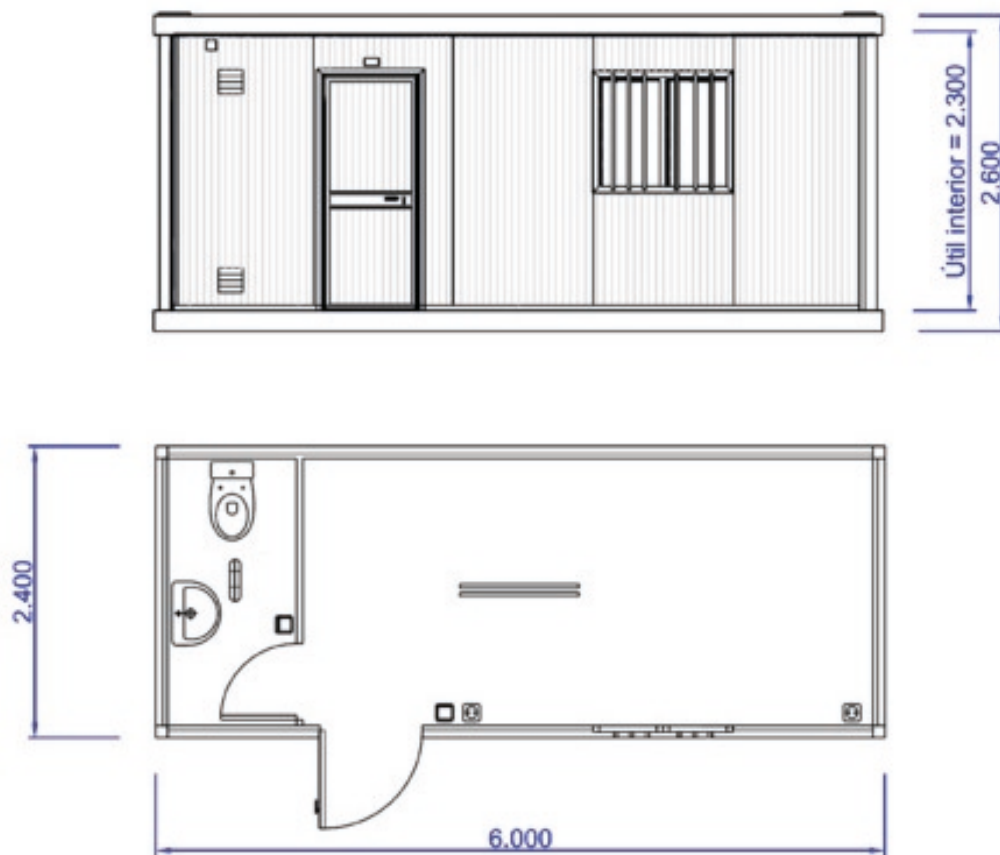


Figura 10.1. Oficina provisional según V. Yepes

## 10.4. Talleres en obra

### ZONA DE ACOPIO DE MATERIALES

La zona de acopio estará convenientemente señalizada y delimitada. Su emplazamiento será de fácil acceso para los proveedores y de fácil recogida para la distribución de los materiales en obra.

### CENTRAL DE HORMIGONADO

En obra, a no ser de una envergadura muy significativa, no se suele reservar espacio para este taller, ya que el suministro suele ser mediante camiones. Sin embargo, en el caso de que se deba disponer de una central de hormigonado se debe tener en cuenta la ubicación de los áridos, del silo de cemento, debe llegar una acometida de agua y de electricidad y su acceso debe ser fácil tanto para carga como para descarga del hormigón.

### PARQUE DE MAQUINARIA

Igual que en el caso anterior, es poco probable que se destine un espacio a esta labor salvo si se trata de obras civiles donde se utilice mucha maquinaria de movimiento de tierras. En ese caso, se debe disponer de una nave donde se resguardarán las máquinas y ocasionalmente se les realice el mantenimiento.

### ALMACÉN DE HERRAMIENTAS Y MEDIOS AUXILIARES

Zona destinada a resguardar la herramienta después de terminar la jornada laboral. Puede ser conveniente ubicarla cerca de otros talleres, pero fundamentalmente, debe estar próxima al lugar de trabajo, ya que estas herramientas y medios auxiliares serán los más utilizados en obra.

### TALLER DE FERRALLA

Será una zona de trabajo amplia donde se dispondrá de una zona de acopio, una zona de corte y cizalla, una zona de doblado, una zona de montaje y una zona para el almacenaje de las armaduras ya montadas.



Del mismo modo que el caso anterior, en el caso de tener que ubicar este taller, se debe conocer qué tipo de encofrados se van a utilizar. Una vez conocido este dato, se dividirá el área en una zona para el almacén de madera, una zona para la manipulación, corte y montaje, una zona de almacén de encofrados y una zona de limpieza y reúso.

Si los encofrados de la obra son metálicos, se necesitará una zona de acopio y una zona de limpieza. Es conveniente ser ordenados, puesto que el orden facilita mucho los trabajos de selección de equipos.

### 10.5. Equipos en obra

Puede existir la necesidad de dotar a la obra de grupos generadores eléctricos. En este caso, lo ideal es alejarlos lo máximo posible del lugar de trabajo debido al ruido que generan. Si esto no es posible, se debe dotar al equipo de silenciadores y al personal de los EPI apropiados para un trabajo seguro. Cuando se trabaje con estos equipos se debe tener un lugar donde resguardarlos y suministro de combustible siempre disponible. Si la obra no tiene dotación eléctrica y depende de estos dispositivos, es conveniente tener más de uno para la distribución en obra que permita avanzar en más de un tajo a la vez.

En cuanto a los elevadores, se utilizarán para la distribución de material en altura. Por lo tanto, existe un riesgo extra que hay que combatir. Se identificará la zona de carga y descarga, las vías de circulación y se dispondrá cerca de la zona de acopio de materiales y herramienta.

Las grúas dependerán, al menos, de estos factores:

- De la ocupación del solar de la edificación futura
- La altura de la edificación
- El número o fases de los edificios en construcción
- Altura y disposición de los edificios colindantes existentes
- Plazo de ejecución programado
- Disponibilidad de la empresa

Cuando a una obra se la dota de una grúa es única y exclusivamente para facilitar mucho los trabajos. Todos los recintos de acopio y la construcción deben estar al alcance de la grúa. Sin embargo, las vías de comunicación públicas y los talleres deben quedar fuera de su alcance.

## 10.6. Higiene

Las instalaciones de higiene estarán siempre vinculadas a la cantidad de operarios que haya en la obra. Por ello, su ubicación debe estar próxima al acceso peatonal y fuera de otros peligros como talleres o el alcance de la grúa.

Los comedores no son instalaciones muy frecuentes, ya que generalmente los operarios van a comer a los bares próximos a la obra. Sin embargo, existe una dotación mínima que se debe cumplir:

- Contarán con bancos o sillas y mesas.
- Dispondrán de suficiente menaje.
- Se mantendrán limpios.
- Sistema para calentar las comidas.

En cuanto a vestuarios y aseos, estarán dotados obligatoriamente de agua caliente y fría y sus dotaciones serán las siguientes:

Dotación mínima en vestuarios:

- Superficies mínimas de 2 m<sup>2</sup> por trabajador y una altura mínima de 2,30 m.
- Provistos de asientos, armarios individuales provistos de llave, perchas.

Dotación mínima en aseos:

- 1 ud. de lavabo por cada 10 trabajadores, provisto de grifos con agua fría.
- Secadores, toallas de papel, jabón, desengrasante.
- 1 ud. de retrete por cada 25 trabajadores, provisto de papel higiénico. Dimensiones mínimas 1 × 1,2 × 2,3 m.
- 1 ud. de ducha por cada 10 trabajadores en cabinas individuales y con suministro de agua fría y caliente.

## 10.7. Ejercicio

### EJERCICIO 1

Se va a rehabilitar un edificio entre medianeras cuyos planos del Proyecto de Ejecución se adjuntan. Está ubicado en la ciudad de Castellón, en el centro de la ciudad. Los datos conocidos son:

El edificio tiene una fachada recayente a calle, que se va a conservar y tiene ya instalado un estabilizador de fachada con dados de hormigón *in situ* separados 30 centímetros de la fachada y con una altura de base de 1,2 m. Se ha demolido ya el resto del edificio, se ha cimentado y estamos en disposición de *realizar el primer forjado* previsto en el Proyecto de Ejecución.

En el solar medianero izquierdo existe un edificio construido de 17,50 metros de altura, con cimentación superficial.

En el solar medianero derecho existe un edificio construido con una altura de 17 metros y un sótano con muros de contención de hormigón.

El solar medianero del fondo está sin edificar y su propietario nos lo alquila para el periodo de ejecución de nuestra obra con la condición de que no excavemos en él. Recae a calle según plano de emplazamiento.

La fachada del edificio mide 10 metros.

Se van a realizar un total de tres forjados más.

El número de trabajadores previsto en obra es de 8 operarios.

El plazo de ejecución de la obra es de 8 meses.

El hormigón será suministrado de central.

El encofrado y la ferralla serán traídos de taller externo ya fabricados.

Enumera y dibuja el emplazamiento de los bienes de equipo y las instalaciones provisionales necesarias.

### **¿Qué necesitaremos?**

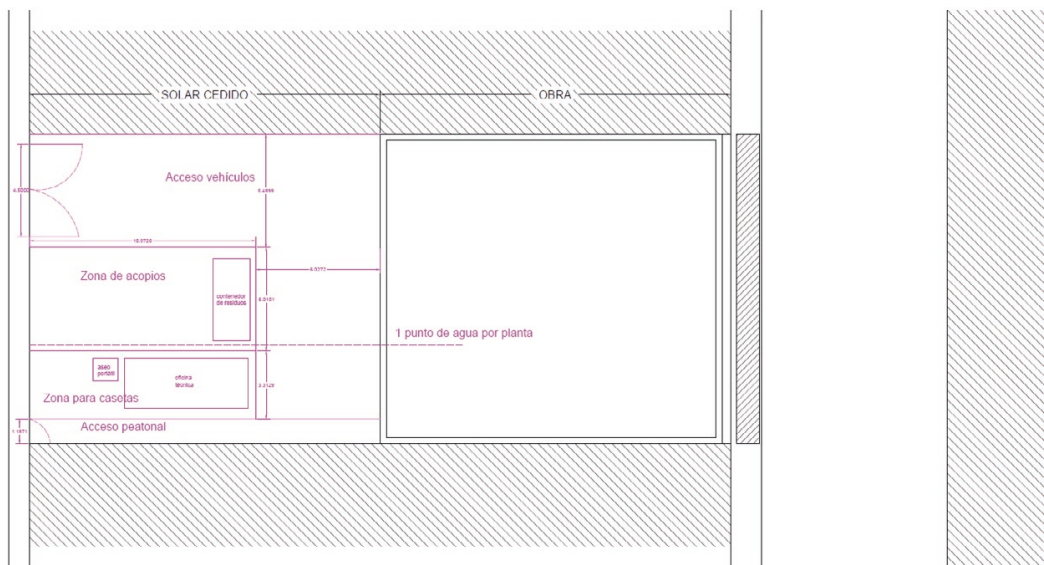
Medios auxiliares: puntales, encofrados...

Materiales: bovedillas, viguetas, armaduras...

### **Solución**

1. Desviar el tráfico y proteger con un vallado exterior el solar de la izquierda, vallado de 2 m de altura.
2. Zona de acopio para bovedillas, viguetas, armaduras, puntales, encofrados. Necesitaremos un espacio grande.
3. Zona de acceso del camión (4,5 m), para introducir materiales y para el vertido. En este caso por tema de poca superficie, usaremos un camión pluma con un cubilote. No tendría demasiado sentido usar una grúa torre en el centro de Castellón para este caso. Se ha colocado una zona en forma de L para que el camión vierta más fácilmente.

4. Zona de acceso peatonal.
5. Nuestro propio solar puede pasar a ser una zona de acopio después de haber ejecutado el segundo forjado. Es decir, podremos usar el primer forjado, porque ya estará desapuntalado el segundo.
6. También hay que comentar que pondríamos un vallado para delimitar las zonas interiores de acopios, la peatonal y la de casetas.
7. Deberíamos tener un punto de suministro de agua. En este caso como conservamos la fachada es probable que ya tengamos el suministro hecho.
8. Habrá un cartel de señalización a la entrada de la obra.
9. Para la zona de casetas, hemos de considerar que haya una superficie suficiente acorde al número de operarios en cuanto a baños, en este caso 8, por lo que a 2 m<sup>2</sup> por operario salen 16 m<sup>2</sup>, y nuestra zona es de 36,35 m<sup>2</sup>. Además, colocaremos una oficina técnica.



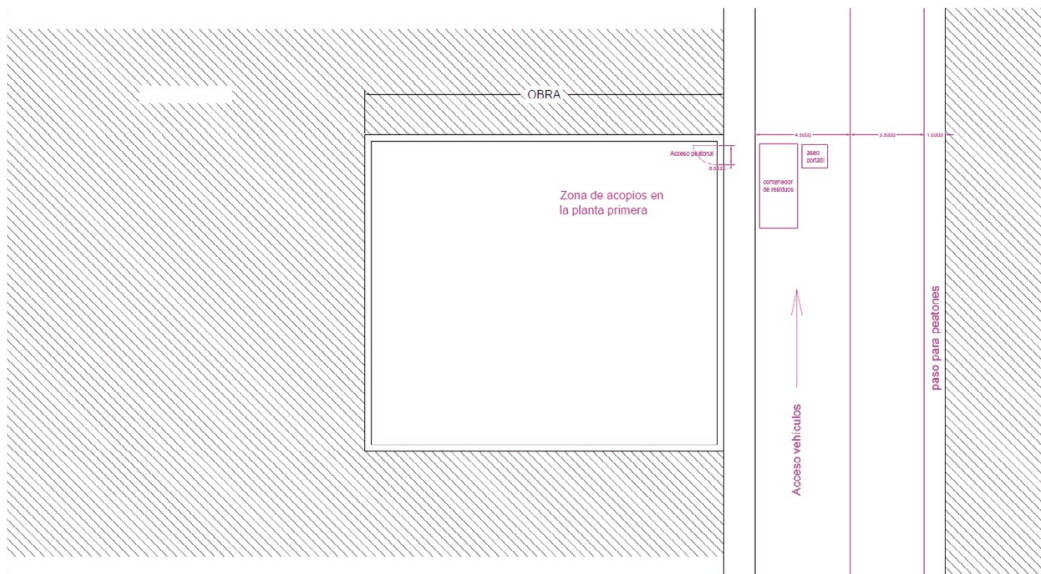
## EJERCICIO 2

Tenemos que construir el mismo edificio, pero el segundo forjado. No hay estabilizador de fachada y tampoco tenemos el solar trasero de apoyo.

### Solución

1. Habríamos de solicitar permisos para ocupar la calle y colocar baños. Usaríamos la calle de la derecha, porque está más próxima al edificio por construir. El vertido del hormigón se realizaría por esta calle y con camión pluma y cubilote.
2. Colocaríamos un vallado para delimitar la zona de la calle que cortamos.

3. Tendríamos toda la primera planta para acopiar materiales.
4. Hay que desviar el paso de los peatones, por lo que colocamos una valla por el otro lado de la calle con una separación de 1 metro.



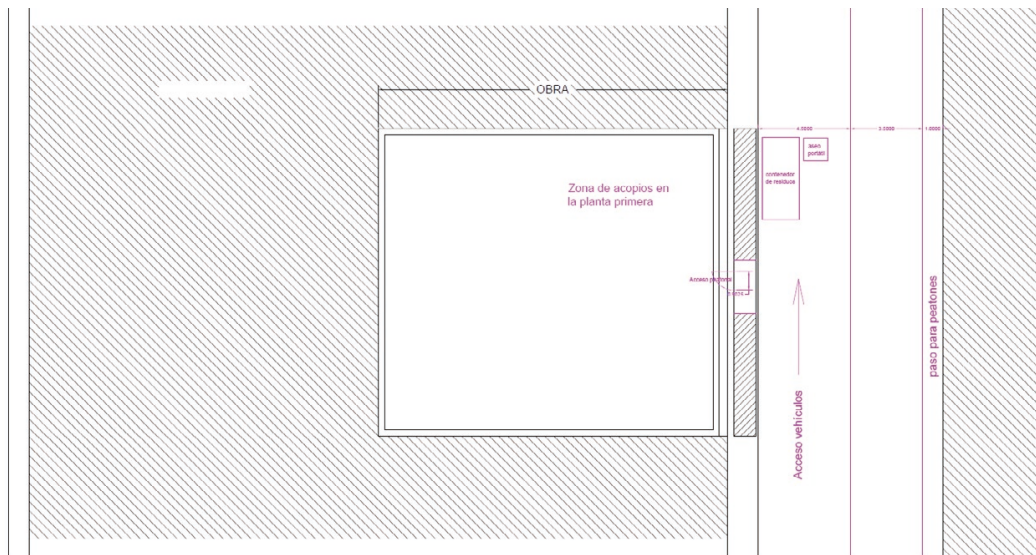
### EJERCICIO 3

Tenemos que construir el mismo edificio, pero el segundo forjado. Hay estabilizador de fachada y tampoco tenemos el solar trasero de apoyo.

### Solución

1. El estabilizador está mal colocado porque nos limitaría la entrada al edificio.
2. Habríamos de solicitar permisos para ocupar la calle y colocar baños. Usaríamos la calle de la derecha, porque está más próxima al edificio por construir. El vertido del hormigón se realizaría por esta calle y con camión pluma y cubilote.
3. Colocaríamos un vallado para delimitar la zona de la calle que cortamos.
4. Tendríamos toda la primera planta para acopiar materiales.
5. Hay que desviar el paso de los peatones, por lo que colocamos una valla por el otro lado de la calle con una separación de 1 metro.





## 10.8. Conclusiones del tema 10 según Fuentes (2001)

La gran diversidad de obras y las diferencias existentes entre ellas hace prácticamente imposible marcar unas pautas a seguir en la planificación del estudio detallado del emplazamiento de los equipos, medios auxiliares e infraestructuras provisionales de obra que debe hacerse al comienzo de cada obra.

Será la envergadura de la obra y su situación, es decir, tamaño de la obra, dimensiones del solar, anchura de las calles de acceso, pendientes de las mismas y del solar, características de los edificios y solares vecinos, existencia y situación de instalaciones públicas aéreas o enterradas, etc., lo que condicionará dicho estudio, la planificación que hagamos según el mismo y los resultados reales en obra.

De cualquier forma, dicho estudio de emplazamiento comprenderá:

- Una memoria descriptiva de las características y dimensiones de las infraestructuras provisionales, equipos de obra y medios auxiliares que hay que instalar, así como de los trabajos necesarios para realizar dicha instalación.
- Planos de emplazamiento y detalles de todo lo anterior.

Las infraestructuras provisionales comprenderán:

- Instalaciones de delimitación y protección (vallados, accesos, circulaciones interiores, protecciones, etc.)
- Instalaciones de suministro (electricidad, agua, saneamiento, etc.)
- Recintos de uso y servicio (casetas de obra, comedor, aseos, vestuarios, etc.)
- Recintos de producción (almacenes, parques, talleres, zonas de acopios, etc.)



Los equipos de obra los programaremos:

- Según su instalación fija durante toda la obra o parte de ella formando parte de los recintos de producción.
- Según su utilización temporal en fases o trabajos concretos de la obra.

Y de cualquier manera comprenderán:

- Equipos de obra para el movimiento de tierras.
- Equipos de obra para el transporte de materiales a obra.
- Equipos de obra para el transporte y elevación de materiales en el interior de la obra.
- Equipos de obra para la fabricación y puesta en obra del hormigón.
- Equipos de obra para la fabricación, construcción y montaje de medios auxiliares.
- Equipos de obra para la fabricación, construcción y montaje de elementos constructivos previo a su puesta en obra definitiva.
- Pequeña maquinaria o maquinaria-herramienta en fase de albañilería y acabados.

También los medios auxiliares los programaremos en función de:

- Su instalación fija durante toda la obra o parte de ella.
- Según su utilización temporal en fases o trabajos concretos de la obra.



# BIBLIOGRAFÍA

## FUENTES

Para la realización de este trabajo han resultado muy útiles las guías docentes de la asignatura de equipos, instalaciones y medios auxiliares de las universidades de Burgos, Sevilla y Granada, la Universitat de Lleida y, por supuesto, la de la Universitat Jaume I. En cuanto a la Universitat Jaume I, han sido imprescindibles los apuntes de la asignatura ya extinta IB17 que realizó Vicente Granell Estiguín en los temas 3, 5 y 10. También las presentaciones que facilitó la profesora Teresa Gallego Navarro y María José Ruá para poder estructurar el contenido y tener una base para ampliarlo especialmente en los temas 2 y 4. Por último, también han sido imprescindibles los apuntes facilitados por Juan A. García Esparza en cuanto a la asignatura de equipos, instalaciones y medios auxiliares de la Universitat Politècnica de València. A todos ellos, muchas gracias.

## BIBLIOGRAFÍA

- AENOR. 2022. *Buscador de normas UNE*. Obtenido de <https://tienda.aenor.com/normas/buscador-de-normas> (Consultado el 28/2/2022).
- Arch Daily. 2021. *Guía de equipamiento para la construcción: herramientas, equipos y maquinarias*. Obtenido de <https://www.plataformaarquitectura.cl/cl/905445/guia-de-equipamiento-para-la-construccion-herramientas-equipos-y-maquinarias> [Consulta: 28/2/2022].
- Álvarez, Teresa, Carlos Sánchez y Antonio Merayo. 2016. *Herramientas manuales. Criterios ergonómicos y de seguridad para su elección*. Madrid: Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo.
- Construmática. 2022. *Diccionario de construcción*. Obtenido de <https://www.construmatica.com/construpedia/Portada> [Consulta: 28/2/2022].
- Elevaciones Rama. 2022. *Tipos de compactadoras*. Obtenido de <https://elevacionesrama.com/tipos-de-compactadoras-de-tierra/> [Consulta: 28/2/2022].
- Ferretería Turró. 2020. *Las herramientas de albañil imprescindibles para la obra*. Obtenido de <https://www.comercturro.com/blog/construccion/las-herramientas-de-albanil-imprescindibles-para-la-obra.html> [Consulta: 28/2/2022].
- García, Encarnación, M.<sup>a</sup> Dolores Andújar, M.<sup>a</sup> Asunción López-Peral, Ada García, Raquel Sánchez, Antonio Jiménez, Enric Barba y Raquel Pérez. 2016. «Aplicación de estrategias dinámicas en la enseñanza de Equipos de obra y maquinaria». En *Investigación e Innovación Educativa en Docencia*

- Universitaria. Retos, Propuestas y Acciones*, eds. Rosabel Roig-Vila et al. (pp. 2844-2858). Instituto de Ciencias de la Educación.
- Granell, Vicente. 2010. *IB17 Equipos de obra, instalaciones y medios auxiliares*. Castelló de la Plana: Publicacions de la Universitat Jaume I.
- Fuentes, Begoña, Juan José Martínez y Inmaculada Oliver. 2001. *Equipos de obra, instalaciones y medios auxiliares. Capítulo I: Aspectos Generales y Capítulo II: Herramientas y útiles de obra*. Valencia: Universitat Politècnica de València.
- . 2001. *Equipos de obra, instalaciones y medios auxiliares. Capítulo IV: Maquinaria*. Valencia: Universitat Politècnica de València.
- . 2001. *Equipos de obra, instalaciones y medios auxiliares. Capítulo V: Medios auxiliares*. Valencia: Universitat Politècnica de València.
- . 2001. *Equipos de obra, instalaciones y medios auxiliares*. Cuaderno de prácticas 2.<sup>a</sup> parte. Valencia: Universitat Politècnica de València.
- García-Esparza, Juan A. 2020. *Penyagolosa, el patrimonio de una comunidad. Entorno histórico y valor social*. Castelló de la Plana: Publicacions de la Universitat Jaume I
- Guerrero, Antonio J. y Miguel López. 2011. *Guía práctica de iniciación al oficio de jefe de obra y/o ayudante de producción*. Barcelona: Universitat Politècnica de Catalunya.
- Grupo CEAC. 2001. *Nueva enciclopedia del encargado de obras*. Barcelona: Ediciones CEAC.
- Magro, Julián Vicente y Rafael Marín. 1999. *La construcción en la Baja Edad Media*. Valencia: Universitat Politècnica de València.
- Marín, Rafael. 2000. *La construcción griega y romana*. Valencia: Universitat Politècnica de València.
- Márquez, Isabel M.<sup>a</sup>. 2012. *Labores auxiliares de obra*. Málaga: IC Editorial.
- Martí, José Vte. 2001. *Fabricación, transporte y colocación de hormigones hidráulicos*. Valencia: Universitat Politècnica de València.
- Monfort, Jaume, M.<sup>a</sup> Begoña Fuentes y Inmaculada Oliver. 2014. *Equipos de Obra en Edificación: Máquinas-Herramientas*. Valencia: Universitat Politècnica de València.
- Oliver, Inmaculada. 2014. *Planes de montaje de andamios: análisis del RD 2177/2004*. Valencia: Universitat Politècnica de València.
- . 2014. *Medios auxiliares en obras de edificación: estabilizadores de fachada*. Valencia: Universitat Politècnica de València.
- . 2017. *Medios auxiliares en obras de edificación: andamios de trabajo*. Valencia: Universitat Politècnica de València.
- . 2018. *Medios auxiliares en obras de edificación: andamios de fachada o de exterior*. Valencia: Universitat Politècnica de València.
- Oliver, Inmaculada y M.<sup>a</sup> José Vidal. 2015. *Cálculo del lastre de un estabilizador de fachada*. Valencia: Universitat Politècnica de València.
- Trujillo, Juan J. 2013. *Operaciones previas al hormigonado*. Málaga: IC Editorial.
- . 2013. *Transporte y vertido de hormigones*. Málaga: IC Editorial.
- Vegas, Fernando y Camila Mileto. 2017. *Aprendiendo a restaurar*. València: Conselleria d'Habitatge, Obres Públiques i Vertebració del Territori.
- Yepes, Víctor. 2022. *El blog de Víctor Yepes (UPV)*. Obtenido de victoryepes.blogs.upv.es/ [Consulta: 28/2/2022].

## NORMATIVA DE APLICACIÓN

- Ley 31 /1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales
- Ley 32/2006, de 18 de octubre, reguladora de la subcontratación en el Sector de la Construcción
- Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo
- Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción
- Real Decreto 2177/2004, de 12 de noviembre, por el que se modifica el RD 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo, en materia de trabajos temporales en altura
- Guía técnica del Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre (BOE n.º 256, de 25 de octubre), por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción
- Resolución de 21 de septiembre de 2017, de la Dirección General de Empleo, por la que se registra y publica el Convenio colectivo general del sector de la construcción
- Real Decreto 470/2021, de 29 de junio, por el que se aprueba el Código Estructural
- Real Decreto 1247/2008, de 18 de julio, por el que se aprueba la instrucción de hormigón estructural (EHE-08): DEROGADA
- Notas Técnicas de Prevención. 2009. *Encofrado vertical. Muros a dos caras, pilares, muros a una cara (I)*. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo
- Notas Técnicas de Prevención. 2009. *Encofrado vertical. Muros a dos caras, pilares, muros a una cara (II)*. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo
- Notas Técnicas de Prevención. 2009. *Encofrado vertical. Sistemas trepantes (I)*. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo
- Notas Técnicas de prevención. 2009. *Encofrado vertical. Sistemas trepantes (II)*. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo

## WEBS DE CASAS COMERCIALES

- <https://www.bellota.com/>
- <https://maquinaprofesional.es/>
- <https://www.hilti.es/>
- <https://tiendahusqvarna.com/>
- <https://www.still.es/>
- <https://www.bosch-professional.com/es/es/>
- <https://maquinaprofesional.es/>
- <https://www.stanleyworks.es/>
- <https://distribucion-online.es/garland/>