



DIBUJO DE CONSTRUCCION

v. 12 marzo 2007

1. NORMATIVA Y LEGISLACIÓN.....	6
1.1. NORMATIVA DEL ESTADO.....	6
1.1.1 Normativa técnica de la edificación.....	6
1.1.2 Legislación general.....	6
1.1.3 Legislación de urbanismo.....	7
1.2. DOCUMENTOS DEL PROYECTO: PLANOS.....	7
2. CONSIDERACIONES PREVIAS	8
2.1. MÉTODOS DE PROYECCIÓN.....	8
2.1.1 Proyección ortogonal directa.....	8
2.1.2 Proyección ortogonal reflejada.....	8
2.2. LÍNEAS DE REFERENCIA.....	9
2.3. TERMINACIONES DE LÍNEA	9
2.4. LÍNEAS DE REFERENCIA AUXILIARES	10
2.5. REPRESENTACIÓN DE DIMENSIONES, LÍNEAS Y CUADRÍCULAS MODULARES	10
2.5.1 Representación de líneas y medidas modulares	11
2.5.2 Cuadrículas modulares.....	11
2.6. ACOTACIÓN.....	13
2.6.1 Elementos de Acotación.....	13
2.6.1.1 Líneas auxiliares.....	13
2.6.1.2 Líneas de cota.....	13
2.6.1.3 Extremos e indicación del origen	13
2.6.1.4 Cifras de cota.....	14
2.6.2 Proporciones y medidas para la acotación en los dibujos técnicos	15
2.6.3 Notación de las cotas sin tolerancias	15
2.6.4 Notación de las cotas con tolerancias anotadas en una altura	16
2.6.5 Notación de las cotas con tolerancias anotadas en dos alturas	17
2.7. DESIGNACIÓN DE LOS EDIFICIOS Y SUS PARTES	18
2.8. CUADRO DE INFORMACIÓN.....	19
3. REPRESENTACIÓN DE LAS ARMADURAS DE HORMIGÓN.....	21
3.1. FERRALLA	21
3.2. ATADO DE FERRALLA	22
3.3. COLOCACIÓN DE LAS ARMADURAS.....	23
3.4. ANCLAJE DE ARMADURAS	24
3.5. EMPALME DE ARMADURAS.....	26
3.5.1 Empalme por solapo de barras aisladas	26
3.5.2 Empalme por solapo de grupos de barras.....	27
3.5.3 Empalme por solapo de mallas electrosoldadas	27
3.6. DOBLADO DE ARMADURAS.....	28
3.7. RESTRICCIONES SOBRE LA COLOCACIÓN DE LA FERRALLA	28
3.8. DISPOSICIONES CONSTRUCTIVAS.....	29
3.8.1 Notación	30
3.8.2 Compresión.....	30
3.8.3 Flexión.....	31
3.8.4 Cortante.....	31
3.8.5 Torsión.....	32
3.9. REPRESENTACIÓN SIMBÓLICA DE LAS ARMADURAS DE HORMIGÓN	33
3.9.1 Armadura ordinaria	33
3.9.2 Armadura de pretensado	34
3.9.3 Enrejado de paneles soldados	34
3.9.4 Convenciones de dibujo.....	35
3.9.5 Notaciones.....	36
3.10. PLANOS DE DEFINICIÓN DE ARMADURA Y FERRALLA.....	36
3.10.1 Campo de aplicación.....	37
3.10.2 Métodos de acotación de las medidas de las partes dobladas	38
3.10.3 Sistema de codificación de las formas de las barras	38
3.10.4 Lista de las formas preferentes.....	39
3.10.5 Cuadro de definición de armadura y ferralla.....	41
3.10.6 Formas especiales	42

3.11.	PLANOS DE REPLANTEO.....	42
3.11.1	<i>Replanteo de la cimentación.....</i>	46
3.12.	CONTROL DE EJECUCIÓN. NIVELES DE CONTROL.....	47
3.12.1	<i>Definición de lotes.....</i>	49
3.13.	JUNTAS.....	50
4.	ESTRUCTURA DE HORMIGÓN ARMADO	52
4.1.	NORMATIVA.....	52
4.1.1	<i>EHE: Instrucción de Hormigón estructural.....</i>	52
4.1.2	<i>Norma Europea Experimental UNE-ENV-1992.1.1.....</i>	52
4.1.3	<i>NTE- EH. de Hormigón Armado.....</i>	52
4.2.	ARTÍCULO 4. DOCUMENTOS DEL PROYECTO.....	52
4.2.1	<i>Memoria.....</i>	53
4.2.2	<i>Cálculos.....</i>	54
4.2.2.1	<i>Anexo de Cálculo.....</i>	54
4.2.2.2	<i>Cálculos con ordenador.....</i>	54
4.2.2.2.1	<i>Utilización de programas.....</i>	54
4.2.2.2.2	<i>Presentación de datos y resultados.....</i>	54
4.2.3	<i>Planos.....</i>	55
5.	SOPORTES DE HORMIGÓN ARMADO	56
5.1.	APLICACIÓN Y NORMATIVA.....	56
5.1.1	<i>Definición.....</i>	56
5.1.2	<i>Normativa.....</i>	56
5.2.	CRITERIOS DE DISEÑO.....	56
5.3.	PLANOS DE OBRA.....	57
5.3.1	<i>Parámetros de diseño.....</i>	57
5.4.	DATOS PREVIOS AL DISEÑO.....	57
5.4.1	<i>Datos de protección.....</i>	57
5.4.2	<i>Datos estructurales.....</i>	58
5.4.3	<i>Tipos de armadura.....</i>	58
5.4.3.1	<i>Longitudinal.....</i>	58
5.4.3.2	<i>Transversal.....</i>	58
5.4.4	<i>Planos de obra.....</i>	58
5.5.	EJEMPLO PLANO DE PLANTA.....	60
5.5.1	<i>Zona ampliada de planta.....</i>	61
5.5.2	<i>Forjado.....</i>	63
5.5.3	<i>Cuadro de pilares.....</i>	74
5.6.	EJEMPLOS DE SECCIONES:.....	76
5.6.1	<i>Secciones de pilares rectangulares.....</i>	76
5.6.2	<i>Sección de pilar circular.....</i>	77
5.6.3	<i>Transición de soportes de diferente sección, en nudos intermedios en fachada.....</i>	78
5.6.4	<i>Transición de soportes de diferente sección, en nudos intermedios.....</i>	78
5.6.5	<i>Alzado pilar: arranque desde cimentación.....</i>	79
5.6.6	<i>Alzado pilar intermedio entre plantas.....</i>	80
5.6.7	<i>Alzado pilar de última planta.....</i>	81
5.6.8	<i>Detalles de anclajes.....</i>	82
5.6.9	<i>Detalles de nudos.....</i>	82
5.6.9.1	<i>Nudo intermedio de esquina.....</i>	82
5.6.9.2	<i>Nudo intermedio de fachada.....</i>	85
5.6.10	<i>Nudo en piso superior de fachada o esquina.....</i>	90
5.6.11	<i>Nudo interior en planta intermedia.....</i>	92
6.	VIGAS Y DINTELES DE HORMIGÓN ARMADO	98
6.1.	NORMATIVA.....	98
6.2.	CRITERIOS DE DISEÑO.....	98
6.3.	PLANOS DE OBRA.....	100
6.4.	INFORMACIÓN A INCLUIR.....	101
6.5.	SECCIONES (SEGÚN EL TIPO DE VIGA).....	105
7.	ESCALERAS DE HORMIGÓN ARMADO.....	107
7.1.	APLICACIÓN Y NORMATIVA.....	107
7.2.	PARÁMETROS DE DISEÑO:.....	108

7.3.	PLANOS DE OBRA	109
7.4.	SECCIONES DE ESCALERAS	110
7.5.	ARMADO DE ESCALERAS	110
7.6.	DETALLES EN CIMENTACIÓN	114
8.	ESTRUCTURAS METÁLICAS	116
8.1.	TIPOS DE ESTRUCTURAS METÁLICAS	116
8.2.	REPRESENTACIÓN DE AGUJEROS, TORNILLOS Y ROBLONES	116
8.2.1	<i>Representación sobre planos de proyección normales a sus ejes</i>	116
8.2.2	<i>Representación sobre planos de proyección paralelos a sus ejes</i>	117
8.3.	ACOTACIÓN Y DESIGNACIÓN	119
8.4.	ACOTACIÓN DE LOS ACHAFLANADOS	119
8.5.	ACOTACIÓN Y LONGITUD DE PIEZAS CURVAS	120
8.6.	DESIGNACIÓN DE BARRAS, PERFILES Y CHAPAS.....	120
8.6.1	<i>Barras y perfiles</i>	120
8.7.	ACOTACIÓN DE CARTELAS	122
8.8.	REPRESENTACIÓN ESQUEMÁTICA	123
9.	PILARES METÁLICOS	124
9.1.	APLICACIÓN Y NORMATIVA	124
9.2.	INFORMACIÓN PREVIA	124
9.3.	NORMATIVA:.....	124
9.4.	TIPOS DE PILARES METÁLICOS	125
9.5.	UNIÓN A CIMENTACIONES	128
10.	VIGAS METÁLICAS	129
10.1.	DEFINICIÓN	129
10.2.	NORMATIVA	129
10.3.	PERFILES NORMALIZADOS	130
10.4.	SIMBOLOGÍA (SEGÚN NTE - EAV).....	134
10.5.	PILARES Y VIGAS METÁLICOS	137
10.5.1	<i>Pilares compuestos</i>	137
10.5.2	<i>Vigas armadas</i>	138
10.5.3	<i>Vigas de sección variable</i>	139
10.5.4	<i>Celosías</i>	140
11.	ESCALERAS METÁLICAS	142
11.1.	APLICACIÓN	142
11.2.	NORMATIVA	142
11.3.	PLANOS DE OBRA	144
12.	ESTRUCTURAS ESPACIALES	145
12.1.	APLICACIÓN	145
12.2.	NORMATIVA	145
12.3.	PLANOS DE OBRA	146
12.4.	ELEMENTOS.....	146
12.4.1	<i>Mallas</i>	147
12.4.2	<i>Nudos</i>	148
12.4.3	<i>Barras</i>	149
12.4.4	<i>Estructura espacial de perfiles tubulares</i>	149
12.4.5	<i>Nudos de perfiles tubulares</i>	150
13.	ESTRUCTURAS PREFABRICADAS	151
13.1.	DEFINICIONES	151
13.2.	NORMATIVA	151
13.3.	PLANOS DE OBRA	152
13.4.	PLANOS GENERALES.....	152
13.4.1	<i>Planos generales de cimentaciones prefabricadas</i>	152
13.4.2	<i>Leyenda</i>	153
13.4.3	<i>Muros</i>	153
13.5.	PLANOS DE DETALLE	155
13.6.	PILARES.....	156
13.7.	VIGAS.....	157

13.7.1	<i>Vigas peraltadas</i>	157
13.8.	VIGAS DE CARGA	159
13.9.	VIGAS RETÍCULA	160
13.10.	SERIE VIGAS DE CARGA	160
13.11.	VIGUETAS	161
13.12.	PÓRTICOS	162
14.	SISTEMAS DE ENCOFRADO	163
14.1.	ELEMENTOS DE CIMENTACIÓN.....	163
14.1.1	<i>Muros</i>	163
14.1.2	<i>Forjados reticulares</i>	165
15.	PLANOS DEL PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD	167
16.	BIBLIOGRAFÍA	173

1. Normativa y legislación

1.1. Normativa del estado

1.1.1 Normativa técnica de la edificación

- R.D. 2608/96 EF-96 Instrucción para el proyecto y la ejecución de forjados unidireccionales de hormigón armado y pretensado.
- R.D. 779/97 RC-97 Instrucción para la recepción de cementos.
- R.D. 1627/1997 Disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción.
- R.D. 1427/1997. De 15 de septiembre por el que se aprueba la instrucción técnica complementaria MI-IP 03 "Instalaciones petrolíferas para uso propio".
- R.D.L. 1/1998 de 27 de febrero, sobre infraestructuras comunes en los edificios para el acceso a los servicios de telecomunicación.
- R.D. 2661/1998 de 11 de Diciembre, por el que se aprueba la "Instrucción de hormigón estructural (EHE)".
- R.D 1751/1998 de 31 de Julio, por el que se aprueba el reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE), y de sus Instrucciones Técnicas Complementarias (ITE) y se crea la ComisiónAsesora par las Instalaciones Técnicas en los Edificios.
- MIBT 026. Se adapta al progreso técnico la instrucción complementaria MIBT 026 del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión. ORDEN de 29 de Julio de 1.998. BOE nº 188 de 7 de Agosto de 1.998.
- MIG-R.7.1 y MIG-R.7.2. Se modifican las instrucciones técnicas complementarias MIG-R.7.1 y MIG-R.7.2 del Reglamento de Redes y Acometidas de Combustibles Gaseosos. ORDEN de 29 de mayo de 1.998. BOE nº 139 de 11 de Junio de 1.998.
- MI-IP02. Se modifica la Instrucción Técnica Complementaria MI-IP02 "Parques de almacenamiento de líquidos petrolíferos". R.D. 1562/1998 de 17 de Julio. BOE nº 189, de 8 de Agosto de 1.998.
- R.D. 279/1999. De 22 de Febrero. Reglamento regulador de las infraestructuras comunes de telecomunicaciones en el interior de los edificios.
- BOE nº 58, de 9 de Marzo de 1.999.

1.1.2 Legislación general

- Ley 34/ 88 General de Publicidad.
- Ley 16/ 89 de Defensa de la Competencia.
- Ley 3/ 91 Competencia Desleal.
- Ley 7/98 Condiciones Generales de la Contratación.

1.1.3 Legislación de urbanismo

- Ley 7/ 97 de medidas liberalizadoras en materia de Suelo y Colegios Profesionales.
- Sentencia del TC 61/ 97 de 20 de marzo suspende artículos de la Ley 8/90 y TR92.
- Ley 6/ 98 sobre régimen del suelo y valoraciones.

1.2. Documentos del proyecto: planos

Según la Instrucción de Hormigón Estructural EHE, los planos de un proyecto deberán ser suficientemente descriptivos para la exacta realización de la obra, a cuyos efectos se podrán deducir también de ellos los planos auxiliares de obra o de taller, y las mediciones que sirvan de base para las valoraciones pertinentes.

Deberán poder efectuarse, salvo en casos especiales, las mediciones de todos los elementos sin utilizar más dimensiones que las acotadas. En particular, de no incluirse despiece detallado de las armaduras, deberán poder deducirse directamente de los planos todas las dimensiones geométricas de las mismas, mediante las oportunas notas o especificaciones complementarias que las definen inequívocamente.

Los planos contendrán todos los detalles necesarios y, en particular, los detalles de los dispositivos especiales, tales como los de apoyo o de enlace.

En cada plano de la estructura figurará un cuadro con la tipificación de los hormigones, las propiedades específicas para los mismos, así como las características resistentes de los aceros empleados en los elementos que define el plano. Así mismo figurarán las modalidades de control previstas y los coeficientes de seguridad adoptados para el cálculo.

En el caso de hormigón pretensado deberá figurar el programa de tesado. Corresponde al proyectista fijar la resistencia mínima que debe poseer el hormigón de la pieza en el momento del tesado y anclaje de las armaduras, así como las tensiones máximas admisibles en dicho hormigón, en las diferentes etapas del proceso de tesado.

Un plano de construcción contiene una cantidad importante de información por escrito, al contrario de lo que suele suceder en otras disciplinas técnicas. En algunas de las figuras que acompañan a estas paginas se aprecia este hecho, y en algun caso se justificará.

En estos apuntes se hablará de la mayoría de planos que se emplean en un proyecto de construcción, mostrando en algunos casos distintas opciones de representación. En el cajetín de los planos se reflejará su origen.

Hay que indicar que el objetivo fundamental de cualquier plano de construcción que se maneje en una obra debe ser la de permitir que el encargado de la misma y los ferrallistas sean capaces de elaborar correctamente la ferralla de los elementos estructurales sin necesidad de tener que realizar hipótesis que puedan llevar a errores. Por otro lado, en toda obra debe existir una oficina técnica o dirección facultativa capaz de resolver las dudas que le puedan surgir al ferrallista durante el montaje de las armaduras, y que conozca todas las reglas y restricciones a aplicar derivadas de la tipificación del hormigón y modalidad de control reflejada en los planos.

2. Consideraciones previas

Los planos de construcción de un proyecto constituyen una de las herramientas más importantes de las que dispone el ingeniero jefe de obra para dirigir la ejecución de los trabajos. Por este motivo, es fundamental que los mismos recojan toda la información necesaria, pero también es sumamente importante que esta información se presente de una forma clara y sencilla.

Por tanto la importancia de la documentación gráfica que acompañará a un proyecto de construcción es muy elevada.

2.1. Métodos de proyección

La norma UNE 1-132-75 fija los métodos de proyección aplicables a los planos de edificios además de indicar los símbolos relativos a cada uno de ellos.

Entre los dos tipos de proyección empleados en este campo destacan la proyección ortogonal directa y la proyección ortogonal reflejada.

2.1.1 Proyección ortogonal directa

Este es el método más utilizado habitualmente.

La proyección ortogonal directa es la representación de un objeto obtenido por la intersección con un plano de las líneas de proyección perpendiculares a este plano.

La vista representa el lado del objeto que está colocado delante del dibujante.

La proyección ortogonal directa se simboliza, como se indica en la Fig. 1, por dos flechas paralelas, perpendiculares a una línea de trazos y puntos.

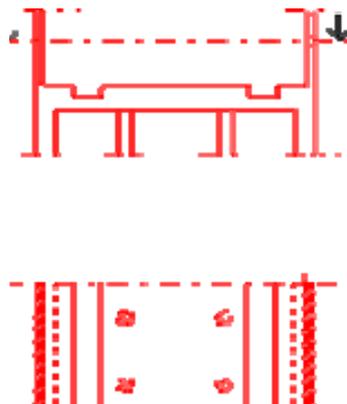


Fig. 1 Proyección ortogonal directa

2.1.2 Proyección ortogonal reflejada

La proyección ortogonal reflejada representa la imagen de un objeto en un espejo situado paralelo a los planos horizontales de este objeto.

La forma de simbolizar este tipo de proyección, son dos flechas dobles paralelas, perpendiculares a una línea fina de trazos y puntos.

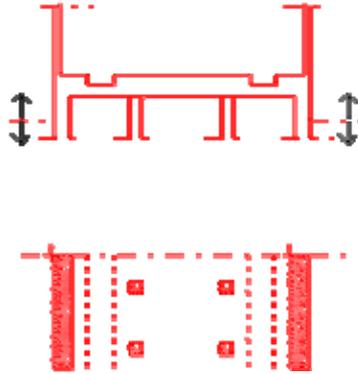


Fig. 2 Proyección ortogonal reflejada

2.2. Líneas de referencia

Para la correcta interpretación de los dibujos de planta podemos apoyarnos en líneas de referencia.

Una línea de referencia debe estar trazada por una línea continua aunque cuando sea necesario, para mayor claridad, la línea de referencia podrá ser representada por una línea de trazos y puntos:



Fig. 3 Líneas de referencia

La anchura de las líneas de referencia debe elegirse por el orden siguiente: fina y gruesa, de acuerdo con la norma UNE 1-032.

2.3. Terminaciones de línea

Cada Línea de referencia, ya sean líneas clave o líneas de retícula modular, deben estar terminadas por un círculo dibujado en trazo fino en un o en ambos extremos del trazo.

La designación para cada línea de referencia estará dentro del círculo o si es necesario puede situarse al lado del círculo.

Las referencias a cada línea serán caracteres alfanuméricos, siguiendo un criterio ya sea numeración decimal, alfabética o una combinación de ambas.

También podemos designar las líneas de referencia mediante coordenadas, en este caso no será necesario completarlas con círculos.

2.4. Líneas de referencia auxiliares



Fig. 4 Líneas de referencia auxiliares

Las líneas de referencia auxiliares deben representarse por medio de trazos y puntos gruesos con círculos de trazo fino en los extremos. Las líneas auxiliares son independientes del sistema de referencia y se utilizan generalmente para replanteo.

Cuando las líneas de referencia auxiliares indiquen alguna exigencia especial, por ejemplo cuando la línea deba replantearse por un topógrafo autorizado, deben representarse por trazos de punto y raya más gruesos rematados por rombos en trazo fino.

2.5. Representación de dimensiones, líneas y cuadrículas modulares

La norma UNE 1-156-95 define las reglas para la representación de las dimensiones, líneas y cuadrículas modulares en los dibujos de construcción. Esta norma es equiparable a la ISO 8560:1986.

El objetivo de las dimensiones, líneas y cuadrículas modulares y multimodulares es facilitar los trabajos de planificación y diseño así como la ayuda a la orientación y emplazamiento.

Cuando los dibujos utilicen medidas indicadas en módulos (en vez de en milímetros o metros) deben llevar una nota que lo indique claramente.

La designación de las medidas modulares será la siguiente:

Modular	n x M
Módulo base	M
Multimódulos	3M, 6M, 12M
Medidas modulares	10 m
Medidas multimodulares	10 x 3M, 5X 6M
No modular, si es necesario	M

Fig. 5 Designación de las medidas modulares

2.5.1 Representación de líneas y medidas modulares

Aplicación	Figura
El nivel más bajo debe dibujarse utilizando un trazo fino y continuo	
Para mayor claridad, las líneas modulares en posición axial pueden indicarse por una línea de trazo y punto	
Cuando es necesario identificarlas, deben terminarse con un círculo, dibujado con trazo fino	
La línea puede estar designada dentro del círculo con una referencia	
Los extremos de las líneas de cota de una zona modular, deben ser los mismos que los especificados en la Norma UNE 1-133 para las medidas simples.	

Fig. 6 Representación de líneas y medidas modulares

2.5.2 Cuadrículas modulares

El trazado de las líneas de retícula modular o multimodular depende de si existen o no diferentes intervalos de retícula, en el caso de que se superpongan, la representación puede hacerse más clara utilizando un trazo fino para los intervalos más pequeños, un trazo más grueso para los intervalos de anchura inmediatamente superior, según la Fig 7.

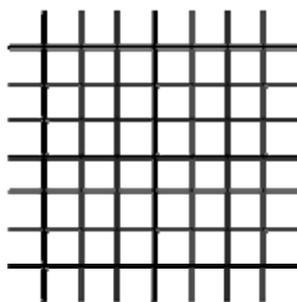


Fig. 7 Indicación de una zona modular con varios intervalos

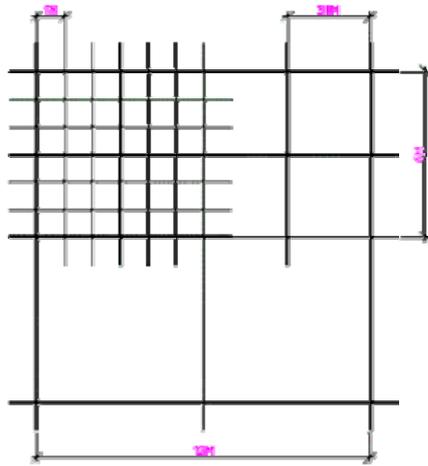


Fig. 8 Indicación de la media del intervalo de la cuadrícula

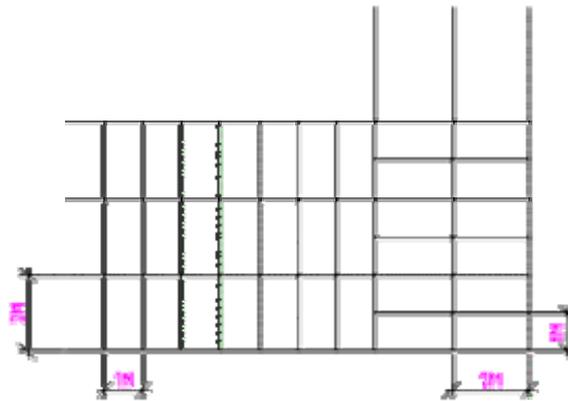


Fig. 9 Indicación del cambio de dirección de una cuadrícula modular

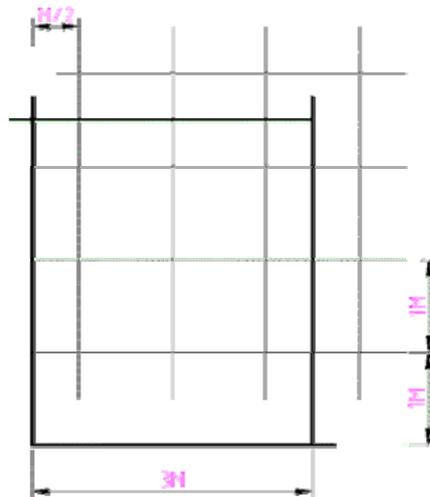


Fig. 10 Indicación del desplazamiento de una cuadrícula modular

2.6. Acotación

La norma UNE 1-039-94 equivalente a la ISO 129:1985 define los principios generales de acotación aplicables a los dibujos técnicos de obra civil, arquitectura y también de otros sectores: mecánica, electricidad, etc.

Las directrices principales de estas normas son:

1. Toda información dimensional necesaria para definir clara y completamente un elemento o conjunto de elementos deberá estar indicada sobre el dibujo, salvo que esta documentación esté dada en documentos afines.
2. Cada elemento o detalle se colocará una vez en un dibujo.
3. Las cotas de un dibujo se expresarán en la misma unidad sin indicar su símbolo. Si las unidades son distintas de los mm se indicarán en una nota. Si fuera necesario indicar otras unidades se utilizarán junto a la cota, (por ejemplo N·m para el momento).
4. Se indicarán únicamente el mínimo de cotas necesarias para definir un elemento, salvo que la adición de una cota auxiliar representara ventajas. Las cotas se colocarán sobre las vistas, cortes o secciones que representen más claramente los elementos correspondientes.
5. Podrán ser especificados los métodos de construcción o de control, cuando sean imprescindibles para asegurar una buena interpretación del diseño.

2.6.1 Elementos de Acotación

Los elementos de acotación son la línea auxiliar de cota, la línea de cota, las líneas de referencia, los extremos de la línea de cota, la indicación de origen y la cifra de cota (Ej Fig. 12)

Para crear homogeneidad entre los planos, la norma UNE 1-034-75 establece una serie de criterios de acotación que comentamos a continuación:

2.6.1.1 Líneas auxiliares

Se prolongarán ligeramente más allá de las líneas de cota.

Se trazarán principalmente perpendiculares a los elementos a acotar, aunque en caso necesario se pueden trazarse oblicuamente.

Las líneas auxiliares de cota y las líneas de cota no cortaran a otras líneas del dibujo a menos que sea inevitable.

2.6.1.2 Líneas de cota

Se trazarán sin interrupción, incluso si el elemento está representado mediante una vista interrumpida.

No debe de utilizarse como línea de cota una línea de simetría o de contorno, pero pueden emplearse como líneas auxiliares de cota.

Las líneas de cota deben tener terminaciones precisas, o en su caso, una indicación de origen.

2.6.1.3 Extremos e indicación del origen

Los extremos podrán ser flechas o trazos.

Independientemente del tipo de extremo elegido, este será el mismo para todo el proyecto.

La indicación del origen se representa por un pequeño círculo de aproximadamente 3 mm de diámetro.

Para acotar el radio de una circunferencia se traza una línea de cota con una sola flecha en contacto con el elemento acotado. La flecha se puede encontrar en el interior o en el exterior del contorno del elemento.

2.6.1.4 Cifras de cota

En un mismo dibujo, la altura, la anchura del trazo y el tipo de escritura empleado para la acotación, símbolos y otras indicaciones realizadas en el dibujo, deben ser los mismos.

Para que los dibujos satisfagan las exigencias de la micrografía y puedan ser reproducidos igualmente sin dificultad por otros sistemas reprográficos, la altura mínima de escritura a emplear en un dibujo, según el formato de la hoja original, es la expresada en la Tabla 1.

Alturas mínimas para la escritura						
Tipo de Escritura	Formato					
	A0	A1		A2	A3	A4
	A0x2	A1x3	A2x3		A3x3	A4x3
	A0x3	A1x4
			A2x5		A3x7	A4x9
A (h=14d)	5	5	3.5	3.5	3.5	3.5
B (h=10d)	3.5	3.5	2.5	2.5	2.5	2.5

Tabla 1 *Alturas mínimas para la escritura*

De la Tabla 1 se desprende que la mínima anchura de línea de escritura utilizada en un dibujo debe ser de $d=0.25$ mm. Para formatos A4 y sus múltiplos, A3 y sus múltiplos y A2; de 0.35 mm. Para los formatos restantes.

Para un mayor resalte, fácil lectura e interpretación de la acotación, símbolos y otras indicaciones realizadas en el dibujo, es preferible la utilización del tipo de escritura B ($h=10d$), UNE 1-034.

MÉTODO 1	MÉTODO 2
Paralelamente a sus líneas de cota y preferentemente en el centro, por encima y ligeramente separada de la línea de cota	Preferentemente en el centro. Las líneas de cota no horizontales, se interrumpen, para la inserción de la cifra de cota
Deben inscribirse para ser leídas desde abajo o desde la derecha del dibujo.	Deben inscribirse para ser leídas desde debajo de la hoja del dibujo.

Tabla 2. Colocación de las líneas de cota

2.6.2 Proporciones y medidas para la acotación en los dibujos técnicos

La notación de las cotas en los dibujos técnicos se puede presentar de tres formas distintas:

1. Notación de las cotas sin tolerancias.
2. Notación de las cotas con tolerancias anotadas en una altura.
3. Notación de las cotas con tolerancias anotadas en dos alturas.

En función de cada una de las formas descritas se consideran unas dimensiones determinadas.

2.6.3 Notación de las cotas sin tolerancias

En la Tabla 3 y en las **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** y **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** se indican las medidas a utilizar para este tipo de notación de cotas.

Grupo de línea	Anchura del trazo de línea fina	Anchura del trazo de la escritura	Anchura del trazo de la línea gruesa	Altura de la escritura	Distancia de la 1ª línea de cota	Espacio entre líneas de cota	Espacio entre línea de cota y escritura		Espacio entre línea de cota y subrayado	Longitud de la flecha
	d'	d	D''	h	H1	H2	i	i'	E	l
0.35	0.18	0.25	0.35	2.5	10	5	0.7	1.4	0.7	2.5
0.5	0.25	0.35	0.50	3.5	14	7	1	2	1	3.5
0.7	0.35	0.50	0.70	5	20	10	1.4	2.8	1.4	5
1	0.50	0.70	1	7	28	14	2	4	2	7
1.4	0.70	1	1.40	10	40	20	2.8	5.6	2.8	10
2	1	1.40	2	14	56	28	4	8	4	14

Tabla 3. Notación de las cotas sin tolerancias

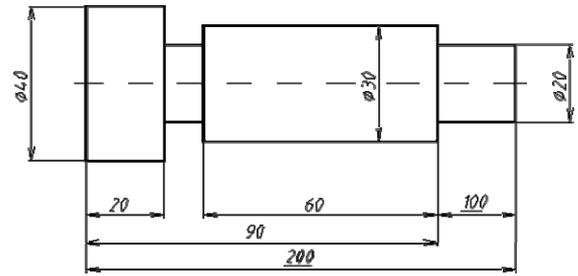
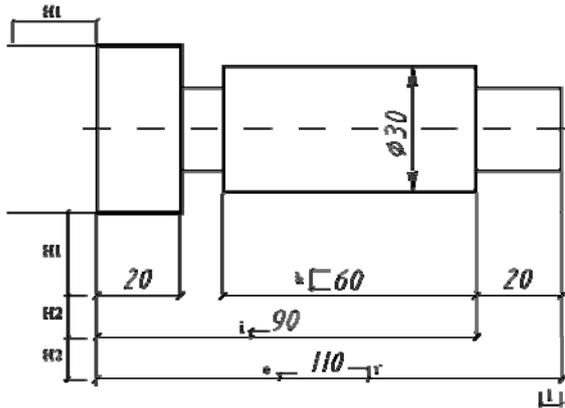


Fig. 11 Notación de las cotas sin tolerancias. (Ejemplo con $h = 5$ mm).

Fig. 12 Ejemplo de acotación con $h = 3.5$ mm.

2.6.4 Notación de las cotas con tolerancias anotadas en una altura

En la Tabla 4 y Fig. 13, Fig. 14, Fig. 15 y Fig. 16 se exponen las medidas a utilizar para este tipo de notación de cotas.

CIFRAS DE COTA		TOLERANCIAS INDICADAS POR SIMBOLOS ISO		TOLERANCIAS INDICADAS EN CIFRAS	
Anchura del trazo de la escritura	Altura de la escritura	Anchura del trazo de la escritura	Altura de la escritura	Anchura del trazo de línea fina	Altura de la escritura
d	h	d	h	d'	h'
0.35	3.5	0.35	3.5	0.25	3.5
0.70	7	0.70	7	0.50	7
1	10	1	10	0.70	10
1.40	14	1.40	14	1	14

Tabla 4 Notación de las cotas con tolerancias. Tolerancias anotadas en una altura.

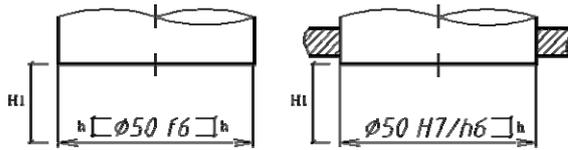


Fig. 13 Acotación con tolerancias indicadas por símbolos ISO. (Ejemplos con h = 5 mm).

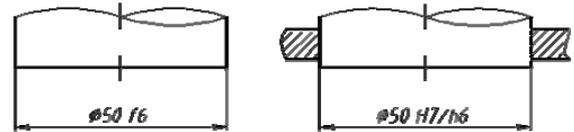


Fig. 14 Ejemplos de acotación con tolerancias indicadas por símbolos ISO con h = 3.5 mm.

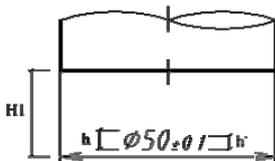


Fig. 15 Acotación con tolerancias situadas simétricamente e indicadas en cifras, (ejemplo con h = 5 mm). Y ejemplo con h = 3.5 mm.

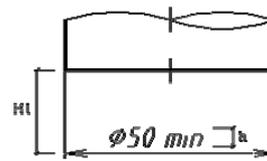
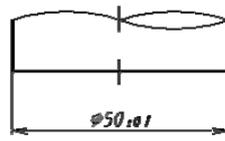
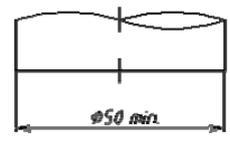


Fig. 16 Acotación con medida limitada en un sentido, (ejemplo con h = 5 mm). Y ejemplo con h = 3.5 mm.



2.6.5 Notación de las cotas con tolerancias anotadas en dos alturas

En la Tabla 5 y en las Fig. 17, Fig. 18, Fig. 19, y Fig. 20 se exponen las medidas a utilizar para este tipo de notación de cotas.

CIFRAS DE COTA		TOLERANCIAS INDICADAS POR SIMBOLOS ISO		CIFRAS DE REFERENCIA							
Anchura del trazo de la escritura	Altura de la escritura	Anchura del trazo de línea fina	Altura de la escritura	Anchura del trazo de la línea gruesa	Altura de la escritura	Distancia de la 1ª línea de cota	Espacio entre líneas de cota	Distancia de línea de cota a escritura por debajo	Espacio entre signo de quebrado y escritura	Espacio entre línea de cota y escritura	
d	h	d'	h'	d''	h''	H1	H2	H3	i''	b	b'
0.35	3.5	0.25	2.5	0.50	5	14	10	7	0.7	5	3.5
0.50	5	0.35	3.5	0.70	7	20	14	10	1	7	5
0.70	7	0.50	5	1	10	28	20	14	1.4	10	7
1	10	0.70	7	1.40	14	40	28	20	2	14	10
1.40	14	1	10	2	20	56	40	28	2.8	20	14

Tabla 5 Notación de las cotas con tolerancias anotadas en dos alturas

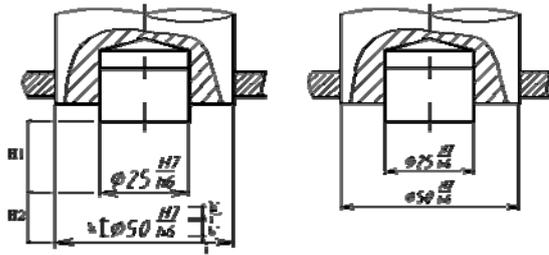


Fig. 17 Acotación con tolerancias indicadas por símbolos ISO, (ejemplo con $h = 5$ mm). Y ejemplo con $h = 3.5$ mm.

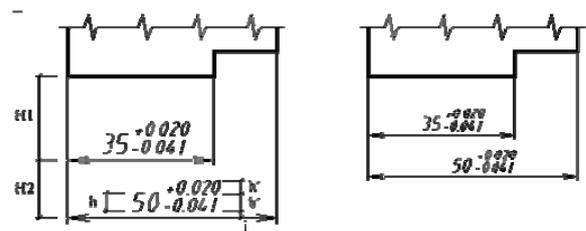


Fig. 18 Acotación con tolerancias indicadas en cifras, (ejemplo con $h = 5$ mm). Y ejemplo con $h = 3.5$ mm).

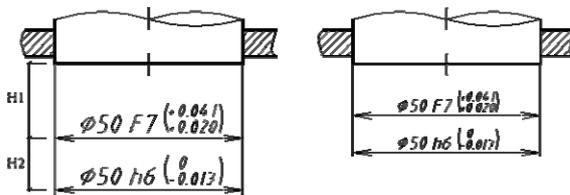


Fig. 19 Acotación con tolerancias indicadas por símbolos ISO y valores numéricos, (ejemplo con $h = 5$ mm, y ejemplo con $h = 3.5$ mm).

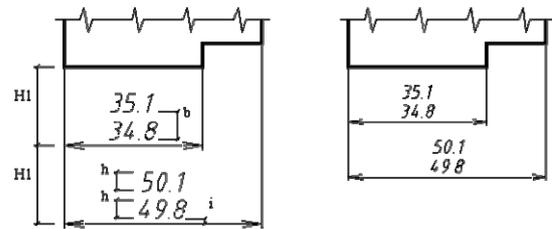


Fig. 20 Acotación con medidas límites, (ejemplo con $h = 5$ mm, y ejemplo con $h = 3.5$ mm).

2.7. Designación de los edificios y sus partes

Cotas y arquitectura: La altura de las plantas suele incluirse en un esquema como el de la Fig. 21, que irá incrustado en todos los planos donde resulte necesario.

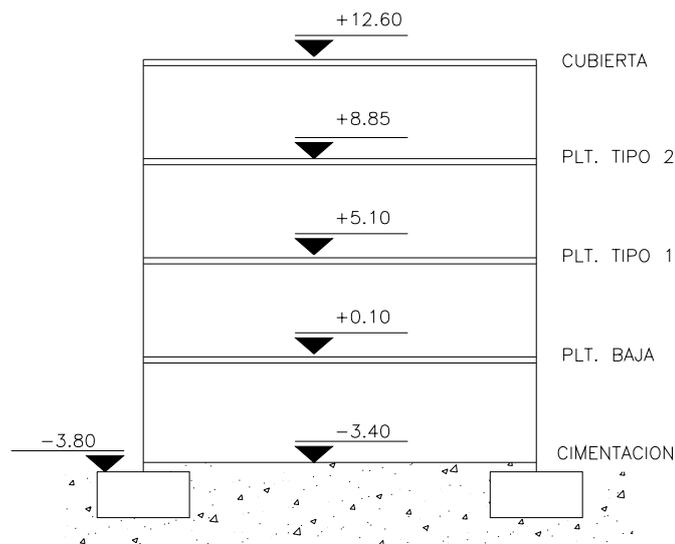


Fig. 21 Altura de las plantas

Los planos de fachada ayudan a comprender mejor el aspecto final del edificio a construir (Fig. 22).

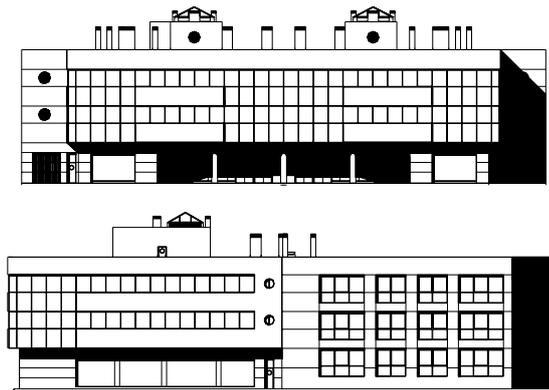


Fig. 22 Plano de fachada

2.8. Cuadro de información

CUADRO DE CARACTERISTICAS SEGUN EHE						
HORMIGON						
ELEMENTO ESTRUCTURAL	Tipo de Hormigon	Nivel de control	Coef. parcial seguridad Yc	Resistencia de calculo (N/mm ²)	Recubrimiento minimo (mm)	
Cimentacion	HA-25/P/40/Ila	ESTADISTICO	1,50	16,6	30	
Pilares	HA-25/P/20/Ila	ESTADISTICO	1,50	16,6	20	
Vigas	HA-25/P/20/Ila	ESTADISTICO	1,50	16,6	20	
Forjados y Losas	HA-25/P/20/Ila	ESTADISTICO	1,50	16,6	20	
ACERO						
ELEMENTO ESTRUCTURAL	Tipo de Acero	Nivel de control	Coef. parcial seguridad Ys	Resistencia de calculo (N/mm ²)	El acero debe estar garantizado por la marca AENOR	
Cimentacion	B 500 S	NORMAL	1,15	348		
Pilares y Vigas	B 500 S	NORMAL	1,15	348		
Forjados y Losas	B 500 S	NORMAL	1,15	348		
EJECUCION						
TIPO DE ACCION	Nivel de control	Coeficiente parcial de seguridad (para E.L.U)				
		Efecto favorable	Efecto desfavorable			
Permanente	NORMAL	Yg=1,00	Yg=1,50			
Permanente de Valor no Constante	NORMAL	Yg=1,00	Yg=1,60			
Variable	NORMAL	Yq=1,00	Yq=1,60			
ESPECIFICACIONES PARA MATERIALES Y HORMIGONES						
TIPO DE HORMIGON	ARIDO		CEMENTO		CONSISTENCIA	
	TIPO	TAMANO MAX. (mm)	TIPO	CANTIDAD MIN. (Kg/m ³)	RELACION A/C	ASIENTO EN CONO DE ABRAMS.(cm)
HA-25/P/40/Ila	WACHACADO	40 mm	CEM I 32,5	275	0,60	PLASTICA 3-5 cm
HA-25/P/20/Ila	WACHACADO	20 mm	CEM I 32,5	275	0,60	PLASTICA 3-5 cm
1.- La tensión estimada del terreno de 0.20 N/mm ² (2.0Kp/cm ²) 2.- Se prohíbe el empleo de separadores metalicos, de madera o material residual de construcción (piedras o ladrillos).						
FORJADO PLANTA BAJA						
ESPESOR DEL FORJADO 25+5/83x83 SOBRECARGA 450 KG/M ² . PESO PROPIO 550 KG/M ² .						

Fig. 23 Cuadro de información

El cuadro de información contiene las características del hormigón y acero a emplear, nivel de control, ambiente al que va a estar sometida la estructura, coeficientes de seguridad empleados, etc. El nivel de control y el ambiente determinan el espesor de recubrimiento de los elementos estructurales.

En los planos de los forjados se incluirá información sobre las cargas de diseño.

NOTA: Espesor del forjado 25+5/83x83 indica que el espesor (canto) será de 25 cm + 5 cm de capa de compresión, para forjado reticular, distancia entre ejes en X e Y de 83 cm.

3. Representación de las armaduras de hormigón

3.1. Ferralla

Constituyen las armaduras pasivas para el hormigón, serán de acero y estarán constituidas por:

- Barras corrugadas.
- Mallas electrosoldadas.
- Armaduras básicas electrosoldadas en celosía.

Los diámetros nominales de las barras corrugadas se ajustarán a:

6 - 8 - 10 - 12 - 14 - 16 - 20 - 25 - 32 y 40 mm

Los diámetros nominales de los alambres corrugados empleados en las mallas electrosoldadas se ajustarán a:

5 - 5,5 - 6 - 6,5 - 7 - 7,5 - 8 - 8,5 - 9 - 9,5 - 10 - 10,5 - 11 - 11,5 - 12 y 14 mm

Para el reparto y control de la fisuración superficial podrán utilizarse, además de las mallas formadas por los diámetros anteriores, mallas electrosoldadas formadas por alambres corrugados de diámetro 4 ó 4,5 mm, sin que puedan tenerse en cuenta a efectos de comprobación en estados límite últimos.

Los diámetros nominales de los alambres, lisos o corrugados, empleados en las armaduras básicas electrosoldadas en celosía se ajustarán a:

5 - 6 - 7 - 8 - 9 - 10 y 12 mm

Exclusivamente en el caso de forjados unidireccionales de hormigón donde se utilicen armaduras básicas electrosoldadas en celosía podrán emplearse, en los elementos transversales de conexión de la celosía, además de los alambres de los diámetros antes indicados, los de 4 y 4,5 mm. La armadura básica electrosoldada se compone de un elemento longitudinal superior, dos elementos longitudinales inferiores y dos elementos transversales de conexión que forman la celosía. Todos los elementos están constituidos por barras o alambres, que deben ser corrugados en el caso de los elementos superior e inferiores, y pueden ser lisos o corrugados en el caso de los elementos de conexión.

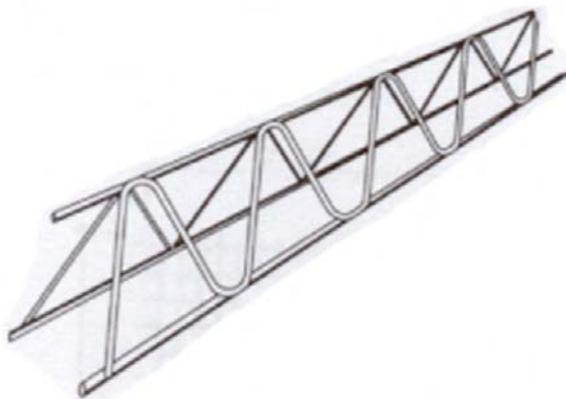


Fig. 24 Armadura básica electrosoldada en celosía

La sección equivalente de las armaduras pasivas no será inferior al 95,5% de su sección nominal. Se entiende por sección equivalente (expresada en centímetros cuadrados) al cociente de su peso en gramos por 7,85 veces su longitud en centímetros.

Las barras corrugadas deben cumplir con los requisitos técnicos establecidos en la norma UNE 36-068-94. Las mallas electrosoldadas cumplirán los requisitos técnicos prescritos en la norma UNE 36-092-96. Armaduras básicas electrosoldadas en celosía son aquellas que cumplen los requerimientos técnicos especificados en la norma UNE 36-739-95.

3.2. Atado de ferralla

Se entiende por atado de la ferralla al conjunto de operaciones destinadas a fijar las armaduras entre sí, de tal forma que la ferralla adquiera su forma global definida en los planos, y la mantenga durante el transporte, montaje y hormigonado.

La normativa que en España regula este aspecto de las estructuras de hormigón armado es la norma UNE 36-831-97 "Armaduras pasivas de acero para hormigón estructural - Corte, doblado y colocación de barras y mallas. Tolerancias. Formas preferentes de armado". Básicamente existen dos procedimientos para efectuar la operación de atado:

a) Atado con alambre

La práctica habitual es realizar el atado con alambre negro de acero, normalmente con un diámetro de 1,2 a 1,6 mm, realizando el atado manualmente con tenazas, o mediante pistolas automáticas.

b) Atado con puntos de soldadura

Según la Instrucción de Hormigón Estructural EHE, se autoriza el uso de la técnica de soldadura para la elaboración de la ferralla siempre que la operación se realice de acuerdo con los procedimientos establecidos en la norma UNE 36-832-97 "**Especificaciones para la ejecución de uniones soldadas de barras para hormigón estructural**", el acero sea soldable, y la soldadura se efectúe en taller con instalación industrial fija. Es un procedimiento rápido que proporciona a las jaulas de ferralla gran rigidez, pero que presenta el inconveniente de requerir mano de obra especializada de alto coste, y la imposición de realizar las uniones soldadas en una instalación fija. Por lo tanto, se añade el inconveniente derivado de la necesidad de transportar la ferralla de los elementos estructurales ya montada hasta la obra, en vez de transportar barras rectas de 12 m de longitud, con el ahorro de espacio que esto supondría.

Existen dos procedimientos básicos de soldadura: por resistencia y por electrodo. En ambos casos se habla de uniones no resistentes, es decir, no destinadas a proporcionar ningún anclaje mecánico. La soldadura no debe soltarse durante la manipulación de la ferralla.

La soldadura no debe reducir la ductilidad ni resistencia de las barras corrugadas en la zona soldada. Este requisito es el que restringe el uso de la soldadura como procedimiento de atado a talleres con instalación industrial fija que cuenten con control de calidad específico de este proceso.

El número de uniones a realizar para el correcto atado de la ferralla depende de la tipología de ésta, y en cualquier caso debe ser suficiente para que las armaduras no se muevan y estén fijadas en sus posiciones. Hay que tener en cuenta que las operaciones de transporte, montaje y hormigonado son relativamente bruscas, por lo que es necesario adoptar posturas conservadoras. A continuación se indican unas reglas generales recogidas de forma resumida en la Instrucción de Hormigón Estructural EHE:

- *Pilares y vigas.*

Debe atarse cada cruce de esquina de los cercos o estribos con la armadura principal. Las demás barras longitudinales diferentes de las de esquina deben atarse a los cercos a distancias no superiores a cincuenta veces el diámetro de la barra. Los estribos múltiples formados por elementos simples deben atarse entre sí.

- *Zapatas, losas y placas.*

Deben atarse todos los cruces de barras del perímetro del panel de armadura. En el resto del panel se sujetarán los cruces de barras de forma alternativa.

- *Muros.*

Se atan las barras en intersecciones alternadas.

3.3. Colocación de las armaduras

Tras haber realizado el atado de la ferralla, las armaduras deben colocarse en sus posiciones definitivas dentro de los encofrados. Hay que tener cuidado de que las armaduras no entren en contacto con sustancias perjudiciales desde el punto de vista de la adherencia, en especial, los desencofrantes.

Una operación delicada que depende de la adecuada colocación de las armaduras es lograr los recubrimientos prescritos en el proyecto, con su implicación en la durabilidad de la estructura. Para ello, se utilizan una serie de dispositivos que separan las armaduras de los paneles de encofrado una distancia tal que permita satisfacer la tolerancia oportuna. Estos dispositivos se denominan:

- Separador. Normalmente se fijan a la ferralla por acción de una pinza, o mediante atado por un alambre. Es el dispositivo más utilizado en proyectos convencionales.
- Calzo.
- Pie de pato. Pieza fabricada a partir de barras corrugadas que reemplaza a los calzos en elementos de gran canto.

Los materiales empleados para la fabricación de separadores y calzos son hormigón, mortero, piezas metálicas (con un tratamiento adecuado contra la corrosión) o piezas de plástico. En estructuras que vayan a estar sometidas a condiciones excepcionalmente estrictas de resistencia al fuego, es recomendable evitar el uso de separadores de plástico. Todos estos elementos quedan perdidos o embebidos en el hormigón tras su vertido.

La designación de un separador se realiza mediante el empleo de siete caracteres numéricos y alfabéticos. La primera letra designa su serie según su capacidad de carga (ver tabla). A continuación figuran dos cifras que expresan el recubrimiento garantizado en milímetros. Los dos caracteres siguientes hacen referencia al fabricante, y finalmente, los dos últimos caracteres indican el diámetro de la barra expresado en milímetros.

CATEGORÍA Y APLICACIÓN	
SERIE LIGERA L	Válidos para armaduras verticales o para garantizar el recubrimiento de armaduras horizontales en piezas pequeñas y siempre que el diámetro máximo no supere los 16 mm.
SERIE MEDIA M	Aptos para recubrimientos de armaduras hasta 20 mm de diámetro en cualquier posición.
SERIE PESADA P	Aptos para recubrimientos de armaduras para barras superiores a 20 mm.
CALZOS	Aptos para soportar la armadura de cara superior de losas o cimentaciones, o para separar entre sí emparrillados de armaduras situados en planos paralelos.

En cuanto a las reglas para la colocación de separadores, la Instrucción de Hormigón Estructural EHE recoge las siguientes prescripciones:

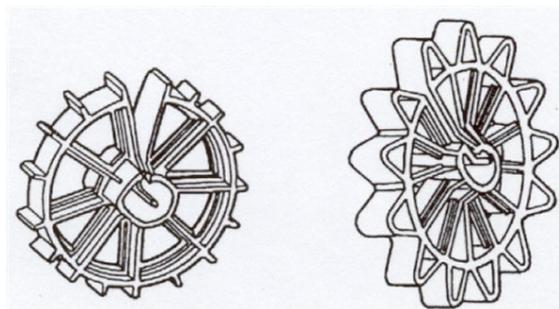
DISPOSICIÓN DE SEPARADORES		
Elemento		Distancia máxima
ELEMENTOS SUPERF. HORIZONTALES	Emparrillado inferior	50 ϕ ó 100 cm
	Emparrillado superior	50 ϕ ó 50 cm
MUROS	Cada emparrillado	50 ϕ ó 50 cm
	Separación entre emparrillados	100 cm
VIGAS (Se dispondrán al menos tres planos de separadores por vano)		100 cm
SOPORTES (Se dispondrán al menos tres planos de separadores por tramo)		100 ϕ ó 200 cm

ϕ Diámetro de la armadura a la que se acopla el separador

No es frecuente representar este tipo de elementos en los planos de ferralla, dejándose a criterio de la dirección facultativa de obra la definición del número, posición y tipo de separadores a emplear. En caso de sí hacerlo, esquemáticamente se representan mediante un pequeño triángulo ▲.



SEPARADORES TIPO APOYO Y CLIP



SEPARADORES TIPO RUEDA

Fig. 25 Tipos de separadores

3.4. Anclaje de armaduras

Las longitudes de anclaje dependen entre otros factores de la posición que las barras ocupan en la pieza de hormigón:

- **Posición I:** De adherencia buena. Para las armaduras que durante el hormigonado forman con la horizontal un ángulo comprendido entre 45° y 90°, o que en el caso de formar un ángulo inferior a 45°, están situadas en la mitad inferior de la sección o a una distancia igual o mayor a 30 cm de la cara superior de una capa de hormigonado. Se define la longitud básica de anclaje como:

$$l_{básica} = m\phi^2 \quad (\text{no menor que } f_{yk} \cdot \phi / 20)$$

- **Posición II:** De adherencia deficiente. Para las armaduras que durante el hormigonado no se encuentran en ninguno de los casos anteriores. Se define la longitud básica de anclaje como:

$$l_{básica} = 1,4 \cdot m\phi^2 \quad (\text{no menor que } f_{yk} \cdot \phi / 14)$$

En ambos casos, ϕ es el diámetro de la barra en centímetros, f_{yk} es el límite elástico garantizado del acero en N/mm^2 , y m viene definido por la siguiente tabla:

VALORES DEL COEFICIENTE m		
Resistencia característica del hormigón en N/mm^2	B 400 S	B 500 S
25	12	15
30	10	13
35	9	12
40	8	11
45	7	10
50	7	10

La longitud de anclaje realmente necesaria se denomina longitud neta de anclaje, y viene definida por la expresión:

$$l_{neta} = l_{básica} \cdot \beta \cdot A_s / A_{sreal}$$

donde A_s es el área de armadura necesaria según cálculo, A_{sreal} es el área realmente dispuesta, y β es un factor de reducción en función del tipo de anclaje, definido en la siguiente tabla:

VALORES DE β		
TIPO DE ANCLAJE	TRACCIÓN	COMPRESIÓN
Prolongación recta	1	1
Patilla, gancho y gancho en U	0,7	1
Barra transversal soldada	0,7	0,7

Para grupos de barras, siempre que sea posible el anclaje se realizará por prolongación recta. La longitud de anclaje de las barras será como mínimo:

$1,3 l_{básica}$ para grupos de 2 barras

$1,4 l_{básica}$ para grupos de 3 barras

$1,6 l_{básica}$ para grupos de 4 barras

siendo $l_{básica}$ la longitud básica de anclaje correspondiente a una barra aislada.

3.5. Empalme de armaduras

Los empalmes de las barras pueden efectuarse, por soldadura, manguito u otros dispositivos mecánicos, pero por su simplicidad y sencillez, el método empleado más comúnmente para realizar el empalme de armaduras pasivas en obra es por solapo. Siempre que sea posible, deben evitarse los empalmes de las armaduras; de ser necesarios, conviene que queden alejados de las zonas en que las armaduras trabajen a su máxima carga. También conviene alejar entre sí los empalmes de las distintas barras de una misma armadura.

3.5.1 Empalme por solapo de barras aisladas

El empalme por solapo de barras aisladas se efectúa adosando las dos barras que se empalman en la posición que mejor permita el hormigonado, dejando una separación entre ellas de cuatro veces el diámetro de la menor como máximo. Por otra parte, para las armaduras en tracción, la separación de las barras solapadas no debe ser inferior a dos centímetros, el diámetro de la mayor o 1,25 veces el tamaño máximo del árido.

Entre las barras que se solapan se desarrollan acciones tangentes que deben ser absorbidas por armaduras transversales. Generalmente la armadura transversal ya existente para esfuerzos cortantes es suficiente para cumplir este papel. En la zona de solapo deberá existir una armadura transversal con sección igual o superior a la sección de la mayor barra solapada.

La longitud de solapo será igual a:

$$l_{\text{solapo}} = \alpha * l_{\text{neta}}$$

siendo l_{solapo} el valor de la longitud neta de anclaje y α el coeficiente definido por la siguiente tabla en función del porcentaje de armadura solapada en una sección respecto a la sección total de acero de esa misma sección, de la distancia transversal entre empalmes y del tipo de esfuerzo de la barra.

VALORES DEL COEFICIENTE α						
Distancia entre los empalmes más próximos	Porcentaje de barras solapadas trabajando a tracción con relación a la sección total de acero					Barras solapadas trabajando a compresión
	20	25	33	50	> 50	

$\leq 10 \phi$	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	1,0
$> 10 \phi$	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,0

Para barras de diámetro mayor de 32 mm, sólo se admitirán los empalmes por solapo si en cada caso y mediante estudios especiales, se justifica satisfactoriamente su correcto comportamiento. Este hecho es uno de los factores que hacen que en obras convencionales se tienda a emplear barras corrugadas con diámetros de hasta 25 mm.

3.5.2 Empalme por solapo de grupos de barras

Sólo se permite empalmar por solapo grupos de dos o tres barras, disponiendo a tope cada una de ellas con la que se va a empalmar y colocando una barra suplementaria en toda la zona de empalme. El decalaje o separación entre los distintos empalmes de las barras del grupo debe ser $1,2 \cdot l_b$ o $1,3 \cdot l_b$ según se trate de grupos de dos o tres barras, siendo l_b la longitud básica de anclaje por prolongación recta.

La barra suplementaria debe ser de diámetro igual al mayor de las que forman el grupo. Su longitud debe recubrir toda la zona de empalmes y prolongarse a cada lado una magnitud de $1,2 \cdot l_b$ o $1,3 \cdot l_b$ según se trate de grupos de dos o de tres barras.

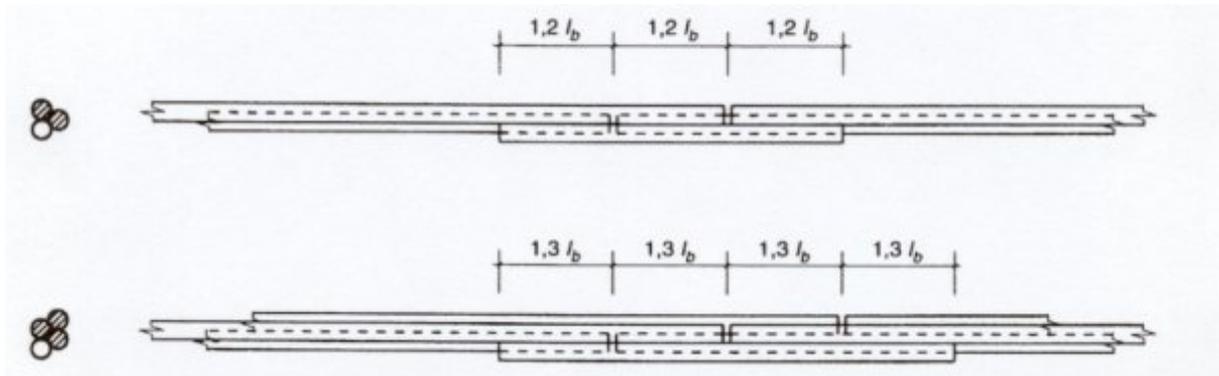


Fig. 26 Empalme por solapo de grupos de barras

3.5.3 Empalme por solapo de mallas electrosoldadas

Según su forma de colocación (alambres longitudinales en el mismo plano o en diferentes planos) el empalme por solapo de mallas puede efectuarse de dos maneras: simplemente acopladas o superpuestas en capas.

Para mallas acopladas la longitud de solapo l_0 es la misma que para las barras aisladas. Para las superpuestas en capas la longitud de solapo debe ser $1,7 \cdot l_0$ en mallas cuya separación entre alambres longitudinales sea igual o mayor de 10 diámetros; y $2,4 \cdot l_0$ si tal separación es inferior a 10 diámetros. En ningún caso la longitud de solapo será inferior a 15 diámetros ni a 20 centímetros.

Los solapos deben alejarse de las zonas de máximos esfuerzos. Si se dispone una sola capa de mallas, pueden solaparse en la misma zona el 100% de los elementos; si hay varias capas, tan sólo

pueden solaparse el 60% de los elementos, debiendo distanciarse entre sí las zonas de solapo en una longitud de al menos $1,5 \cdot l_0$.

En mallas dobles cuyos alambres tengan un diámetro mayor de 8,5 mm sólo se permite solapar en una misma zona, como máximo, el 60% de la armadura.

3.6. Doblado de armaduras

Con independencia del ensayo de doblado-desdoblado de las armaduras, encaminado a comprobar las características plásticas del acero, en las piezas de hormigón armado las barras deben doblarse con radios más amplios de los utilizados en dicho ensayo, para no provocar una perjudicial concentración de tensiones en el hormigón de la zona del codo. En este sentido conviene advertir que las tracciones transversales que tienden a desgarrar el hormigón suelen ser más peligrosas que las compresiones originadas directamente por el codo.

Las operaciones de doblado deben efectuarse en frío y a velocidad moderada. La Instrucción de Hormigón Estructural EHE establece que, salvo casos especiales, el doblado de las barras deberá realizarse sobre mandriles de diámetro no inferior a los valores indicados en la siguiente tabla.

DIÁMETRO MÍNIMO DE MANDRIL PARA EL DOBLADO DE BARRAS				
Clase de barra corrugada	Ganchos y patillas		Barras levantadas	
	Diámetro de la barra ϕ		Diámetro de la barra ϕ	
	< 20 mm	\geq 20 mm	\leq 25 mm	> 25 mm
B 400 S	2,5 ϕ	5 ϕ	10 ϕ	15 ϕ
B 500 S	4 ϕ	7 ϕ	10 ϕ	20 ϕ

Los cercos de diámetro igual o menor de 12 mm pueden doblarse con radios menores, siempre que no se origine en el acero un principio de fisuración. Como criterio general, para evitar la fisuración se aconseja no doblar los estribos con mandriles de diámetro inferior a tres centímetros.

3.7. Restricciones sobre la colocación de la ferralla

El aspecto fundamental a considerar es que las distintas barras que constituyen las armaduras de las piezas de hormigón armado deben tener unas separaciones mínimas, para permitir que la colocación y compactación del hormigón pueda efectuarse correctamente, de forma que no queden coqueas. El cálculo de un elemento estructural determina el área de armadura que debe presentar su sección resistente. El proyectista debe decidir cuántas barras disponer y de qué diámetro, teniendo en cuenta lo expresado en este párrafo.

La distancia libre, horizontal y vertical, entre dos barras aisladas consecutivas de la armadura principal debe ser igual o mayor que los tres valores siguientes:

- 2 centímetros
- el diámetro ϕ de la barra más gruesa
- 1,25 veces el tamaño máximo del árido

Si se disponen dos o más capas horizontales de barras, las de cada capa deben situarse en correspondencia vertical una sobre la otra, y el espacio entre columnas de barras debe ser tal que permita el paso de un vibrador interno.

En forjados, vigas y elementos similares pueden colocarse en contacto dos barras de la armadura principal de $\phi \leq 32$ mm (una sobre otra), e incluso tres barras de $\phi \leq 25$ mm. El disponer estos grupos de barras (así como aparear los estribos) es una práctica recomendable cuando tenga una gran densidad de armaduras, para asegurar el buen paso del hormigón y que todas las barras queden perfectamente envueltas por dicho material.

En soportes y otros elementos comprimidos, hormigonados en posición vertical, pueden colocarse en contacto hasta cuatro barras de la armadura principal de $\phi \leq 32$ mm.

En los casos en que se agrupen barras, para calcular los recubrimientos mínimos y las distancias libres mínimas respecto a las armaduras vecinas, se considerará como diámetro de cada grupo de barras (diámetro equivalente) el de una sola barra ficticia de igual centro de gravedad, cuya sección es la suma de las secciones de las diversas barras agrupadas.

En estos grupos de barras, su número y diámetro serán tales que el diámetro equivalente no sea mayor que 50 mm, salvo en piezas comprimidas que se hormigonen en posición vertical, en las que la limitación anterior podrá elevarse a 70 mm.

3.8. Disposiciones constructivas

Las armaduras que se disponen en el hormigón armado pueden clasificarse en **principales** y **secundarias**, debiendo distinguirse entre las primeras las armaduras longitudinales y las transversales.

Las **armaduras longitudinales** tienen por objeto, bien absorber los esfuerzos de tracción originados en los elementos sometidos a flexión o a tracción directa, o bien reforzar las zonas comprimidas del hormigón. Están formadas por barras longitudinales dispuestas básicamente en la cara traccionada, en función del momento flector.

Las **armaduras transversales** se disponen para absorber las tensiones de tracción originadas por los esfuerzos tangenciales (cortantes y torsores), para zunchar las zonas de hormigón comprimido y para asegurar la necesaria ligadura entre armaduras principales, de forma que se impida su pandeo y la formación de fisuras localizadas. Están formadas por cercos rectangulares, rodeando la armadura longitudinal, en función del esfuerzo cortante. En vigas de ancho igual o superior a 50 cm se dispondrán cercos de más de dos ramas.

En cuanto a las **armaduras secundarias**, son aquellas que se disponen por razones meramente constructivas o para evitar fisuraciones excesivas. Contribuyen al buen atado de los elementos estructurales, facilitando que su trabajo real responda al supuesto en el cálculo. Su trazado puede ser longitudinal o transversal. Se incluyen entre ellas:

- c) *Armaduras de montaje, cuyo fin es facilitar la colocación de la ferralla.*
- d) *Armaduras de piel, son armaduras transversales de 8 mm de diámetro se disponen en los paramentos de vigas de canto importante (superior a 60 cm).*
- e) *Armaduras para retracción y efectos térmicos, que se disponen en los forjados y losas en general*
- f) *Armaduras de reparto, que se colocan bajo cargas concentradas y, en general, cuando interesa repartir una carga, etc.*

Las armaduras deben colocarse limpias, exentas de óxido no adherido (se admite el óxido que queda después de cepillar las barras con cepillo de alambre), así como libres de pintura, grasa, hielo o cualquier otra sustancia perjudicial. Deberán sujetarse al encofrado y entre sí, de modo que se

mantengan en posición correcta, sin experimentar movimientos durante el vertido y compactación del hormigón.

La primera regla que debe respetarse en la organización de las armaduras de elementos de hormigón armado es que la disposición de las armaduras debe ser tal que permita un buen hormigonado de la pieza, es decir, que asegure que el hormigón envolverá perfectamente a todas las barras. La figura a muestra una disposición defectuosa, que conduce a un hormigonado y compactación inadecuados. La figura b muestra una disposición correcta, con huecos suficientes entre barras para permitir el paso de un vibrador.

En vigas planas, ancho muy superior al del soporte, se dispondrá una armadura perpendicular a la longitudinal en la cara superior y en las proximidades del soporte interior, según el apartado de Cálculo

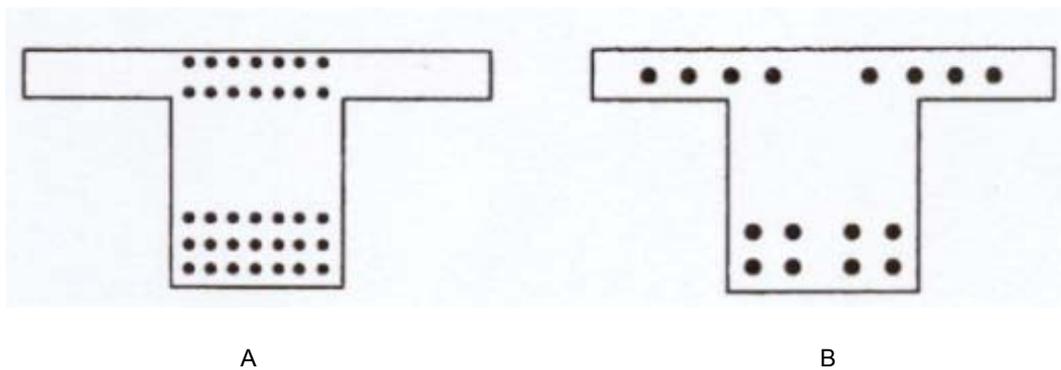


Fig. 27 Disposición de las armaduras

3.8.1 Notación

- b ≡ ancho de la sección de hormigón
- h ≡ canto de la sección de hormigón
- d ≡ distancia desde la fibra más comprimida de hormigón hasta el centro de gravedad de la armadura de tracción
- s ≡ separación entre dos cercos o estribos consecutivos
- f_{cd} ≡ resistencia de cálculo del hormigón
- f_{yd} ≡ resistencia de cálculo del acero
- f_{yd}^* ≡ f_{yd} si este valor es $\leq 400 \text{ N/mm}^2$; 400 si $f_{yd} > 400 \text{ N/mm}^2$
- A_{st} ≡ sección total de cada cerco según un plano normal a la biela de tracción
- α ≡ ángulo que forma la armadura transversal con la horizontal
- V_{rd} ≡ esfuerzo cortante efectivo que moviliza la armadura transversal

3.8.2 Compresión

En el proyecto de piezas comprimidas deben adoptarse las disposiciones siguientes:

- El diámetro mínimo de la armadura longitudinal será de 12 mm.

- En pilares rectangulares, la dimensión de cualquiera de sus lados deberá ser mayor o igual de 250 mm.
- Como principio general, usar en pilares el mínimo número de barras posible. Esto permite un hormigonado correcto, el uso de estribos simples conduce a una mejor resistencia del hormigón y de la pieza.
- La separación máxima entre barras longitudinales consecutivas será de 300 mm.
- En pilares circulares, el número mínimo de barras longitudinales será de seis, y en pilares rectangulares, el número mínimo de barras longitudinales será de cuatro.
- Se dispondrán estribos separados entre si una distancia no superior a quince veces el diámetro de la barra longitudinal más delgada ni a la menor dimensión del núcleo de hormigón limitado por el borde exterior de la armadura longitudinal.
- El diámetro de los estribos será igual o superior a 0,25 veces el diámetro de la barra longitudinal más gruesa.
- Cada barra debe quedar arriostrada en dos sentidos por ramas de estribos cuyo ángulo no supere los 135°. Cada nudo puede arriostrar la barra en él situada, y otras dos barras mas separadas del nudo una distancia inferior a 150 mm.
- Cuando un conjunto de estribos simples forma uno compuesto, los distintos estribos simples deben colocarse en contacto.
- La cuantía mínima de armadura longitudinal deberá ser siempre mayor que:
 - 0,4% de la sección de hormigón del pilar
 - $0,10 \cdot f_{cd} \cdot b \cdot d / f_{yd}$.

3.8.3 Flexión

La piezas sometidas a esfuerzos de flexión experimentarán una distribución de tensiones triangular con tracciones en una zona y compresiones en la otra. El eje neutro separa ambas zonas. En la zona comprimida el hormigón actúa como elemento resistente, aunque se dispondrá una cuantía mínima de armadura de compresión. En la zona traccionada, a efectos de cálculo solamente se considerará como elemento resistente a la armadura que mecánicamente existe. La disposición de la armadura longitudinal debe buscar que **d** sea lo mayor posible. Si definimos por **As** al área de armadura existente en una sección, las cuantías mínimas son:

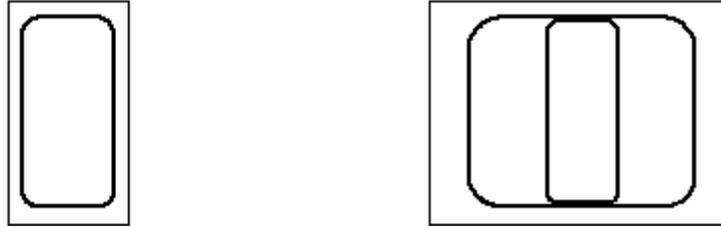
En la zona traccionada:	<ul style="list-style-type: none"> ➤ para acero B 400 S $A_s \geq 0,0033 \cdot b \cdot h$ ➤ para acero B 500 S $A_s \geq 0,0028 \cdot b \cdot h$.
En la zona comprimida:	➤ 1/3 de la cuantía mínima de la zona traccionada.

3.8.4 Cortante

- Cuantía mínima de armadura transversal: $2 \cdot A_{st} \cdot f_{yd}^* \geq 0,02 \cdot f_{cd} \cdot b \cdot s$
- Separación longitudinal entre estribos:
 - Si $V_{rd} < 1/5 \cdot V^* \Rightarrow s < 0,8 \cdot d$ y 300 mm
 - Si $1/5 \cdot V^* < V_{rd} < 2/3 \cdot V^* \Rightarrow s < 0,6 \cdot d$ y 300 mm
 - Si $V_{rd} > 2/3 \cdot V^* \Rightarrow s < 0,3 \cdot d$ y 200 mm

$$V_{rd} \leq 0,30 \cdot f_{cd} \cdot (1 + \cotg\alpha) \cdot b \cdot d = V^*$$

- Para elementos lineales (longitud superior a cinco veces el canto) ...



si $b \leq 40 \text{ cm} \Rightarrow$ un cerco

si $b > 40 \text{ cm} \Rightarrow$ al menos dos cercos

Fig. 28 Cercos

3.8.5 Torsión

Las armaduras de torsión podrían, en principio, disponer de dos formas: armaduras inclinadas a 45° o una combinación de barras longitudinales y cercos.

La primera solución, puramente teórica, tiene la ventaja de que las barras siguen las trayectorias de las tensiones principales de tracción, por lo que trabajan mejor y son menores las compresiones en el hormigón. También ofrece una economía de acero del orden del 50%, ya que el peso del acero de las hélices equivale al de los cercos y se ahorran las armaduras longitudinales. Pero tiene los inconvenientes de que su preparación y colocación son complicadas y de que sólo se resisten los momentos torsores de un cierto signo, pero no del contrario, por lo que los errores de montaje e inversiones en las sollicitaciones resultan peligrosas.

La segunda solución es la que se emplea en la práctica por su mayor sencillez y facilidad constructiva, junto con su capacidad para resistir momentos torsores de cualquier signo (sólo cambia la dirección de las bielas comprimidas de hormigón).

Según Leonhardt, en el caso de piezas huecas, conviene repartir las armaduras longitudinales y transversales entre las caras exterior e interior para espesores $t \leq b/8$, siendo b la menor dimensión de la sección. Para espesores hasta $b/5$ conviene disminuir las armaduras longitudinales y transversales de la cara interior, y para espesores aún mayores, disponer todas las armaduras de torsión en la cara exterior.

Las armaduras longitudinales deberán distribuirse uniformemente en el perímetro de la sección. Si las dimensiones transversales de ésta son menores de 50 cm y el momento torsor no es importante, bastará con colocar redondos iguales en las esquinas. En caso contrario, habrá que disponer un buen solapo que asegure el cierre. Los ensayos demuestran que es suficiente cerrar los cercos con un doble gancho.

Según la Instrucción de Hormigón Estructural EHE, la separación entre cercos de torsión s_t debe cumplir la condición $s_t \leq u/8$, siendo u el perímetro eficaz. Además, para asegurar un confinamiento adecuado del hormigón sometido a compresión oblicua, la separación entre cercos de torsión queda limitada por la importancia del esfuerzo torsor al que va a estar sometido el elemento estructural.

Por lo que respecta a la cuantía mecánica de los cercos, no debe ser inferior al 2,3% de la armadura longitudinal para los casos normales.

En vigas de borde con forjado empotrado, si la torsión no se tiene en cuenta en los cálculos por ser una sollicitación secundaria, deben colocarse cercos cerrados a separaciones no superiores a $0,8 \cdot a$, siendo a la menor dimensión de los lados que conforman el perímetro eficaz, y cuatro barras continuas en las esquinas, como mínimo, de diámetro no inferior a 12 milímetros.

3.9. Representación simbólica de las armaduras de hormigón

3.9.1 Armadura ordinaria

La norma UNE 1-098-83 equivalente a ISO 3766 establece sistema de símbolos para ser utilizados en los dibujos de armaduras de hormigón armado y de hormigón pretensado

Nº	Denominación y descripción		Símbolo
1	Barra de armadura, trazo continuo extra grueso		
2	Sección transversal de una barra de armadura		
3	Barra con anclajes terminales	con ganchos	
		con codos de escuadra	
4	Barra sin anclajes terminales		
	Es necesario inclinar los extremos de la barra, cuando las barras no están separadas en el dibujo		
5	Barra con anillo o placa de anclaje		
6	Vista del anclaje desde la extremidad de la barra		
7	Barra paralela al plano del dibujo con escuadra en sentido contrario al lector		
	Para la reproducción sobre microfilm y para el caso de barras muy próximas		
8	Barra paralela al plano del dibujo con escuadra hacia el lector		
	Para la reproducción sobre microfilm y para el caso de barras muy próximas		

Tabla 6 Representación simbólica de las armaduras de hormigón

3.9.2 Armadura de pretensado

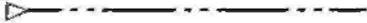
Nº	Denominación y descripción	Símbolo
1	Barra o cable pretensados, trazo extra grueso discontinuo	
2	Sección transversal de una armadura post-tensada en tubos o conductos	
3	Sección transversal de una armadura pretensada	
4	Anclaje en el extremo del tensado	
5	Anclaje fijo	
6	Vista del anclaje desde la extremidad de la armadura	
7	Acoplador móvil	
8	Acoplador fijo	

Tabla 7 Armadura de pretensado

3.9.3 Enrejado de paneles soldados

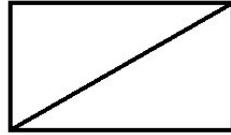
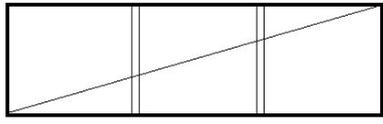
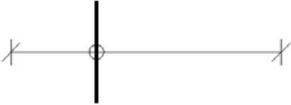
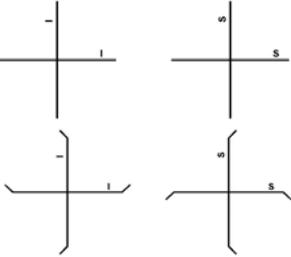
Nº	Denominación	Símbolo
1	Panel, visto en planta	
2	Serie de paneles idénticos	

Tabla 8 Enrejado de paneles soldados

3.9.4 Convenciones de dibujo

Nº	Convención	Símbolo
1	<p>Los radios de curvatura deben ser normalmente representados a escala</p> <p>En el caso de que una barra esté curvada con el menor radio de curvatura admisible, se puede representar una curvatura por una línea quebrada</p>	
2	<p>Un haz de barras puede representarse por una sola línea en cuyos extremos se indica el número de barras en el haz.</p> <p>Ejemplo: Representación de dos barras idénticas de haz</p>	
3	<p>Cada grupo de barras o de abrazaderas idénticas debe indicarse por una barra o una abrazadera en trazo contínuo extra grueso, con una línea perpendicular en trazo continuo fino terminada por pequeños trazos (cruzados) que indican la posición de la primera y de la última barra.</p> <p>Un círculo en trazo continuo fino indica la unión entre las dos representaciones simbólicas</p>	
4	<p>Barras colocadas en grupos equidistantes, conteniendo cada uno un número igual de barras idénticas</p>	
5	<p>Las Armaduras colocadas en dos sentidos deben representarse en sección o acompañadas de un texto o de un símbolo que muestre cual es la dirección de las barras en la capa exterior, sobre cada cara de la obra</p>	
6	<p>En una representación en planta de disposiciones simples, la capa superior y la capa inferior de las armaduras deben dibujarse con letras añadidas a las anotaciones, para indicar la posición de la capa</p> <p>Cuando se utilicen signos en los extremos, la capa inferior debe representarse con símbolos en los extremos dirigidos hacia arriba o hacia la izquierda, y la capa de armadura superior, con símbolos dirigidos hacia abajo o hacia la derecha</p> <p style="text-align: center;">I inferior S superior</p>	

<p>7</p>	<p>Sobre una vista en elevación de un muro que lleva armaduras sobre cada cara, estas armaduras deben designarse por letras añadidas a las anotaciones, para indicar la posición de la capa.</p> <p>Cuando se utilicen símbolos en los extremos, las armaduras más alejadas deben representarse con símbolos en los extremos dirigidas hacia arriba a hacia la izquierda y las armaduras de la cara más próxima con símbolos en los extremos dirigidas hacia abajo a hacia la derecha</p> <p>CP cara próxima CA cara alejada</p>	
<p>8</p>	<p>Cuando las disposiciones de las armaduras no aparecen claramente en una sección, se podrá hacer una figura suplementaria fuera de la sección.</p>	
<p>9</p>	<p>Todos los tipos de abrazadera o elementos de sujeción deben indicarse sobre el dibujo. Si la combinación es compleja, puede explicarse con ayuda de una figura acompañada de una notación</p>	

Tabla 9 Convenciones de dibujo

3.9.5 Notaciones

Las informaciones relativas a las armaduras deben inscribirse **en el sentido longitudinal de las barras o a lo largo de las líneas de referencia** que designan las barras en cuestión.

Se deben dar las siguientes informaciones relativas a las barras de armadura:

3.10. Planos de definición de armadura y ferralla

La norma internacional ISO 4066 y la UNE 1-101-834 establecen las pautas que permitirán la uniformidad del modo de establecer los planos de definición de armadura y ferralla para el refuerzo del hormigón. Para establecer un sistema claro y sin ambigüedad, es necesario especificar el método de acotación de las medidas y el orden en el que se deben dar las informaciones en los planos de definición de armadura y ferralla.

Dado que parece interesante utilizar las formas preferentes con el fin de simplificar, a la vez, el proyecto y la fabricación, y para la utilización de ordenadores, se ha decidido introducir una lista de formas preferentes y un sistema de codificación; la estructura del plano de definición de armadura y ferralla se basa en la utilización de formas preferentes.

Esta norma internacional establece un sistema para la elaboración de los planos de definición de armadura y ferralla, y comprende:

- método de acotación de las medidas de las partes dobladas
- sistema de codificación de las formas de las barras
- lista de formas preferentes
- plano de definición de armadura y ferralla

3.10.1 Campo de aplicación

Esta norma internacional se aplica a todos los tipos de barras de acero para el refuerzo del hormigón.

Se excluyen las armaduras de malla de acero y de acero para pretensado.

Las informaciones relativas a las **barras** de armaduras deben darse por el orden siguiente:

- a) número
- b) dimensión (sección)
- c) calidad del acero
- d) longitud
- e) espaciados (en mm)
- f) número de referencia
- g) situación en suelos o muros

Las informaciones relativas a los **conjuntos de las barras** de armaduras deben darse por el orden siguiente:

- a) número de los conjuntos (haces)
- b) número de barras en un conjunto
- c) dimensión
- d) calidad
- e) longitud
- f) número de referencia de la barra
- g) distancia entre los conjuntos (en mm)
- h) situación en la obra

Los informes relativos a los enrejados soldados deben inscribirse en diagonal. El número de paneles debe indicarse con el número de orden.

3.10.2 Métodos de acotación de las medidas de las partes dobladas

Las medidas de las partes dobladas deben acotarse como se indica en la Fig. 29

Las medidas claras son las exteriores, excepto para los radios; el radio de curvatura normalizado deberá tener los valores mínimos autorizados por las normas o los reglamentos nacionales.

La longitud total (longitud de corte) debe calcularse tomando como base las medidas de doblado apropiadas, teniendo en cuenta las correcciones para los doblados y los suplementos para anclajes.

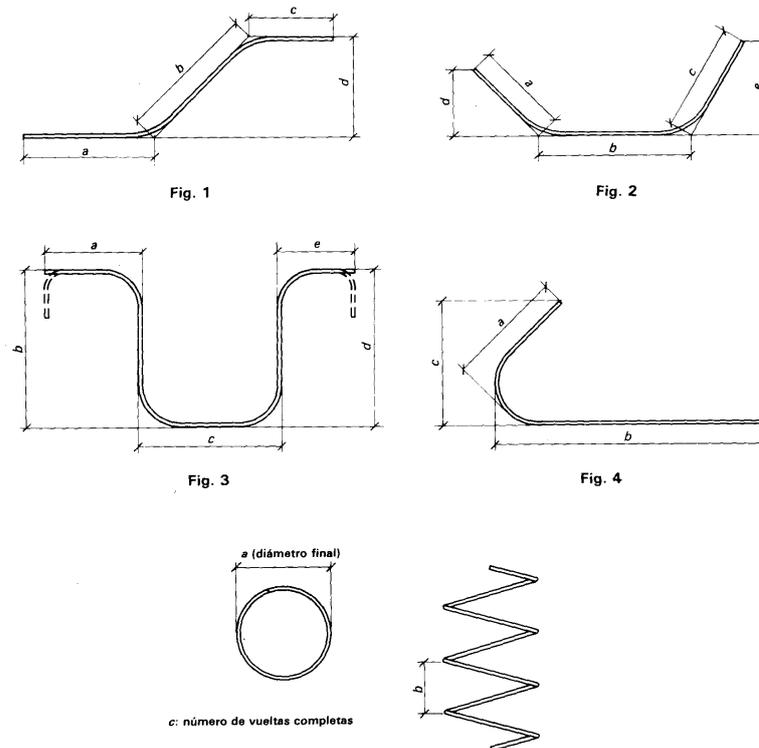


Fig. 29 Medidas de las partes dobladas

3.10.3 Sistema de codificación de las formas de las barras

El número (código de la forma) se compone de dos o, si es absolutamente necesario, de tres o cuatro caracteres, definidos en la Tabla 10

1er carácter	2º carácter	3º carácter	4º carácter
0: parte recta (indicación opcional)	0: barras rectas (indicación opcional).	0: sin extremidad de anclaje (indicación opcional).	S: cuando una norma nacional especifica un radio de curvatura específico (estribo, horquilla), se debe indicar con la letra S.
1: 1 doblado	1: doblado a 90° de radio normalizado, estando todos los doblados en el mismo sentido.	1: anclaje en una extremidad definido en las normas nacionales.	
2: 2 doblados	2: doblado a 90° de radio no normalizado, estando todos los doblados en el mismo sentido.	2: anclajes en las dos extremidades definidos en las normas nacionales.	
3: 3 doblados	3: doblado a 180° de radio no normalizado, estando todos los doblados en el mismo sentido.		
4: 4 doblados	4: doblado a 90° de radio normalizado, no estando todos los doblados en el mismo sentido.		
5: 5 doblados	5: doblado < 90° estando todos los doblados en el mismo sentido.		
6: arcos de círculo	6: doblado < 90° no estando todos los doblados en el mismo sentido.		
7: hélices	7: arcos y hélices.		
81 a 89	Formas definidas en las normas nacionales.		
99	Formas no normalizadas especiales definidas por medio de un croquis. Se recomienda utilizar el código 99 para todas las formas no normalizadas. Sin embargo, los números 91 a 99 están a la disposición de los países que necesitan más de un número para formas especiales.		

Tabla 10 Composición del código de armadura

3.10.4 Lista de las formas preferentes

Cuando se utilice un tercer carácter, el sentido de los anclajes en las extremidades se debe indicar por medio de trazos discontinuos como en los ejemplos de la Tabla 11. Se admite que algunos países utilicen ganchos para los anclajes en las extremidades.

Los símbolos literales corresponden a las medidas que deben figurar en el plano de definición de armadura y ferralla

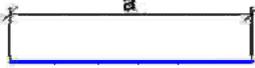
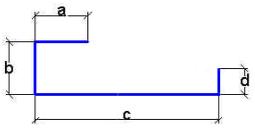
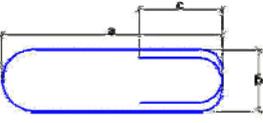
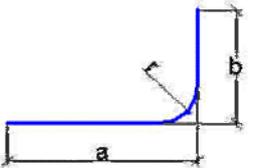
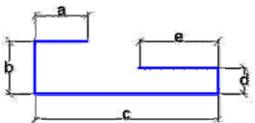
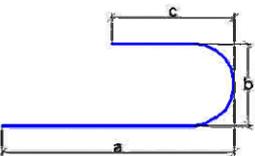
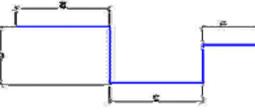
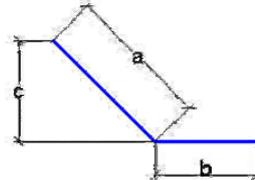
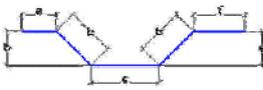
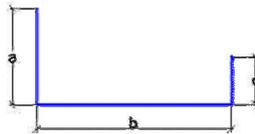
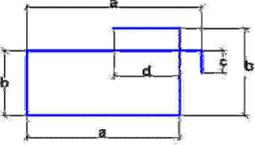
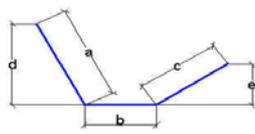
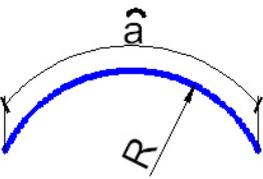
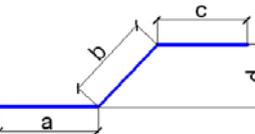
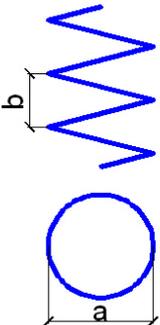
Código de forma	FORMA	Código de forma	FORMA
00		31	
11		33	
12		41	
13		44	
15		46	
21		51	
25		67	
26		77	

Tabla 11 Lista de las formas preferentes

3.10.5 Cuadro de definición de armadura y ferralla

La norma internacional UNE 1-101-83 establece el contenido del cuadro de definición de armadura y ferralla.

El plano de definición de armadura y ferralla es un documento que permite especificar e identificar las barras de las armaduras.

El cuadro de rotulación debe colocarse en la parte inferior del plano de definición, y debe incluir la información siguiente:

Elementos	Señal de barra	Tipo de acero	Φ	Longitud de cada barra	Nº de barras por elemento	Nº de elementos tipo	Total	Longitud total	Código de forma						Medida de las partes curvas	Modificación			
									a	b	c	d	e	f					
a	b	c	d	e	f	g	h	i	J1	J2	J3	j4	K1	K2	K3	K4	K5	K6	l

Tabla 12 Información del cuadro de definición de armadura y ferralla

- a) Elemento: identificación del elemento de estructura en el que se encuentra la barra (cimentación, pilar, viga, forjado, losa, etc.)
- b) Señal o muesca de la barra: referencia de la barra.
- c) Tipo de acero del que está fabricada (B 400 S; B 500 S; ...)
- d) Diámetro de la barra (mm).
- e) Longitud de cada barra (longitud de corte, teniendo en cuenta la pérdida o ganancia en los doblados, calculada a partir de las medidas y de los radios dados en k).
- f) Número de barras por elemento.
- g) Número de elementos de cada tipo.
- h) Número total de barras ($h = f * g$)
- i) Longitud total ($i = e * h$)
- j) Código de forma (de acuerdo al doblado de la barra).
- k) Medidas de las partes dobladas (de acuerdo al doblado de la barra).
- l) Modificaciones realizadas

Elementos	Señal de barra	Tipo de acero	Ø	Longitud de cada barra	Nº de barras por elemento	Nº de elementos tipo	Total	Longitud total	Código de forma	Medida de las partes curvas						Modificación		
										a	b	c	d	e	f			
RAZÓN SOCIAL		TÍTULO DEL PROYECTO							Fecha de preparación		dd-mm-aa		N de dibujo	N de Cuadro	Fecha de modificación		dd-mm-aa	
									Preparado por		Nombre		N	N	Índice de modificación		nn	
									contratado por		Nombre		N	N	Índice de modificación		nn	

Fig. 30 Ejemplo de cuadro de definición conforme a las especificaciones de la ISO 4066 (UNE 1-101)

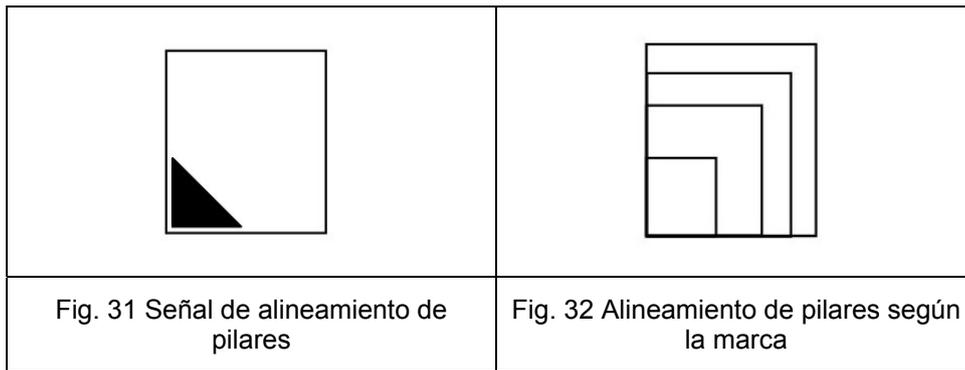
3.10.6 Formas especiales

Cuando sean necesarias formas especiales, deben indicarse en un croquis, acotadas en el lugar normalmente utilizado para las medidas de las partes dobladas.

3.11. Planos de replanteo

Los planos de replanteo constituyen la documentación gráfica que recogerá las cotas necesarias para definir las dimensiones generales del edificio, así como la posición relativa de los diferentes elementos estructurales. Este tipo de planos suele emplear la escala 1/100. No existe una regla general a la hora de definir el origen de coordenadas para las cotas que posicionan los pilares de una instalación concreta, es decir, no siempre se acota la posición del eje del pilar, como podría suponerse a priori.

En el plano de replanteo de pilares, estos presentan una señal como la de la siguiente figura 25.



La posición de esta marca determina la disposición que deben satisfacer todos los tramos de pilares en las distintas alturas, indistintamente de su sección.

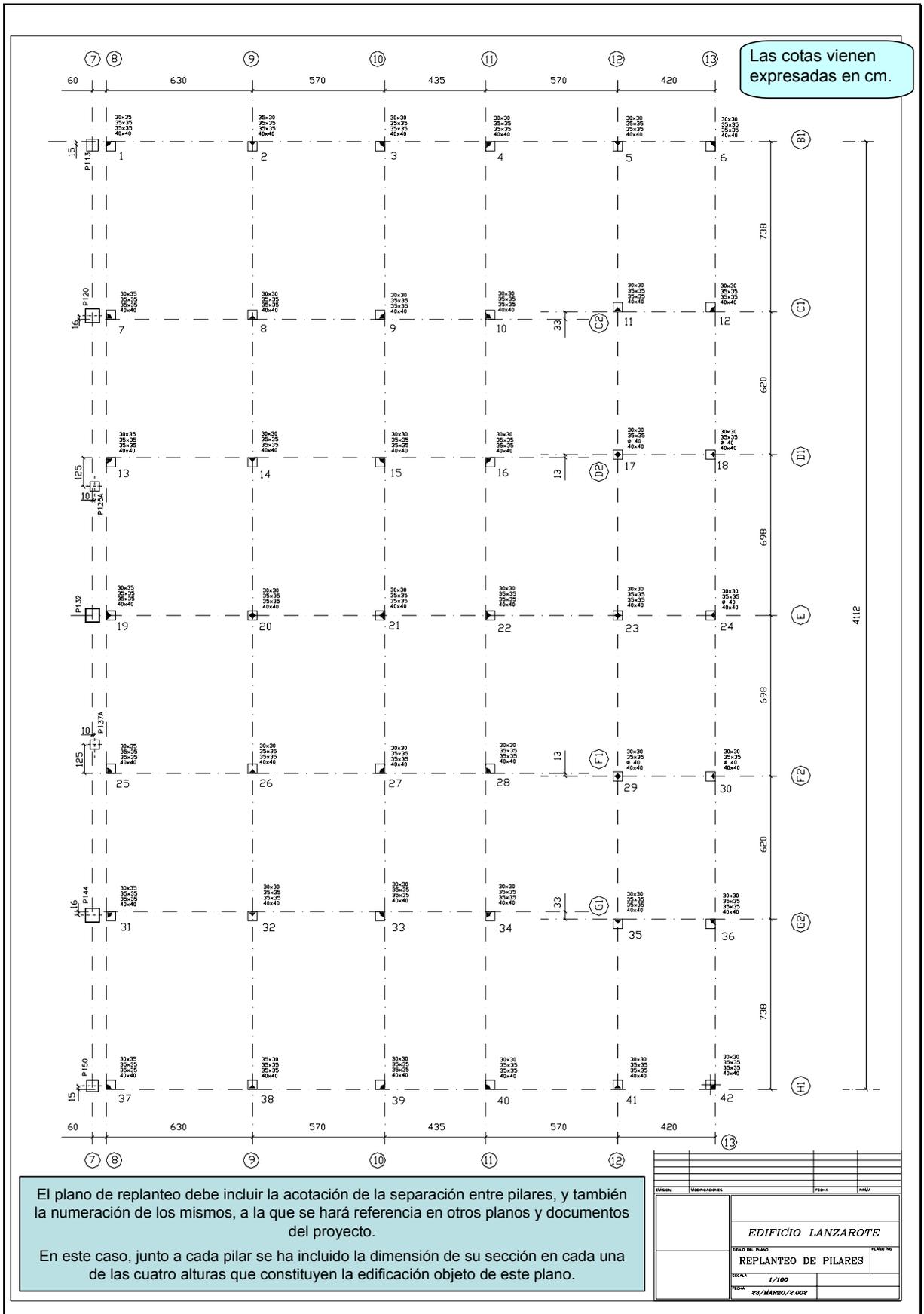
Las sucesivas secciones que constituirán el pilar en sus diferentes alturas deberán respetar esta marca de referencia, disponiéndose de la forma que se recoge en la figura 26.

Este ejemplo puede corresponder por ejemplo a un pilar de esquina. Todos los pilares deberán estar numerados, y esta numeración será referenciada en los diferentes planos de ferralla que completen el proyecto.

El replanteo emplea una serie de referencias fijadas previamente en la obra mediante ciertas marcas que se conocen con el nombre de **camillas**, a partir de las cuales, y con la ayuda de aparatos de topográficos, se posicionan los pilares que constituyen la estructura de un edificio. Estas operaciones deben repetirse para cada planta, es decir, la posición del pilar de la segunda planta no puede basarse en las esperas del pilar de la primera planta que asomen del forjado, ya que aunque los encofrados de los pilares deben ser aplomados para comprobar su verticalidad, el resultado final no es lo suficientemente fiable. Con el replanteo de los pilares para cada una de las plantas se evita la acumulación de errores, y se posibilita el estricto respeto de las separaciones fijadas para los pilares a la línea de fachada y al perímetro de huecos interiores (para escaleras, ascensores, instalaciones auxiliares, etc.).

Un replanteo defectuoso podría provocar que la base de un pilar se desviase hasta llegar a no apoyar completamente sobre la cabeza del pilar que lo sostiene, con la aparición de esfuerzos de compresión excéntrica que esto provoca.

El plano de replanteo debe incluir la acotación de la separación entre pilares, y también la numeración de los mismos, a la que se hará referencia en otros planos y documentos del proyecto.



Las cotas vienen expresadas en cm.

El plano de replanteo debe incluir la acotación de la separación entre pilares, y también la numeración de los mismos, a la que se hará referencia en otros planos y documentos del proyecto.

En este caso, junto a cada pilar se ha incluido la dimensión de su sección en cada una de las cuatro alturas que constituyen la edificación objeto de este plano.

DESCR.	MODIFICACIONES	FECHA	FINA
EDIFICIO LANZAROTE TITULO DEL PLANO REPLANTEO DE PILARES			
ESCALA		1/100	
FECHA		20/MARZO/2002	

3.11.1 Replanteo de la cimentación

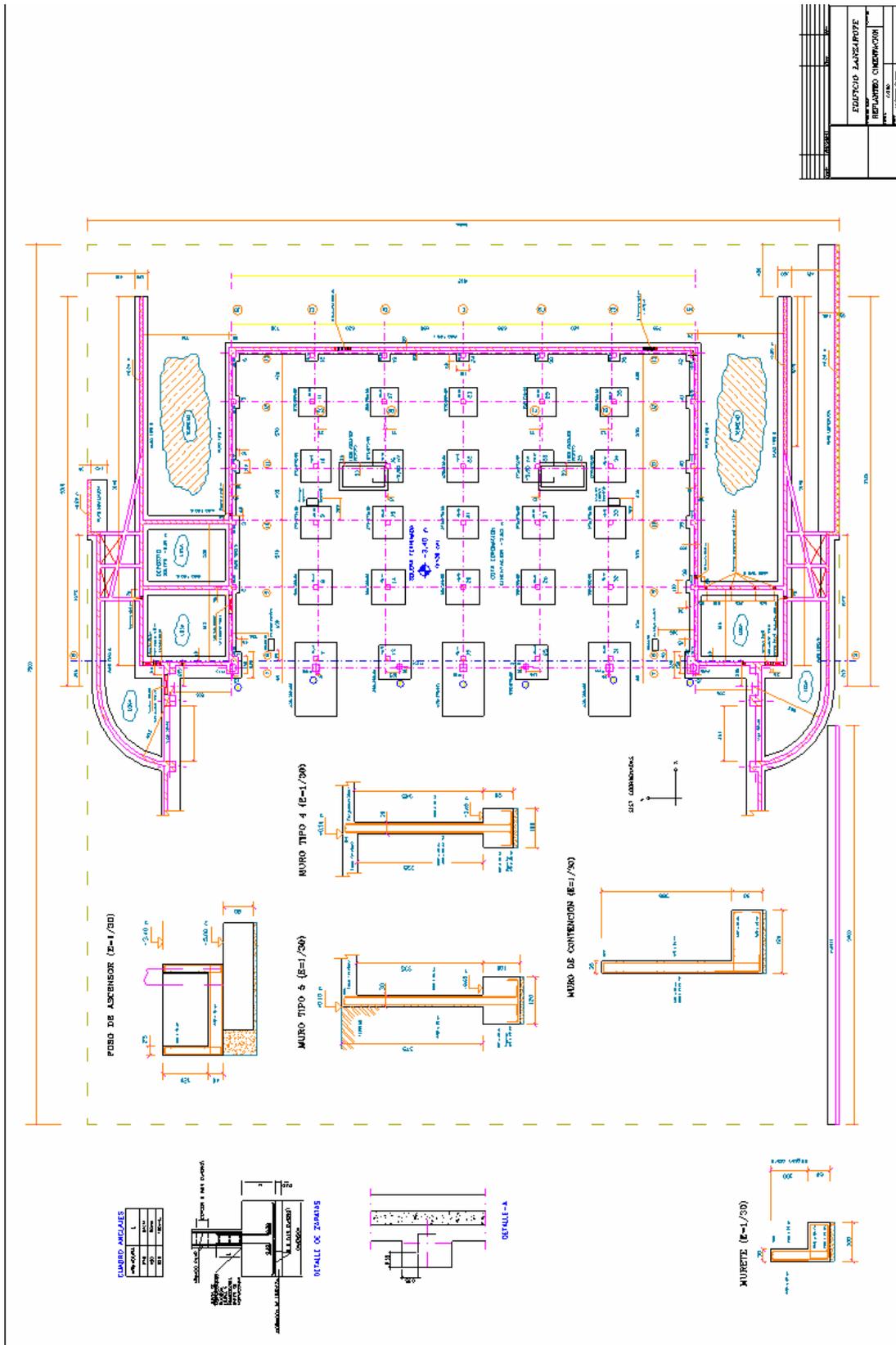


Fig. 35 Replanteo de la cimentación

3.12. Control de ejecución. Niveles de control

El control de la ejecución tiene por objeto garantizar que la obra se ajusta al proyecto y a las prescripciones de la Instrucción de Hormigón Estructural EHE. Para la realización del control de la ejecución se consideran los tres siguientes niveles:

- Control de ejecución a nivel reducido.
- Control de ejecución a nivel normal.
- Control de ejecución a nivel intenso.

Estos niveles de control están relacionados con los coeficientes de seguridad empleados en el proyecto, así como con el número de ensayos a realizar durante el control de ejecución de la obra. Para ello se redactará un plan de control dividiendo la obra en lotes. Estos lotes no mezclarán tipologías estructurales diferentes, recurriéndose a tablas para definir el tamaño concreto de cada lote.

g) Control a nivel reducido

Este nivel de control externo es aplicable cuando no existe un seguimiento continuo y reiterativo de la obra y exige la realización de, al menos, una inspección por cada lote en los que se ha dividido la obra.

h) Control a nivel normal

Este nivel de control externo es de aplicación general y exige la realización de, al menos, dos inspecciones por cada lote en los que se ha dividido la obra.

i) Control a nivel intenso

Este nivel de control, además del control externo exige que el constructor posea un sistema de calidad propio, auditado de forma externa, y que la elaboración de la ferralla y los elementos prefabricados, en caso de existir, se realicen en instalaciones industriales fijas y con un sistema de certificación. Si no se dan estas condiciones, la dirección facultativa de obra deberá exigir al constructor unos procedimientos específicos para la realización de las distintas actividades de control interno involucradas en la construcción de la obra. Para este nivel de control, se exige la realización de, al menos, tres inspecciones por cada lote en los que se ha dividido la obra.

En cualquier proyecto es fundamental conseguir un adecuado nivel de calidad, pero también es prioritario lograrlo a un coste razonable. Fijar en un proyecto de construcción convencional un nivel de control intenso asegurará una muy buena calidad, pero obligará a realizar un número considerable de ensayos e inspecciones, con el coste que ello conlleva. Lo recomendable es aplicar en general el nivel de control normal, salvo que exista alguna circunstancia especial que requiera la adopción de un control de la ejecución a nivel intenso.

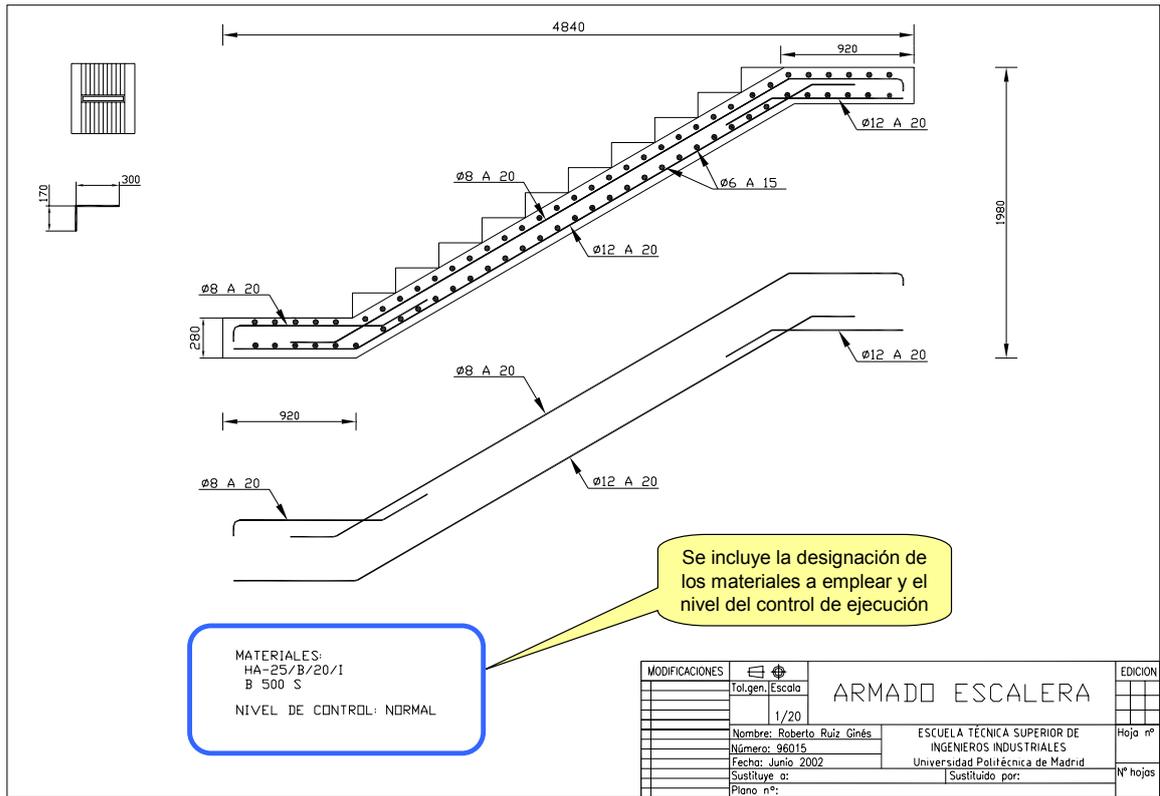


Fig. 36 Control de ejecución

3.12.1 Definición de lotes

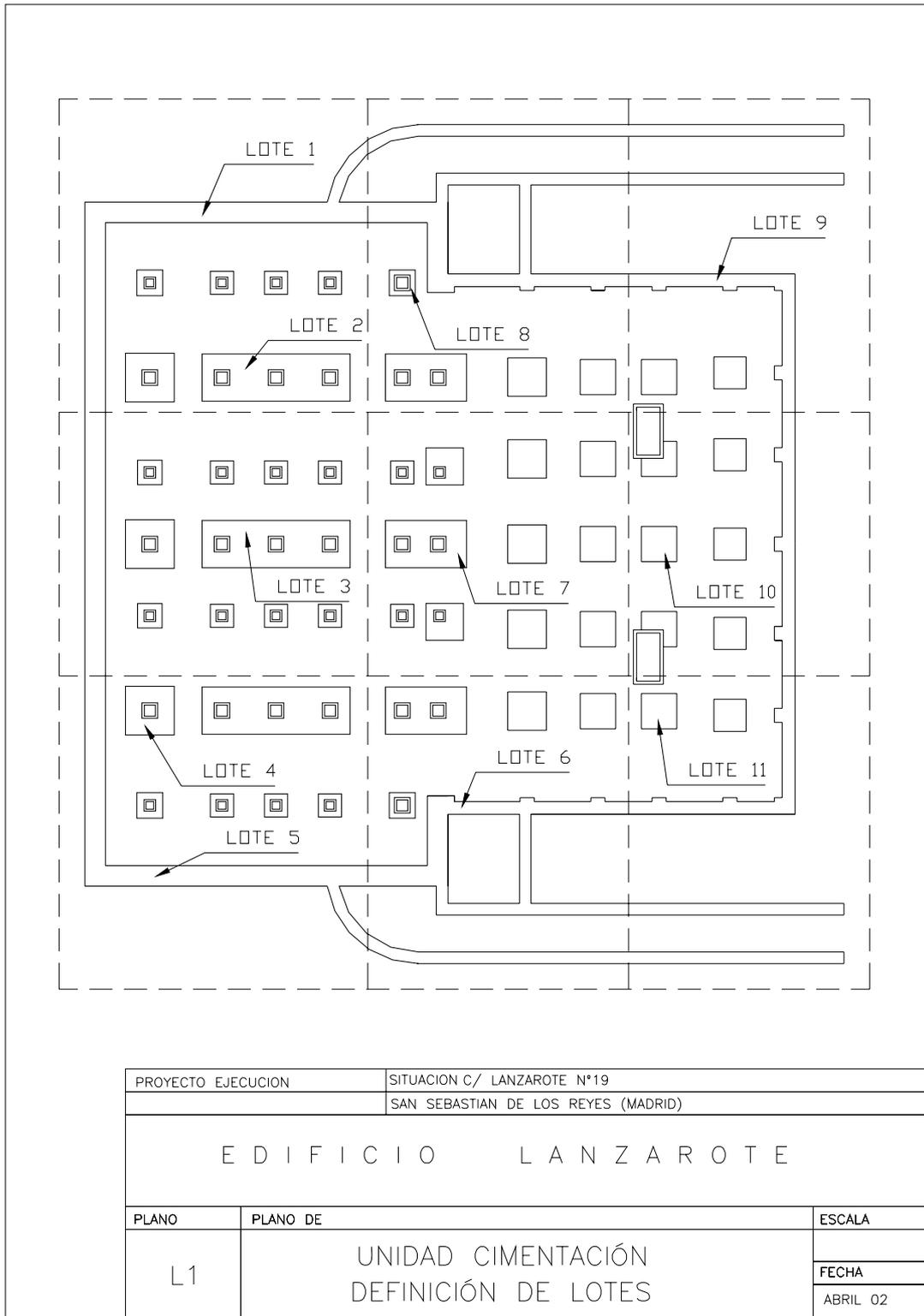


Fig. 37 Definición de lotes de cimentación

3.13. Juntas

A continuación se muestran una serie de detalles para la ejecución de juntas de dilatación. La definición durante el proyecto de todas las juntas necesarias es un aspecto muy relevante, que evitará la aparición de fisuras no previstas durante la ejecución posterior.

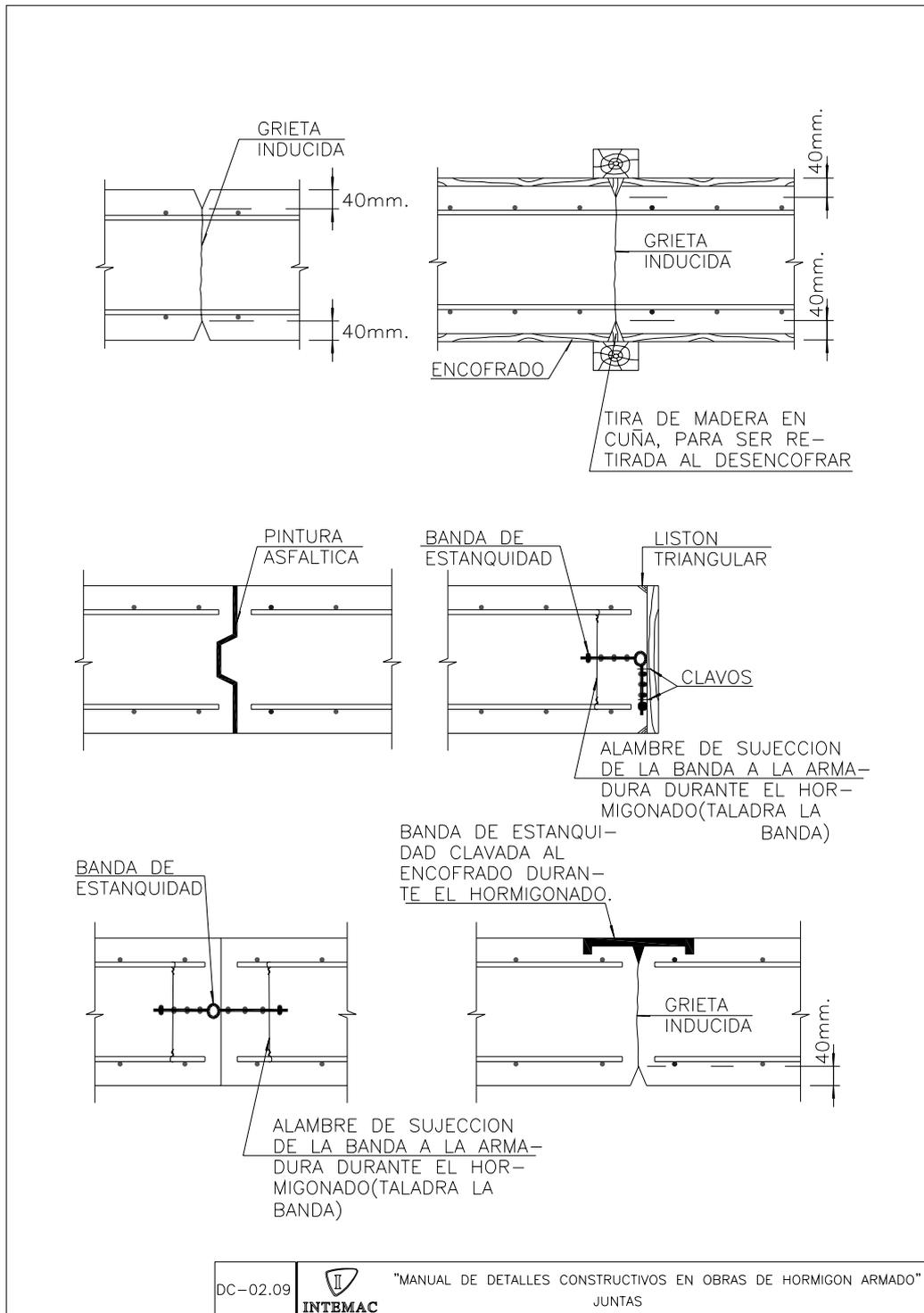


Fig. 38 Juntas

VARIANTES DE HORMIGON VISTO

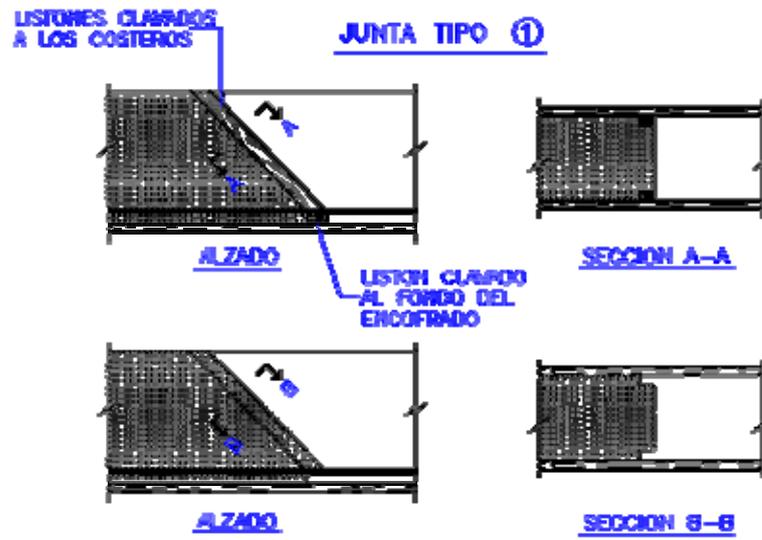


Fig. 39 Juntas

4. Estructura de hormigón armado

El Autor del Proyecto y la Dirección de la Obra, están obligados a conocer y tener en cuenta las prescripciones de la Instrucción de Hormigón Estructural (EHE), pero, en uso de sus atribuciones, pueden, bajo su personal responsabilidad y previa justificación de que no se reducen los niveles de prestaciones, emplear sistemas de cálculo, disposiciones constructivas, etc., diferentes.

Esta Instrucción supone que el proyecto, construcción y control de las estructuras que constituyen su campo de aplicación serán llevados a cabo por técnicos y operarios con los conocimientos necesarios y la experiencia suficiente. Además, se da por hecho que dichas estructuras estarán destinadas al uso para el que hayan sido construidas y serán adecuadamente conservadas.

4.1. Normativa

4.1.1 EHE: Instrucción de Hormigón estructural

La presente Instrucción es **aplicable a las estructuras y elementos de hormigón estructural**, incluyendo en esta definición el hormigón en masa, armado o pretensado, cuando la acción del pretensado se introduce mediante el empleo de armaduras activas de acero situadas dentro del canto del elemento.

Expresamente **se excluyen** del campo de aplicación de esta Instrucción:

- Las estructuras realizadas con hormigones especiales, tales como los ligeros, los pesados, los refractarios y los compuestos con amiantos, serrines u otras sustancias análogas.
- Las estructuras que hayan de estar expuestas normalmente a temperaturas superiores a 70°C.
- Los elementos estructurales mixtos de hormigón y acero estructural y, en general, las estructuras mixtas de hormigón y otro material de distinta naturaleza, con función resistente.
- Las presas.

Para obras especiales, esta Instrucción será complemento de las reglamentaciones específicas aplicables a las mismas, y de no existir estas últimas, será de aplicación adoptándose las medidas o disposiciones derivadas de las características particulares de la propia obra y de su utilización.

4.1.2 Norma Europea Experimental UNE-ENV-1992.1.1

Tiene carácter de experimental y de **uso no obligatorio**.

4.1.3 NTE- EH. de Hormigón Armado

4.2. Artículo 4. Documentos del proyecto

En las obras que contraten o ejecuten las Administraciones Públicas se estará a lo dispuesto en la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas, en el Reglamento General de Contratación del

Estado y en el Pliego de Cláusulas Administrativas Generales para la Contratación de obras del Estado, vigentes.

Todo Proyecto comprenderá:

- Una **Memoria** en la que se describa el objeto de las obras que recogerá los antecedentes y situación previa a las mismas, las necesidades a satisfacer y la justificación de la solución adoptada, detallándose los factores de todo orden a tener en cuenta.
- Los **planos de conjunto y de detalle** necesarios para que la obra quede perfectamente definida, así como los que delimiten la ocupación de terrenos y la restitución de servidumbres y demás derechos reales, en su caso, y servicios afectados por su ejecución.
- El **Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares** donde se hará la descripción de las obras y se regulará su ejecución con expresión de la forma en que ésta se llevará a cabo, de la medición de las unidades ejecutadas y el control de calidad y de las obligaciones de orden técnico que correspondan al contratista.
- Un **estudio geotécnico** de los terrenos sobre los que la obra se va a ejecutar, salvo cuando resulte incompatible con la naturaleza de la obra.
- Un **presupuesto**, integrado o no por varios parciales, con expresión de los precios unitarios y de los descompuestos, en su caso, estado de mediciones y los detalles precisos para su valoración.
- Un **programa de desarrollo** de los trabajos o plan de obra de carácter indicativo con previsión, en su caso, del tiempo y coste.
- Las **referencias** de todo tipo en que se fundamentará el **replanteo** de la obra.
- Cuanta documentación venga prevista en normas de carácter legal o reglamentario.

En todo caso, los distintos documentos que en su conjunto constituyan un Anteproyecto, Estudio o Proyecto de cualquier clase deberán estar definidos en forma tal que otro facultativo competente distinto del autor de aquellos, los pueda interpretar y dirigir, con arreglo a los mismos.

4.2.1 Memoria

Serán factores que habrá que considerar en la Memoria, los sociales, económicos, estéticos y de impacto ambiental. Se presentarán asimismo la justificación adoptada, en sus aspectos técnico y económico, así como las características de todas y cada una de las obras proyectadas. Se indicarán en ella los datos previos, métodos de cálculo, modalidades de control previstas y ensayos efectuados, cuyos detalles y desarrollo se incluirán en anexos especiales.

También figurarán en otros anexos: el estudio del terreno de cimentación, los materiales y los ensayos realizados con los mismos, la justificación del cálculo y los precios adoptados, las bases fijadas para la valoración de las unidades de obra y de las partidas alzadas propuestas, el presupuesto de las obras y el importe previsible de las expropiaciones necesarias y de restablecimiento de servicio y servidumbres afectados, en su caso.

Planos a escala 1:50

4.2.2 Cálculos

4.2.2.1 Anexo de Cálculo

En la Memoria de todos los Proyectos deberá figurar un Anexo de Cálculo, en donde se justifique razonadamente, con arreglo a las normas prescritas en esta Instrucción, el cumplimiento de las condiciones que se exigen a la estructura en su conjunto y a cada una de las partes en que puede suponerse dividida, con objeto de garantizar la seguridad y el buen servicio de la misma.

Su contenido y presentación deben ser tales que los cálculos puedan reproducirse por terceros. A tal efecto se incluirán:

- Las **simplificaciones efectuadas** sobre la estructura real para transformarla en una ideal de cálculo, que se describirá detalladamente, indicando el tipo estructural adoptado para el conjunto y sus partes, incluyendo dimensiones, características mecánicas de las secciones necesarias, tipos de conexiones en los nudos y condiciones de sustentación.
- Las indicaciones necesarias para identificar el elemento que se calcula mediante las oportunas **referencias a los planos** o a los croquis suplementarios.
- Las **características resistentes y de deformación** supuestas para los materiales de la estructura y, en su caso, para el terreno que la sustenta.
- Las **acciones consideradas**, las posibles combinaciones y los coeficientes de seguridad a tener en cuenta en cada caso.
- El **análisis efectuado**. En particular, se precisará si es estático o dinámico, lineal o no lineal, así como el tipo de discretización adoptada para la estructura (barras, elementos finitos, bandas finitas, etc..).

Cuando no se utilice la notación de esta Instrucción, se darán las equivalencias entre los símbolos empleados y los definidos en la misma. Si no es posible dar esta equivalencia se definirán detalladamente dichos símbolos.

4.2.2.2 Cálculos con ordenador

4.2.2.2.1 Utilización de programas

Cuando se efectúen cálculos con ayuda de ordenador, el Anexo de Cálculo se complementará con apartados específicos que contengan las diferentes etapas resueltas con programas distintos, debiendo dichos apartados constituir unidades completas y ordenadas.

De cada programa utilizado se indicará su identificación, su objeto y su campo de aplicación.

4.2.2.2.2 Presentación de datos y resultados

El listado de datos contendrá tanto los datos introducidos por el proyectista como los generados por el programa, de forma que queden definidas todas las características consideradas, debiendo contener indicaciones concretas sobre notación, unidades y criterios de signos de las magnitudes utilizadas.

El listado de salida definirá los resultados necesarios para justificar adecuadamente la solución obtenida.

4.2.3 Planos

Los planos deberán ser suficientemente descriptivos para la exacta realización de la obra, a cuyos efectos se podrán deducir también de ellos los planos auxiliares de obra o de taller y las mediciones que sirvan de base para las valoraciones pertinentes.

Las dimensiones en todos los planos se acotarán en metros y con dos cifras decimales, por lo menos. Como excepción, los diámetros de armaduras, tuberías, etc., se expresarán en milímetros, colocando detrás del símbolo Φ la cifra que corresponda.

Deberán poder efectuarse, salvo en casos especiales, las mediciones de todos los elementos sin utilizar más dimensiones que las acotadas. En particular, de no incluirse despiece detallado de las armaduras, deberán poder deducirse directamente de los planos todas las dimensiones geométricas de las mismas, mediante las oportunas notas o especificaciones complementarias que las definan inequívocamente.

Contendrán todos los detalles necesarios y, en particular, los detalles de los dispositivos especiales, tales como los de apoyo o de enlace.

Igualmente, cuando proceda, se harán indicaciones sobre las contraflechas que convenga establecer en los encofrados de acuerdo con el proceso de ejecución propuesto.

En cada plano de la estructura figurará un cuadro con la tipificación de los hormigones (de acuerdo con 39.2), las propiedades específicas para los mismos, así como las características resistentes de los aceros empleados en los elementos que define el plano. Asimismo, figurarán las modalidades de control previstas y los coeficientes de seguridad adoptados para el cálculo.

En el caso de hormigón pretensado deberá figurar el programa de tensado, de acuerdo con el apartado 67.8.2. de la EHE.

Corresponde al Proyectista fijar la resistencia mínima que debe poseer el hormigón de la pieza en el momento del tensado y anclaje de las armaduras, así como las tensiones máximas admisibles en dicho hormigón, en las diferentes etapas del proceso de tesado.

5. Soportes de hormigón armado

5.1. Aplicación y normativa

5.1.1 Definición

Elemento estructural vertical, de hormigón armado unido rígidamente en sus extremos.

5.1.2 Normativa

- EHS. Soportes de hormigón armado
- EHE. Instrucción del Hormigón Estructural.
- Otras Consultas de interés: "Manual de detalles constructivos en Obras de Hormigón Armado". Jose Calavera Ruiz

5.2. Criterios de diseño

Los soportes se calcularán, frente a sollicitaciones normales, de acuerdo con el art. 42 o las fórmulas simplificadas del Anexo 8, a partir de los valores de cálculo de las resistencias de los materiales (art. 15) y de los valores mayorados de las acciones combinadas (art. 11). Cuando la esbeltez del soporte sea apreciable, se comprobará el Estado Límite de Inestabilidad (art. 43). Si existe esfuerzo cortante, se calculará la pieza frente a dicho esfuerzo con arreglo al art. 44, y con arreglo al art. 45 si además existe torsión.

Cuando sea necesario se comprobará el Estado Límite de Fisuración de acuerdo con el art. 49.

Los soportes ejecutados en obra deberán tener su dimensión mínima mayor o igual a 25 cm.

La disposición de armaduras se ajustará a lo prescrito en el art. 66 para las armaduras pasivas, y 67 para las armaduras activas.

La armadura principal estará formada, al menos, por cuatro barras, en el caso de secciones rectangulares y por seis barras en el caso de secciones circulares, siendo la separación entre dos consecutivas de 35 cm como máximo. El diámetro de la barra comprimida más delgada no será inferior a 12 mm. Además, tales barras irán sujetas por cercos o estribos con las separaciones máximas y diámetros mínimos de la armadura transversal que se indican en 42.3.1.

En soportes circulares los estribos podrán ser circulares o adoptar una distribución helicoidal. (Art. 55 EHE. Soportes).

5.3. Planos de obra

5.3.1 Parámetros de diseño

H	Altura entre los solados de dos plantas consecutivas, medida en cm
n	Número de barras de un mismo diámetro que componen la armadura
Ø	Diámetro de las barras
Ør	Diámetro de los estribos
St	Separación entre estribos
a, b	Longitudes de los lados del pilar de sección rectangular
C1 C2	Dimensión de los estribos

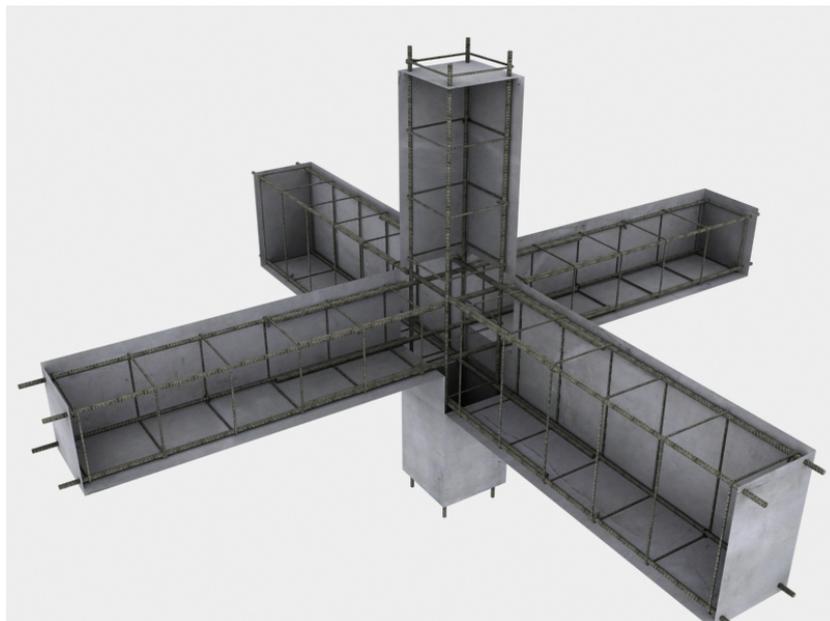


Fig. 40 Elementos de estructura en un nudo

5.4. Datos previos al diseño

5.4.1 Datos de protección

Soportes sometidos a ambientes como intemperie, fuertes condensaciones, ambientes químicamente agresivos y soportes cuyo acabado suponga disminución de las dimensiones de la sección.

Materiales empleados en solados y formación de peldaño.

5.4.2 Datos estructurales

Planos acotados de la estructura.

Solicitaciones a que se encuentran sometidos los soportes y predimensionado $a \times b$ de la sección.

5.4.3 Tipos de armadura

5.4.3.1 Longitudinal

Compuesta por n barras de diámetro \emptyset , determinadas en cálculo y dispuesta según dibujo.

5.4.3.2 Transversal

Compuesta por cercos de 6 mm de diámetro, con separación de 15 cm, comprobados en cálculo. Para un número de barras n , distinto del señalado en la tipología.

5.4.4 Planos de obra

	Contenido	Escala
Plantas	Representación, por su símbolo y numeración, en cada planta de estructura de los distintos soportes.	1:100
Alzado	<p>Se representará el alzado del pilar, siempre que sea conveniente una mejor definición de este, se reflejarán los siguientes elementos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Armadura longitudinal. Se indicará el número de barras que la componen y el diámetro de estas. • Separación de las armaduras longitudinales, de la cara exterior del soporte (r_1, r_2). • Armadura transversal. Se representará la disposición de los estribos, su diámetro y la separación entre estribos. • Longitud de solape de armaduras. • Juntas de hormigonado. • Separación de los estribos más próximos a las juntas de hormigonado. • Separadores. 	1:20
Secciones	<p>Se dibujará un cuadro de pilares con las secciones utilizadas para los diferentes soportes. El encabezado de las columnas será la identificación de cada pilar, mientras que el título de cada fila corresponderá a un intervalo de cotas del edificio.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Colocación y tipo de estribos. • Dimensiones de los soportes (anchura, longitud o Diámetro). • Separación entre las armaduras longitudinales y la cara exterior del 	1:20

	<p>soporte (r1 r2).</p> <ul style="list-style-type: none"> • Dimensiones de los estribos C1 C2. • Separadores. • Disposición de las armaduras longitudinales. • Secciones de pilares circulares. • Secciones de transición de circular a rectangular. 	
Detalles	<p>Detalles de anclajes.</p> <p>Gancho, patilla, codo.</p> <p>Detalles y vistas de nudos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Nudo de soporte con fachada • Nudo intermedio en fachada • Nudo intermedio de esquina, • Nudo de piso superior • Nudo interior. • etc. 	<p>1:20</p> <p>1:10</p>

5.5. Ejemplo plano de planta

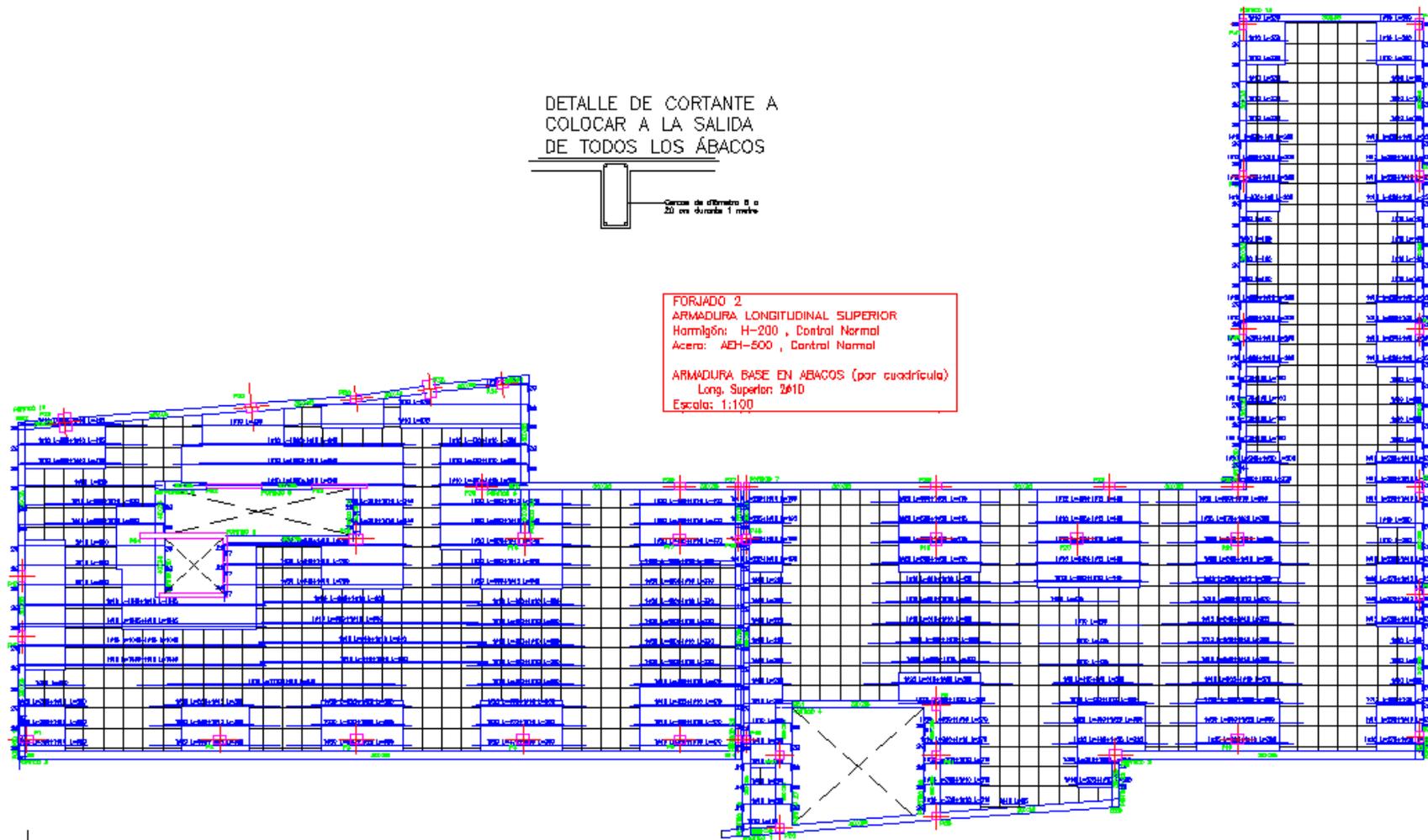


Fig. 41

5.5.1 Zona ampliada de planta

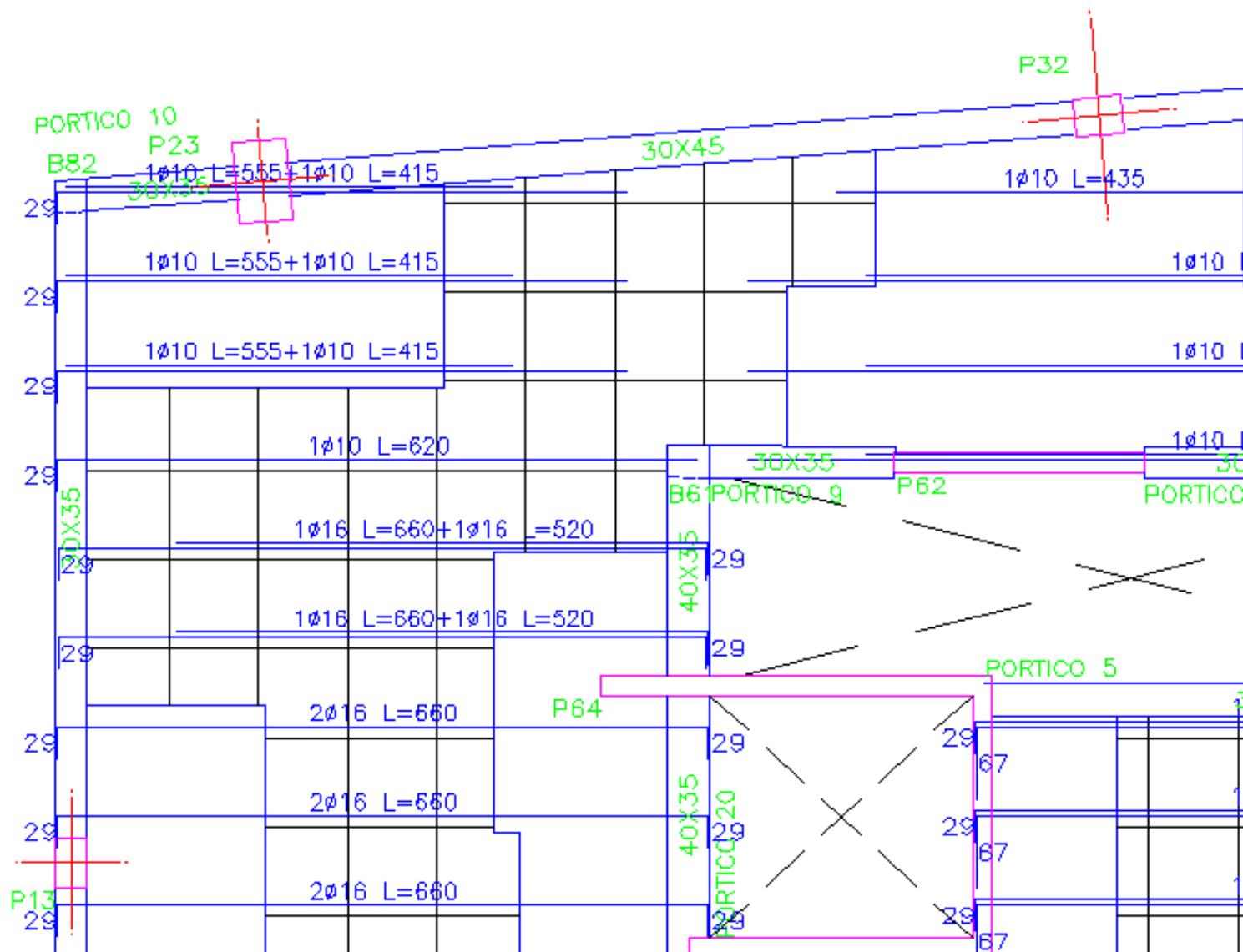


Fig. 42

5.5.2 Forjado

El forjado reticular es una solución muy extendida en la actualidad, debido al aligeramiento del peso propio del elemento estructural que consigue en el forjado mediante el encofrado con bañeras recuperables.

El contorno de los pilares debe ser macizado, eliminandose el aligeramiento en su entorno para evitar patologías por esfuerzos de punzonamiento. La zona macizada se denomina ábaco.

Esta solución estructural no requiere de la disposición de vigas entre pilares, al contrario que los forjados con viguetas. Y se dispondrán zunchos en los perímetros de los huecos y para soportan las cargas de fachada.

A continuación se muestra un ejemplo que trata de representar el armado de un forjado reticular, y el decir trata se debe a que se aprecia con bastante claridad que este trabajo corresponde a un estudio de arquitectura en el que habra empleado alguna aplicación informatica. En la representación en planta del forjado solo se distingue una maraña de líneas que no definen en absoluto los parámetros necesarios para el posterior encofrado y ejecución del forjado. Sí se ha incluido en el plano la ejecución de una serie de detalles, así como el armado de los zunchos que se dispondrán en el perímetro de los huecos y de la fachada. Acertadamente también se ha incluido información sobre los materiales a emplear. Sin embargo se ve que se han numerado 58 nervios distintos. En el siguiente plano se muestra la problemática que presenta esta solución, probablemente procedente de alguna aplicación informatica

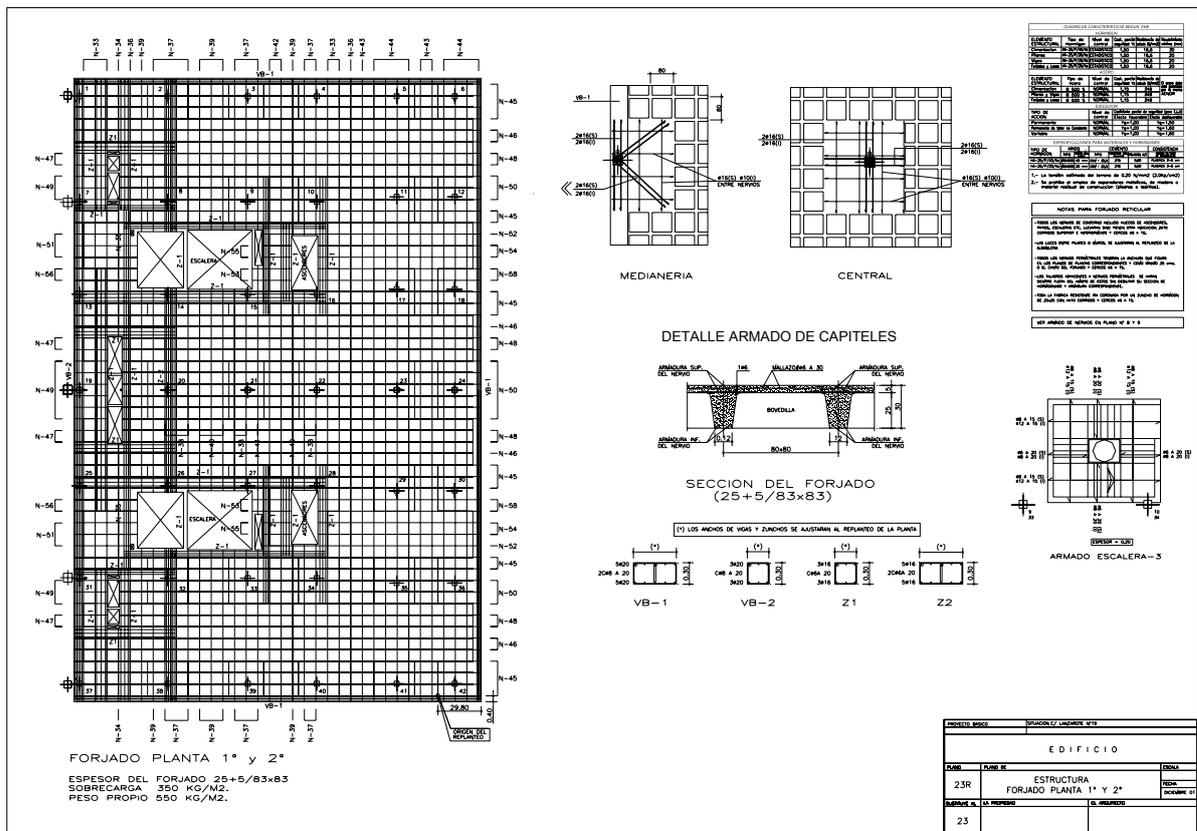
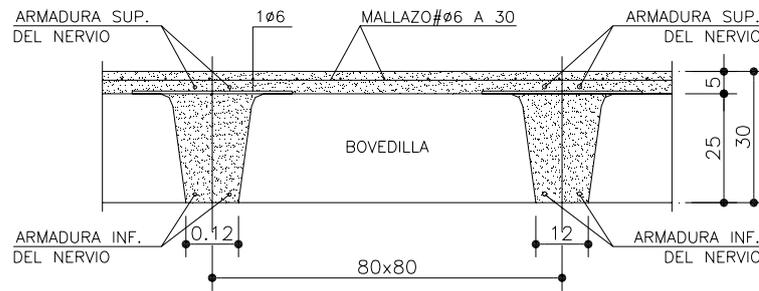


Fig. 43 Forjado reticular

Notese que acertadamente en la representación del detalle del armado de los capiteles el mallazo de compresión a disponer se ha designado con el paso de la malla (30 cm) y el diámetro del alambre (6mm) (Fig. 44).

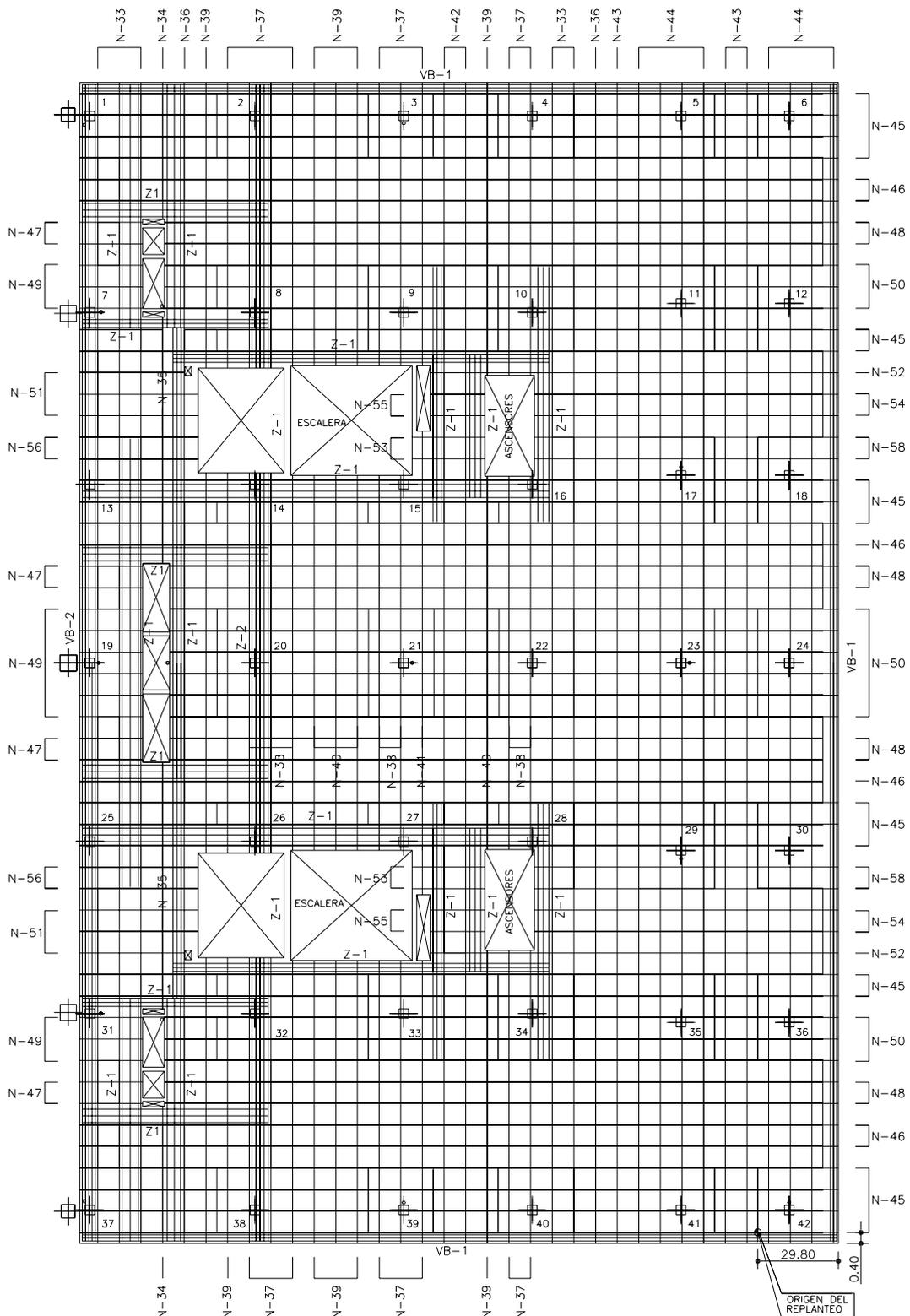
DETALLE ARMADO DE CAPITELES



SECCION DEL FORJADO (25+5/83x83)

Fig. 44 Armado capiteles

En la Fig. 45 se muestra ampliada la representación de la zona del forjado del plano de la Fig. 43:



FORJADO PLANTA 1° y 2°

ESPESOR DEL FORJADO 25+5/83x83
 SOBRECARGA 350 KG/M2.
 PESO PROPIO 550 KG/M2.

Fig. 45 Forjado reticular

A continuación (Fig. 46) se muestra uno de los planos que definen los 58 tipos diferentes de armado de los nervios del forjado reticular. La cifra dentro de los cuadrados hace referencia a la numeración de pilares y zapatas en el plano de replanteo. Una de las principales tareas de un ingeniero responsable de una obra es tratar de industrializar el proceso de ejecución. Disponiendo tal variedad de tipos de armado se conseguirá una cierta economía y optimización del acero. Sin embargo la complejidad del mismo y el incremento de horas-hombre de ferrallista que conlleva, hace que sea discutible la solución propuesta, y se pueda plantear la solución propuesta en el siguiente plano.

La longitud de las barras no está acotada, aunque podría cortarse la ferralla gracias a la referencia de los pilares.

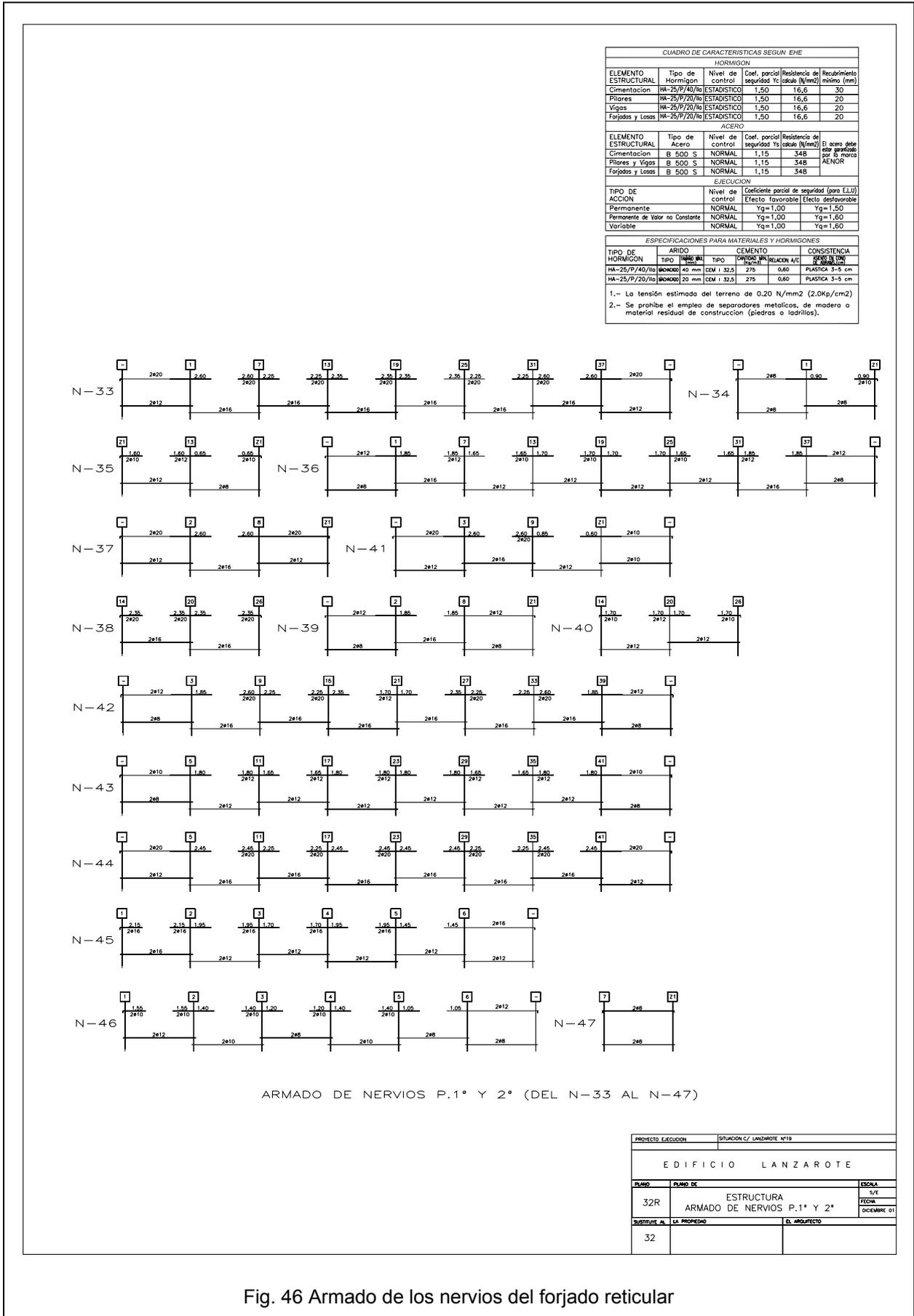


Fig. 46 Armado de los nervios del forjado reticular

Analizando el armado inferior del nervio 45 se podría criticar la solución dada en cuanto al diseño. No tiene mucho sentido cortar las barras de diámetro 12 mm entre los pilares 2 a 5, pudiendo colocarse una única barra, con el consiguiente ahorro de mano de obra empleada en la preparación y colocación de la ferralla.

Y en cuanto al armado inferior del N46, tampoco resulta muy práctico ajustar tanto la ferralla, y probablemente es más económico disponer barras de 10 mm en todo el tramo, reforzando puntualmente con otra barra complementaria en donde sea preciso.

En el siguiente plano (Fig 47) se muestra una solución en la que se busca optimizar el número y variedad de barras, para ahorrar en la mano de obra de preparación y colocación de la ferralla.

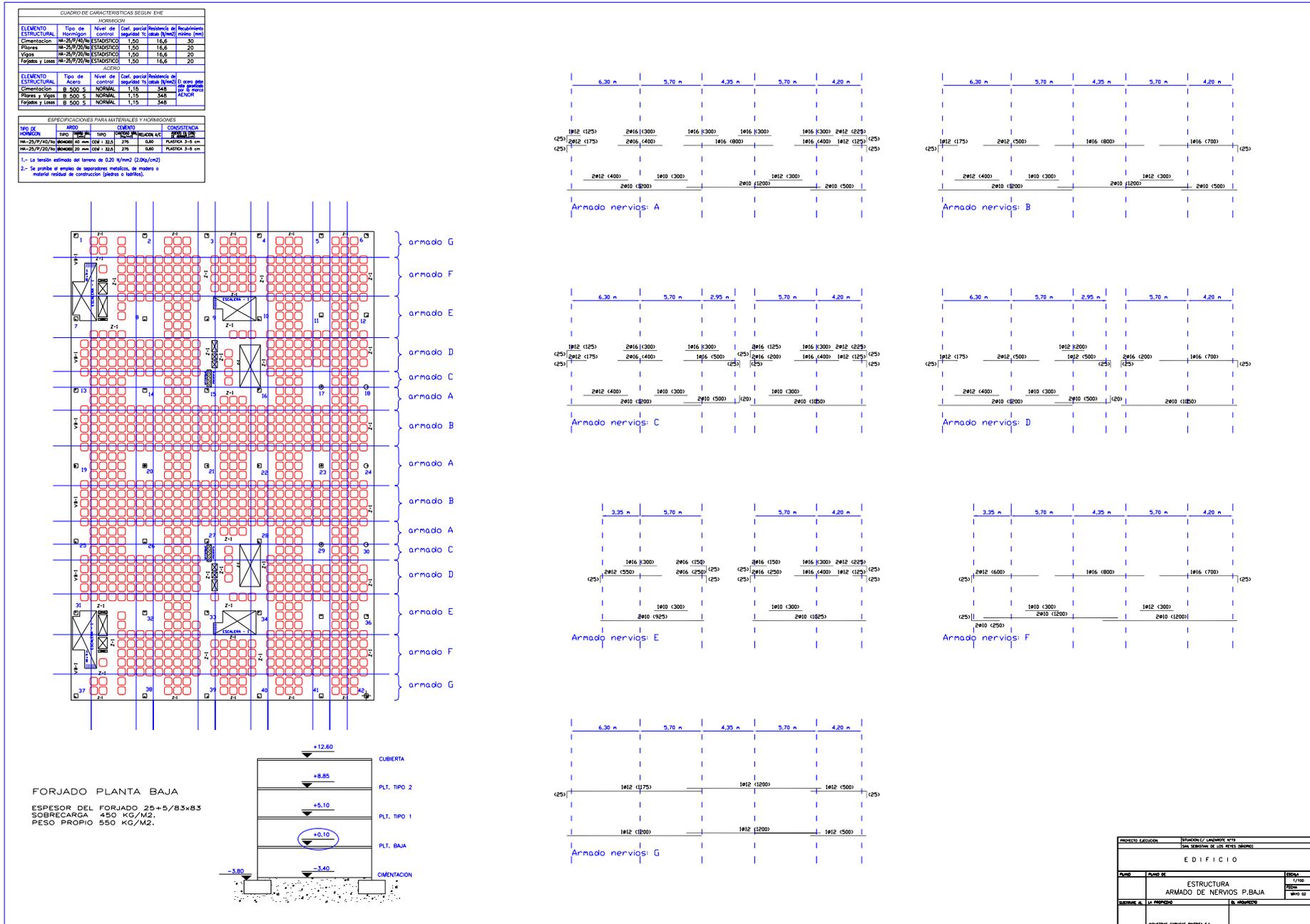


Fig. 47

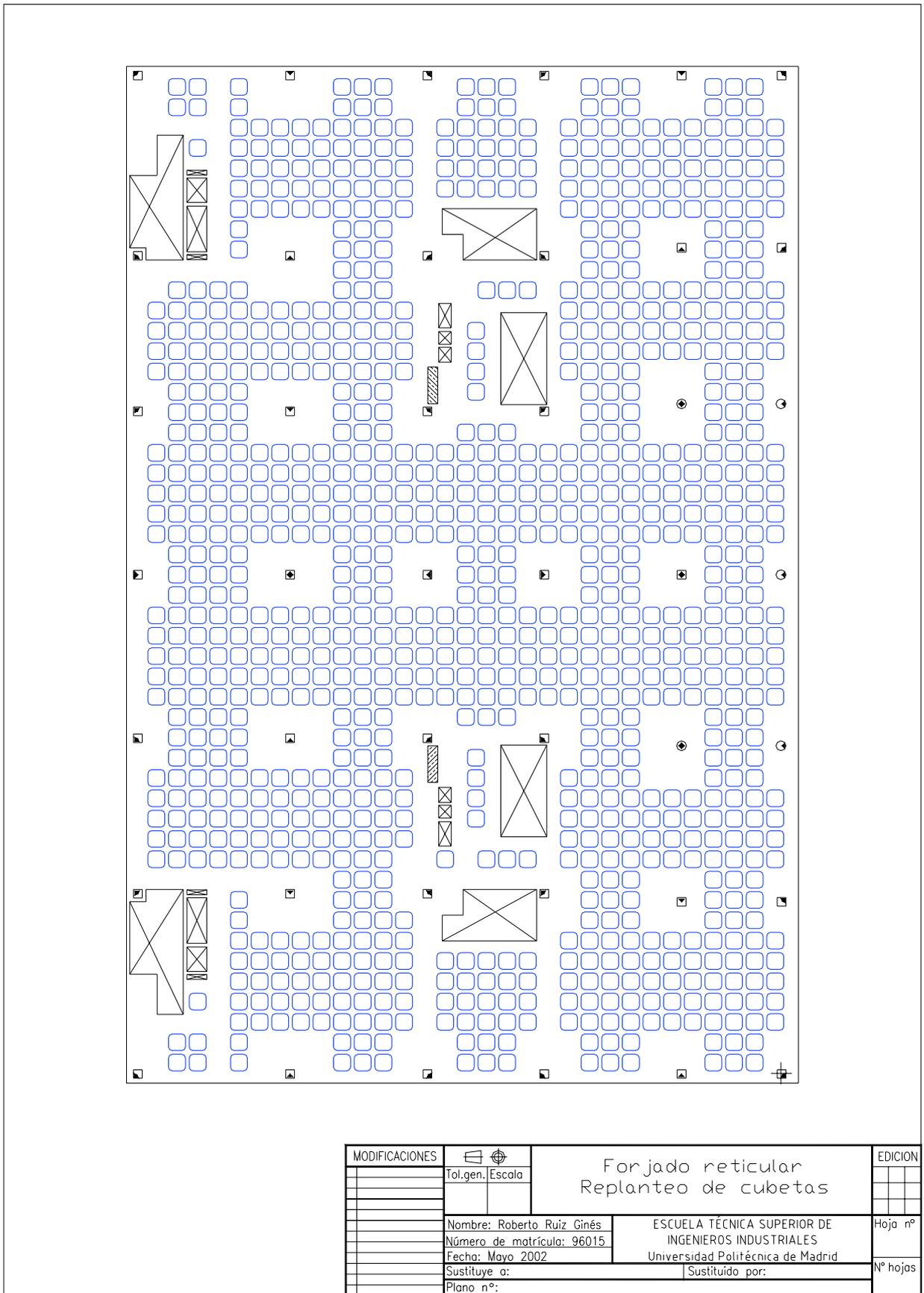


Fig. 48 Forjado reticular: Replanteo de cubetas

En la Fig. 49 se representan con detalle el armado de los ábacos que completarán el forjado reticular. Como ya se ha comentado anteriormente, de esta forma se evitan patologías por esfuerzos de punzonamiento del pilar sobre el forjado. Como se aprecia en las representaciones, el armado de esta zona consiste en dos zunchos dispuestos ortogonalmente, variando en sus dimensiones dependiendo de la zona en que se dispongan.

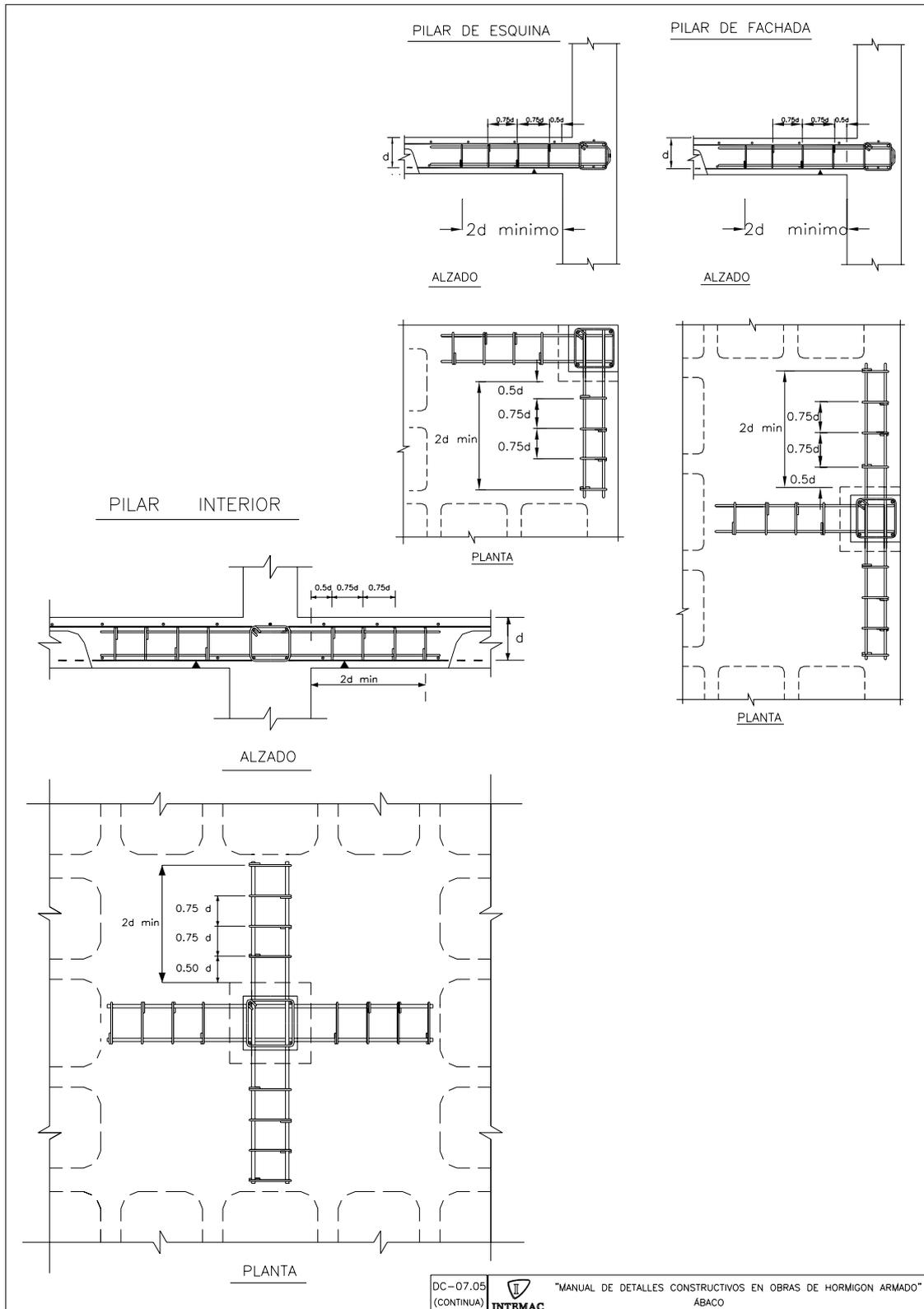


Fig. 49 Abaco

En la siguiente representación (Fig. 50) el símbolo # hace referencia al mallazo de compresión que se dispone en la parte superior del forjado.

En los planos es habitual incluir mayor numero de detalles y cotas explicitas que las imprescindibles. Aquí depende del criterio del ingeniero responsable.

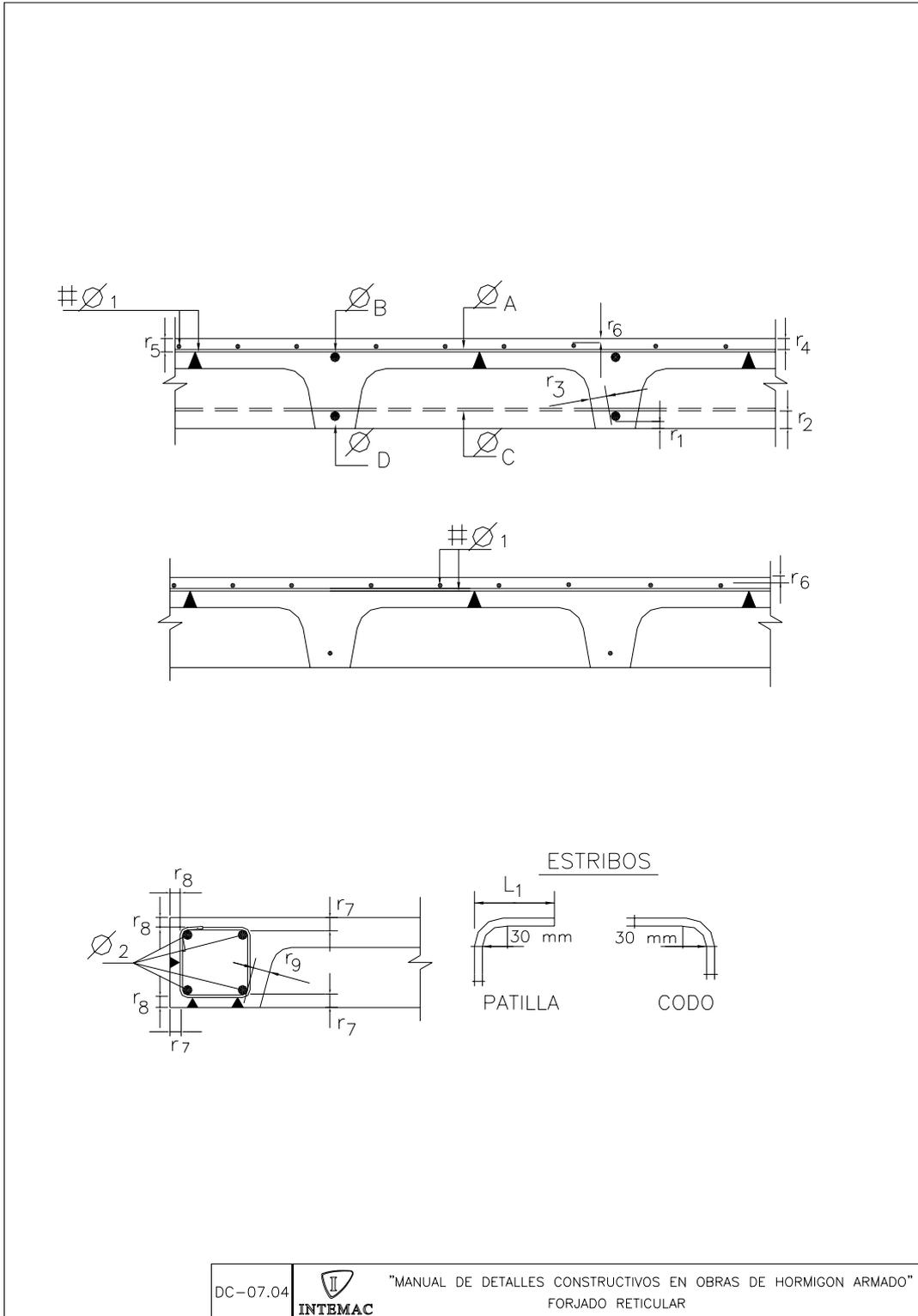


Fig. 50 Ejemplo de detalles

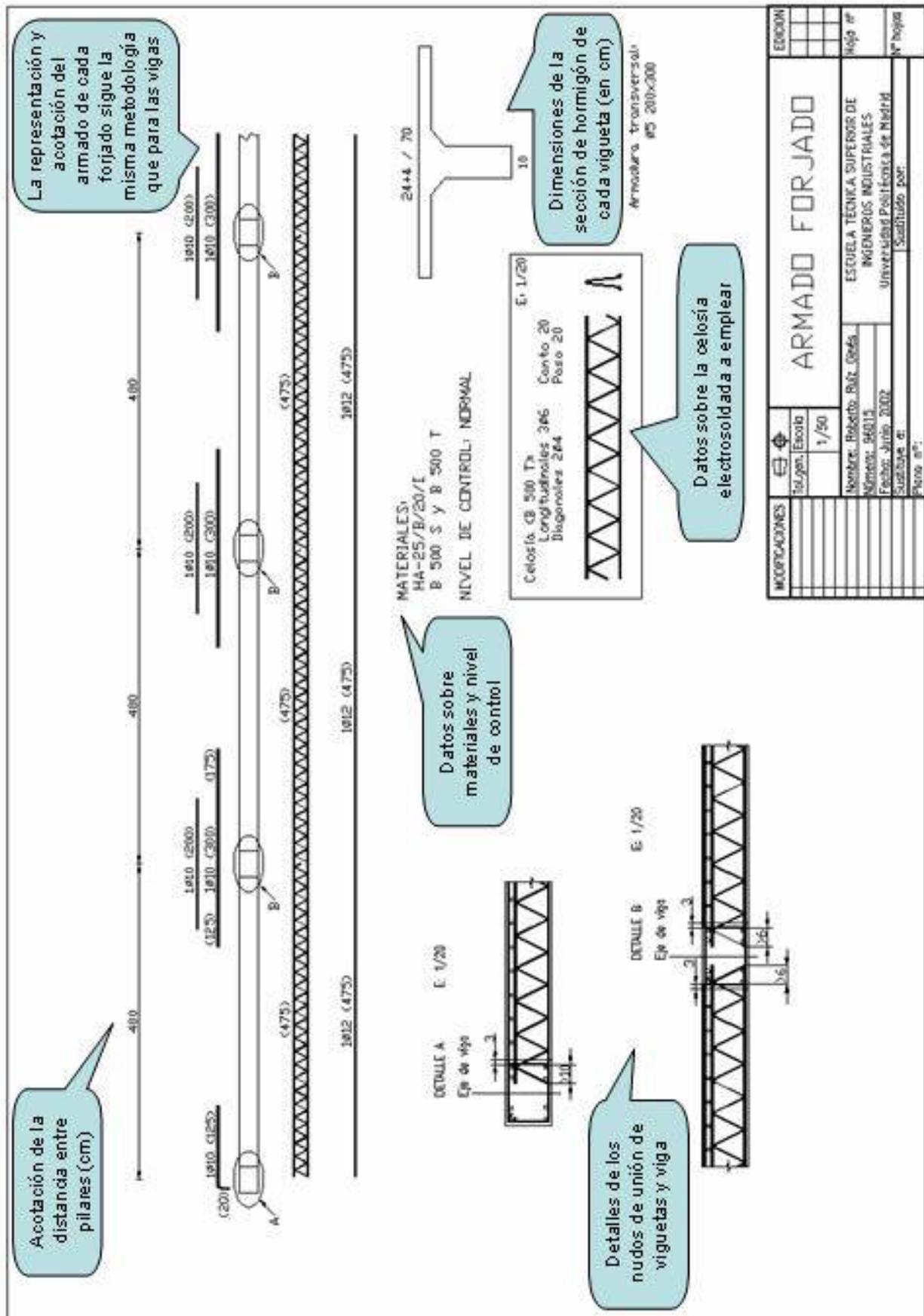


Fig. 51 Armado forjado

5.5.3 Cuadro de pilares

El cuadro de pilares permite definir con un único plano el armado de todos los pilares de una estructura.

La filosofía es clara. Representar en un cuadro el armado de los pilares de forma muy sencilla y esquemática. La numeración de los pilares corresponderá a la definida en el plano de replanteo. Asimismo se incluirá la representación de los detalles necesarios.

Identificación del pilar

P9	P27	P18	P6	P49	P8	P16	
							FORJADO 5
							FORJADO 4
							FORJADO 3
							FORJADO 2
							FORJADO 1
							Cimentación

Fig. 52 Cuadro de pilares

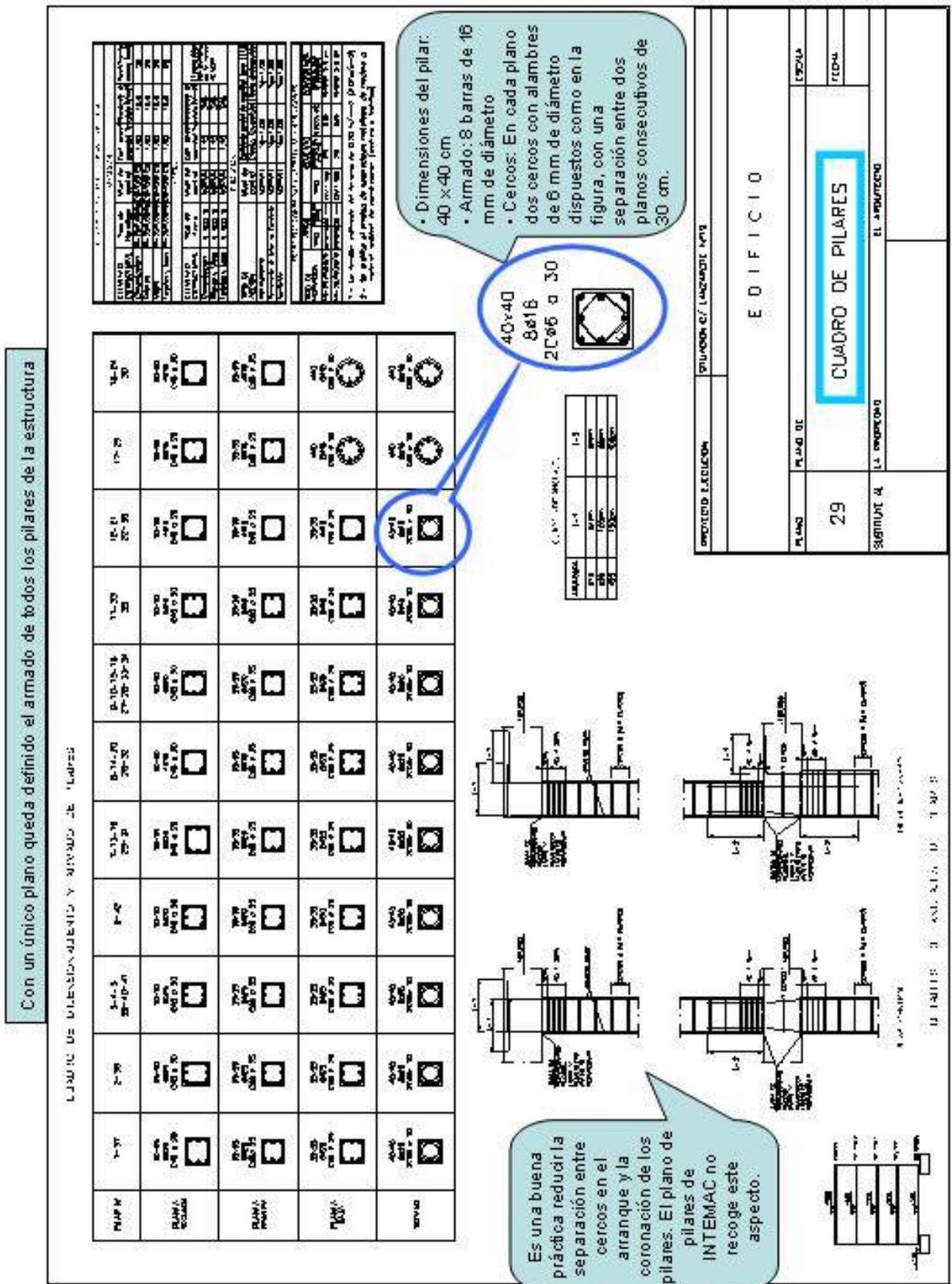


Fig. 53 Cuadro de pilares

Para una correcta interpretación de los soportes proyectados, conviene acompañar en el plano donde se refleja la tabla representativa de secciones, un texto explicativo con los materiales utilizados y anotaciones sobre el dibujo

ARMADO DE PANTALLAS
 2 PARRILLAS COMPUESTAS POR:
 ARMADO VERTICAL \varnothing 12 A 15 cm
 ARMADO HORIZONTAL \varnothing 8 A 20 cm

CUADRO DE PILARES
 Hormigón: H-200 , Control Normal
 Acero: AEH-500 , Control Normal
 Escala: 1:50

CUADRO DE PILARES zona placa
 Desde la planta FORJADO 1
 Hasta la planta FORJADO 4
 Hormigón: H-200 , Control Normal
 Acero: AEH-500 , Control Normal
 Escala: 1:50

Fig. 54 Cuadro de pilares: texto explicativo

5.6. Ejemplos de secciones:

5.6.1 Secciones de pilares rectangulares

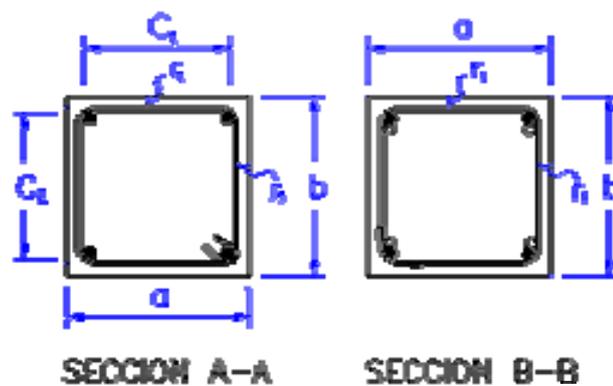


Fig. 55 Secciones de pilares rectangulares

5.6.2 Sección de pilar circular

Está compuesto por una armadura longitudinal, que presenta:

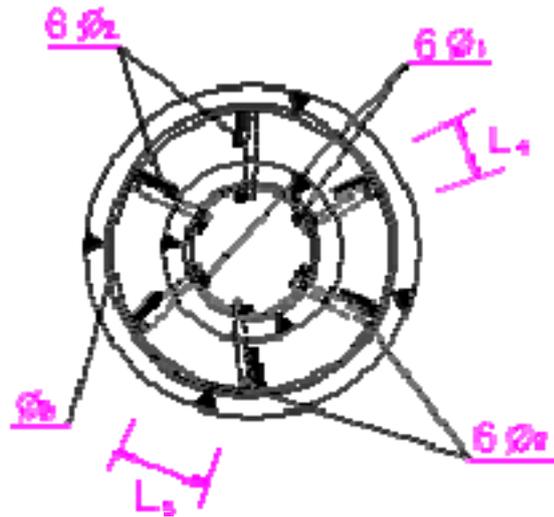


Fig. 56 Pilar circular

- Un armadura longitudinal exterior formada por 6 barras de diámetro $\text{Ø}2$.
- Una armadura longitudinal interior de 6 barras de diámetro $\text{Ø}1$.
- Una armadura transversal:

- Formada por dos capas de estribos circulares concéntricos de diámetro $\varnothing 5$.
- L4 y L5 son los solapes de los estribos circulares en los estribos.

5.6.3 Transición de soportes de diferente sección, en nudos intermedios en fachada

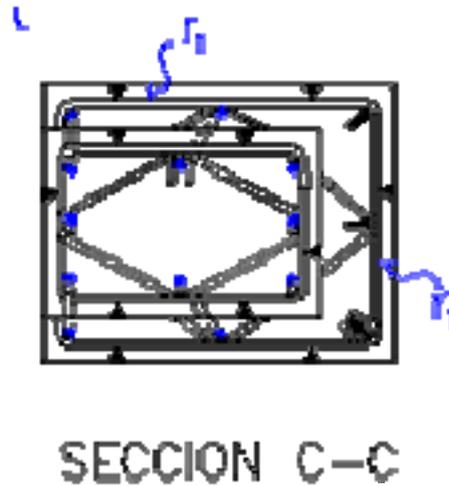


Fig. 57 Transición de soportes de diferente sección

5.6.4 Transición de soportes de diferente sección, en nudos intermedios

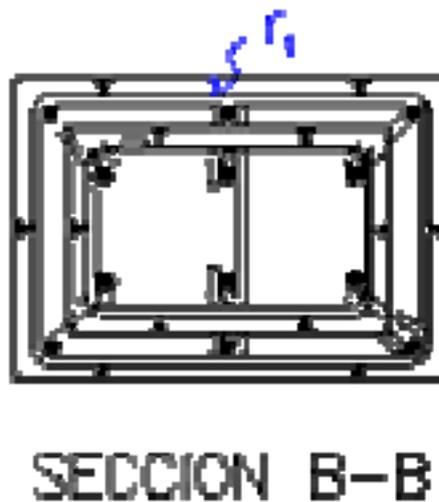


Fig. 58 Transición de soportes de diferente sección

5.6.5 Alzado pilar: arranque desde cimentación

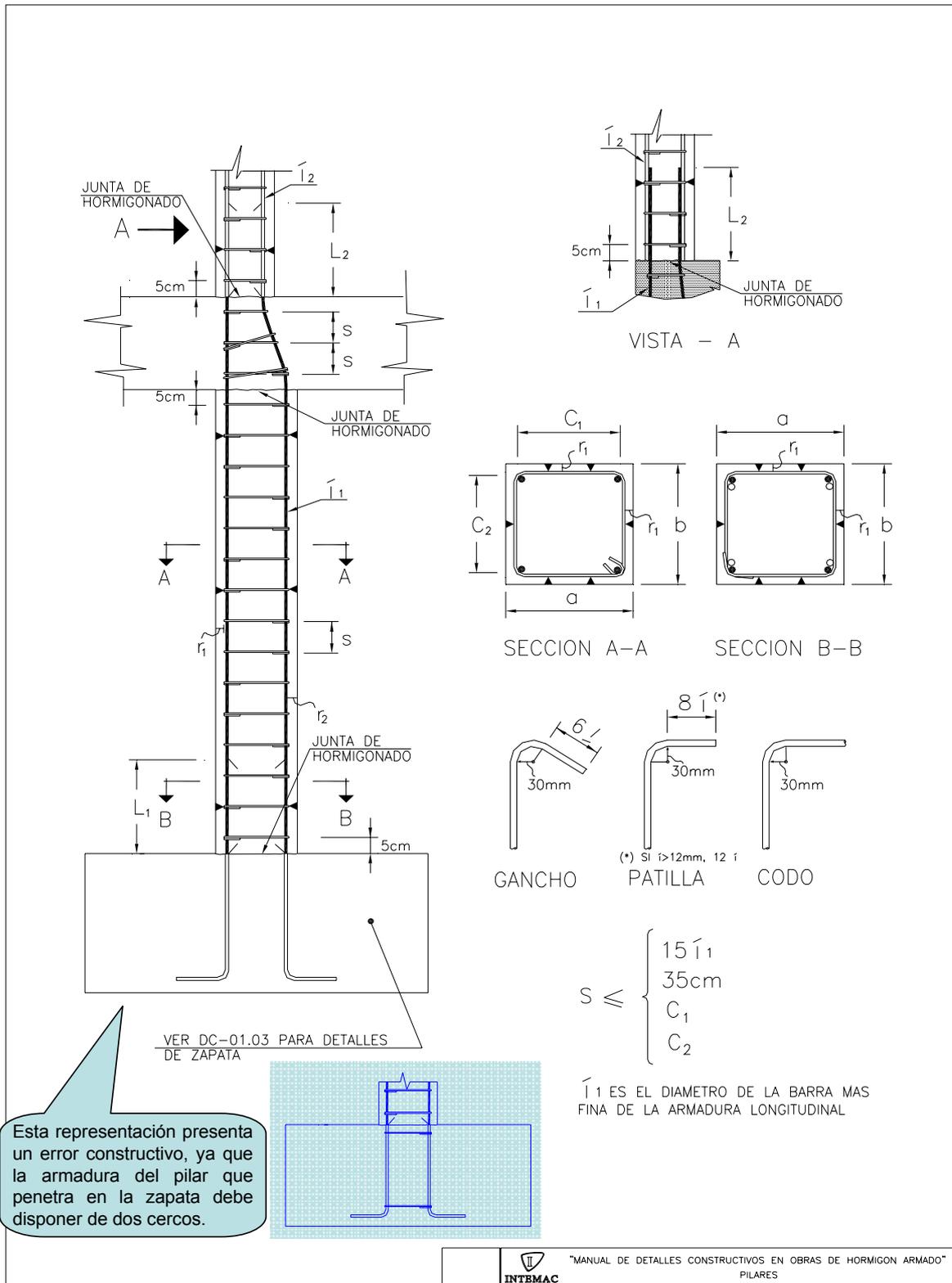


Fig. 59 Arranque de pilar desde cimentación

5.6.6 Alzado pilar intermedio entre plantas

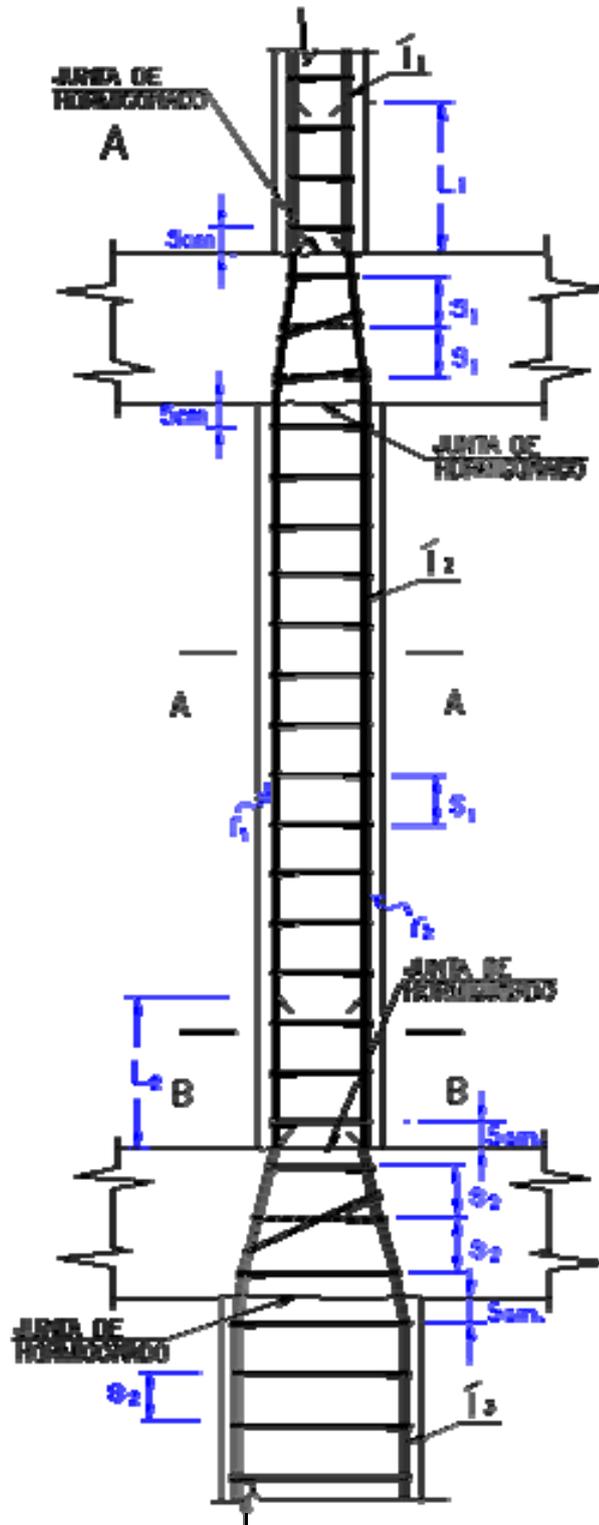


Fig. 60 Alzado pilar intermedio

5.6.7 Alzado pilar de última planta

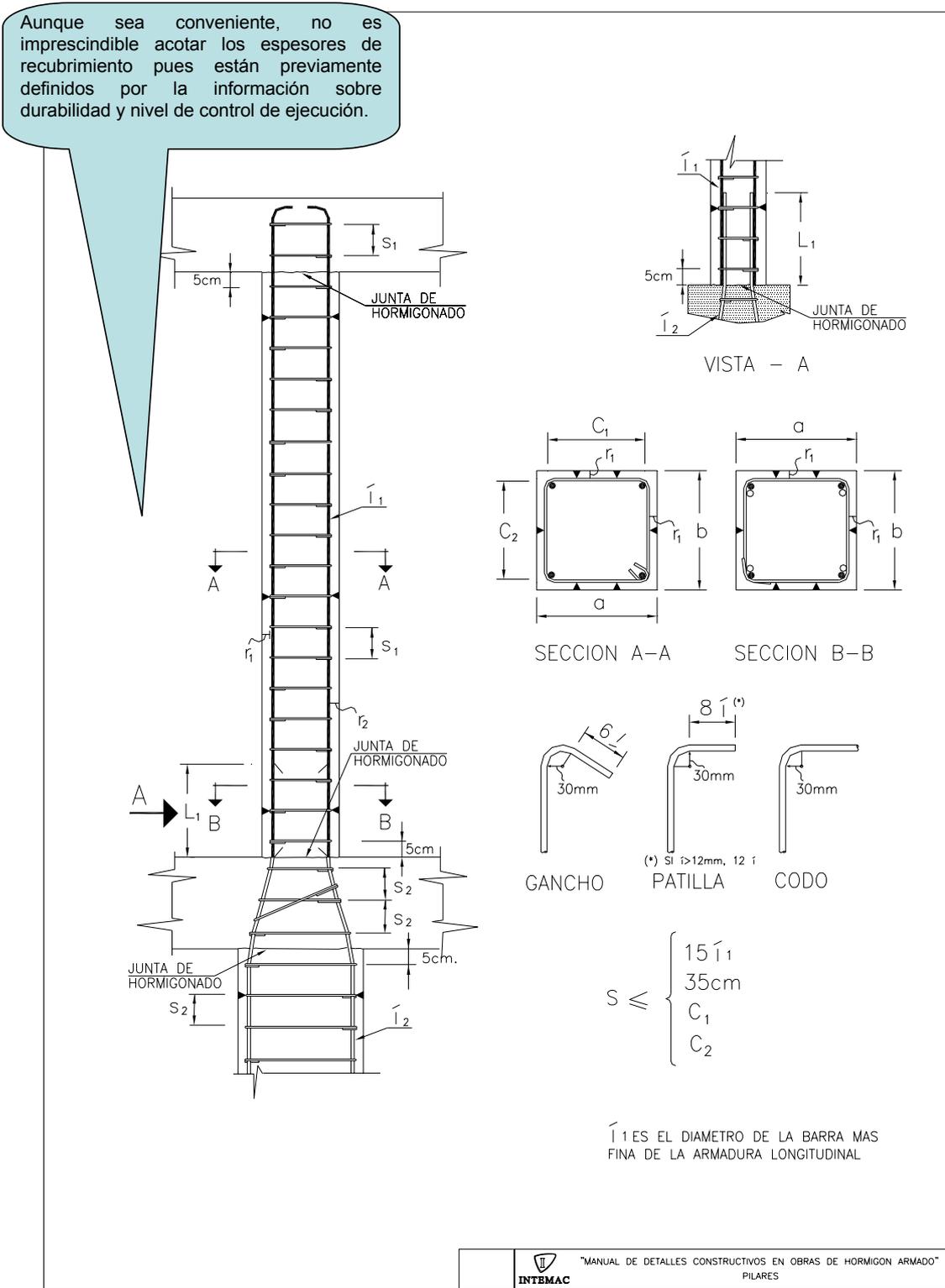


Fig. 61 Alzado pilar de última planta

5.6.8 Detalles de anclajes

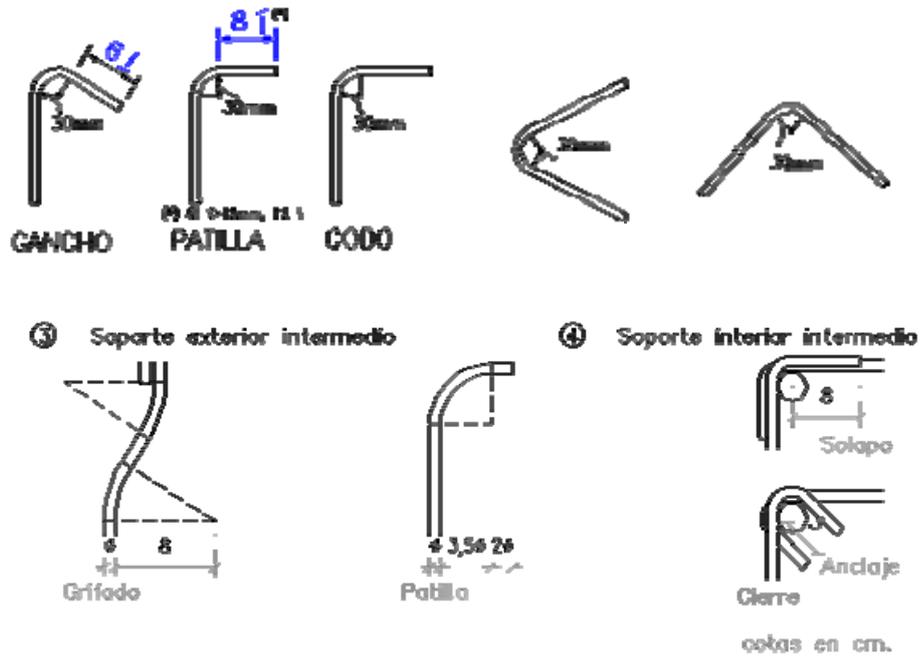


Fig. 62 Detalles de anclajes

Los estribos de la zona de espera llevan cierre con patilla y en el resto con gancho.

5.6.9 Detalles de nudos

5.6.9.1 Nudo intermedio de esquina

L1 es la longitud del solape de las barras Ø1.

El recubrimiento de r2 no debe ser inferior a Ø2.

Los estribos de la zona de espera llevan cierre con patilla y en el resto con gancho.

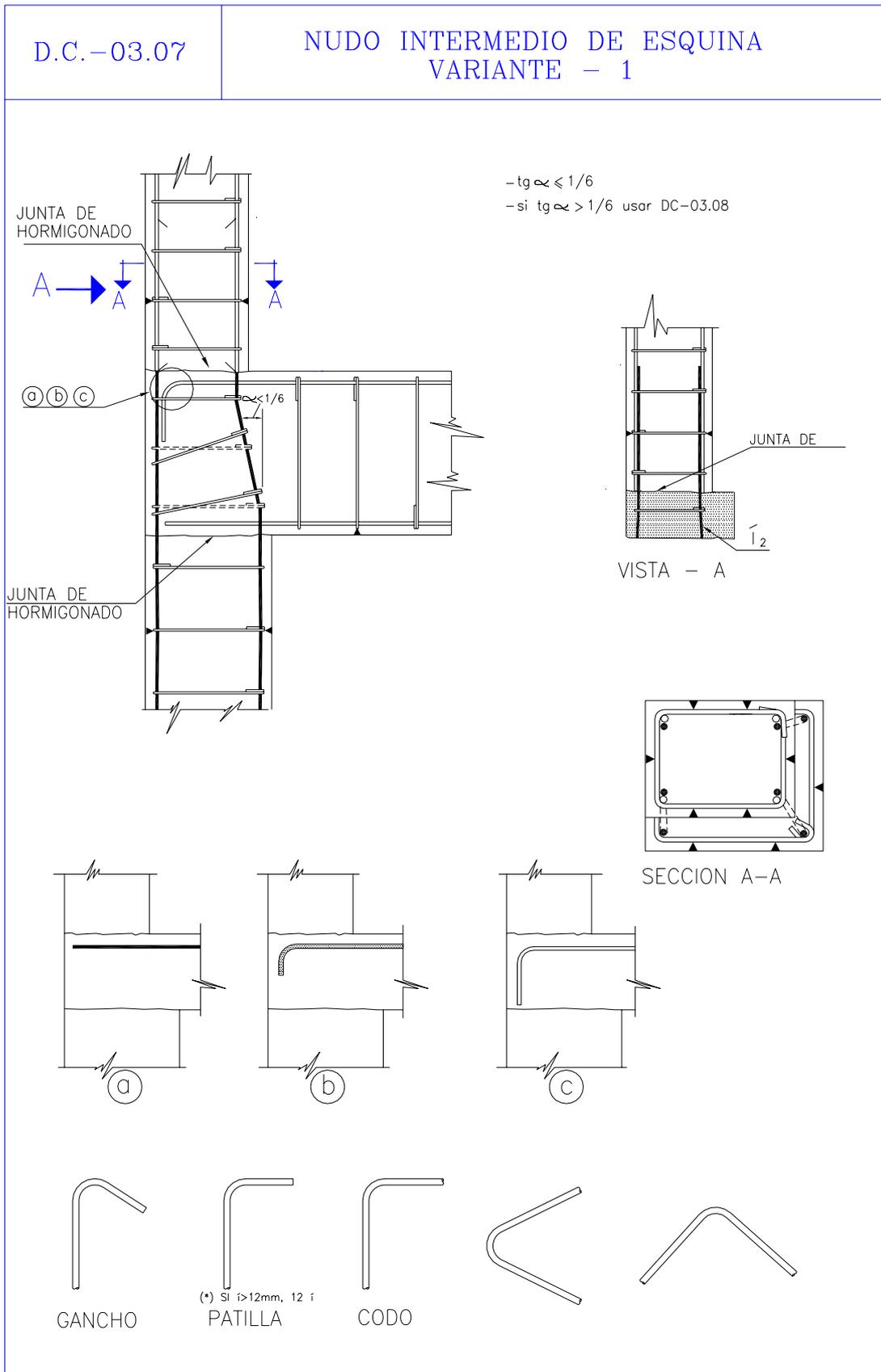


Fig. 63 Nudo intermedio de esquina

5.6.9.2 Nudo intermedio de fachada

L1 es la longitud del solape de las barras $\varnothing 1$.

El recubrimiento de r2 no debe ser inferior a $\varnothing 2$.

Los estribos de la zona de espera llevan cierre con patilla y en el resto con gancho.

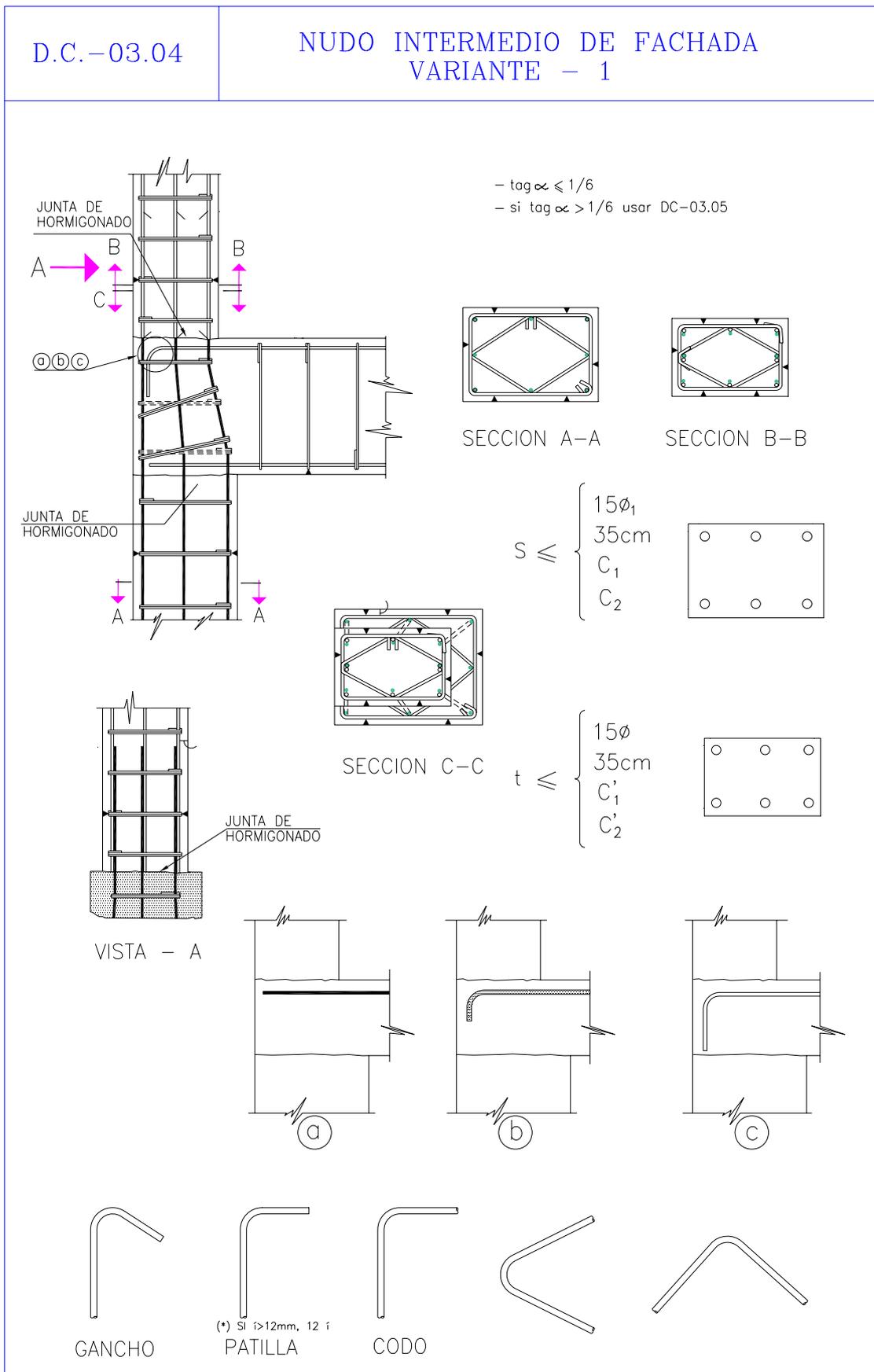


Fig. 65 Nudo intermedio de fachada

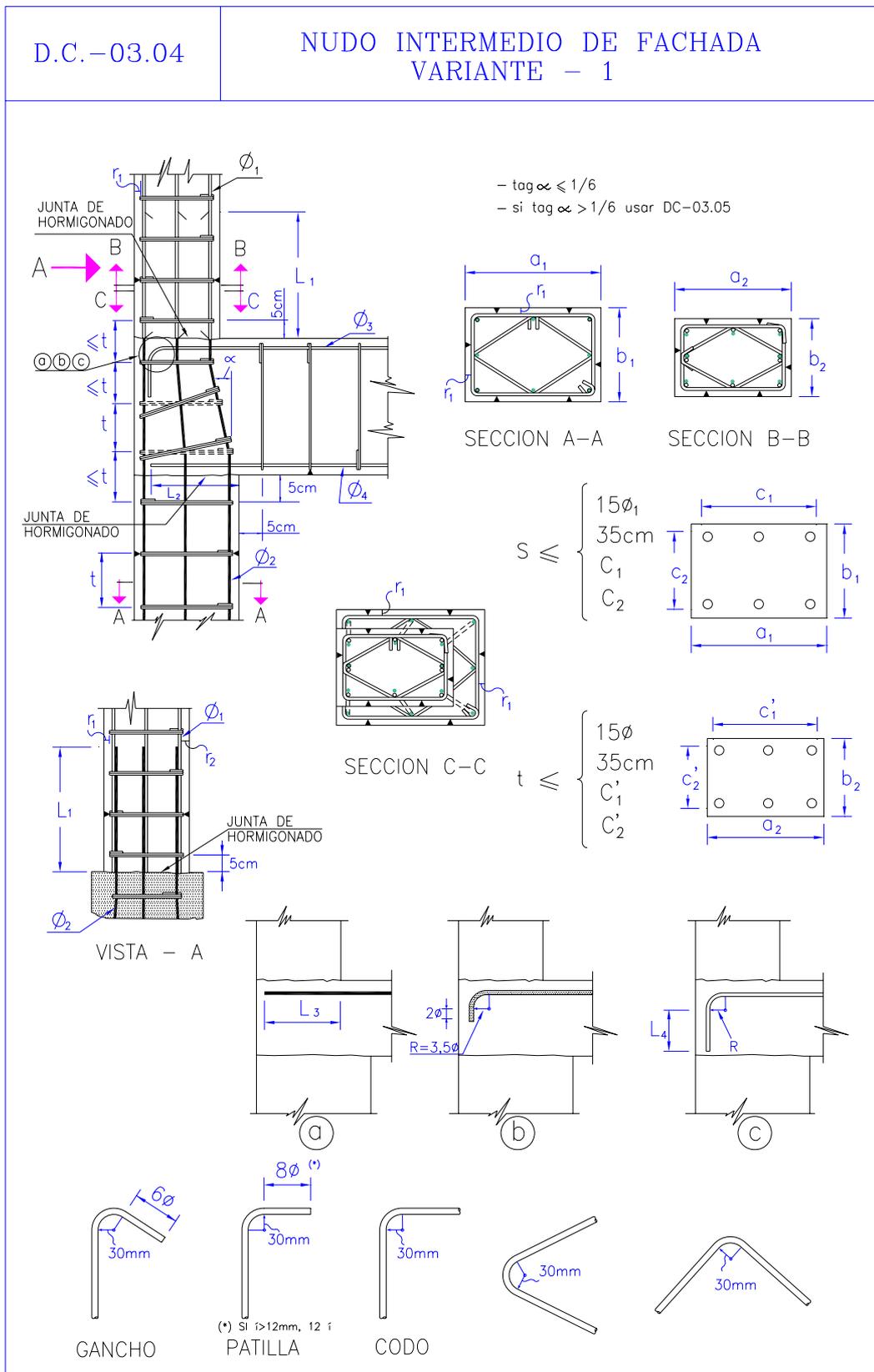


Fig. 66 Nudo intermedio de fachada

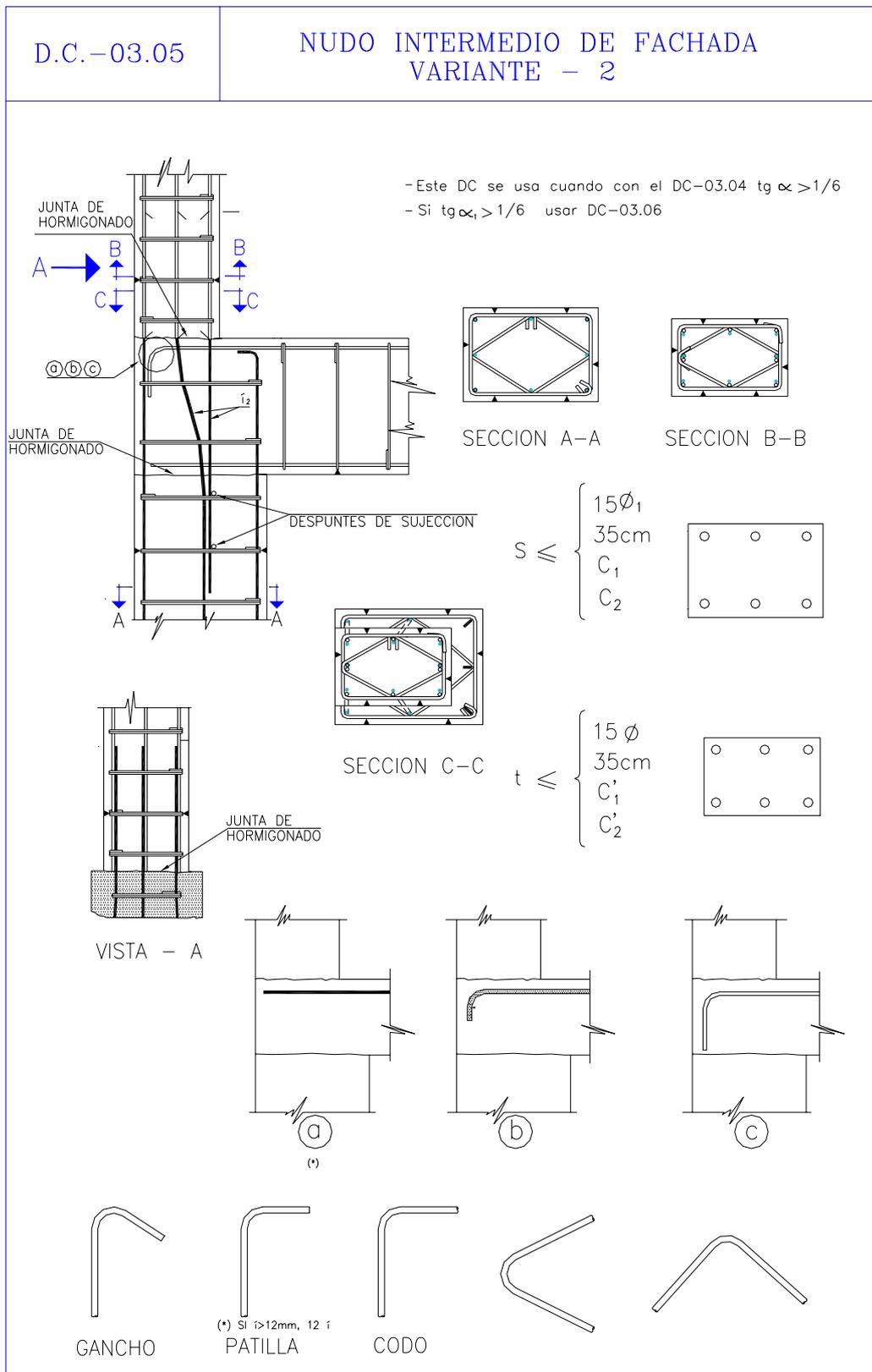


Fig. 67 Nudo intermedio de fachada

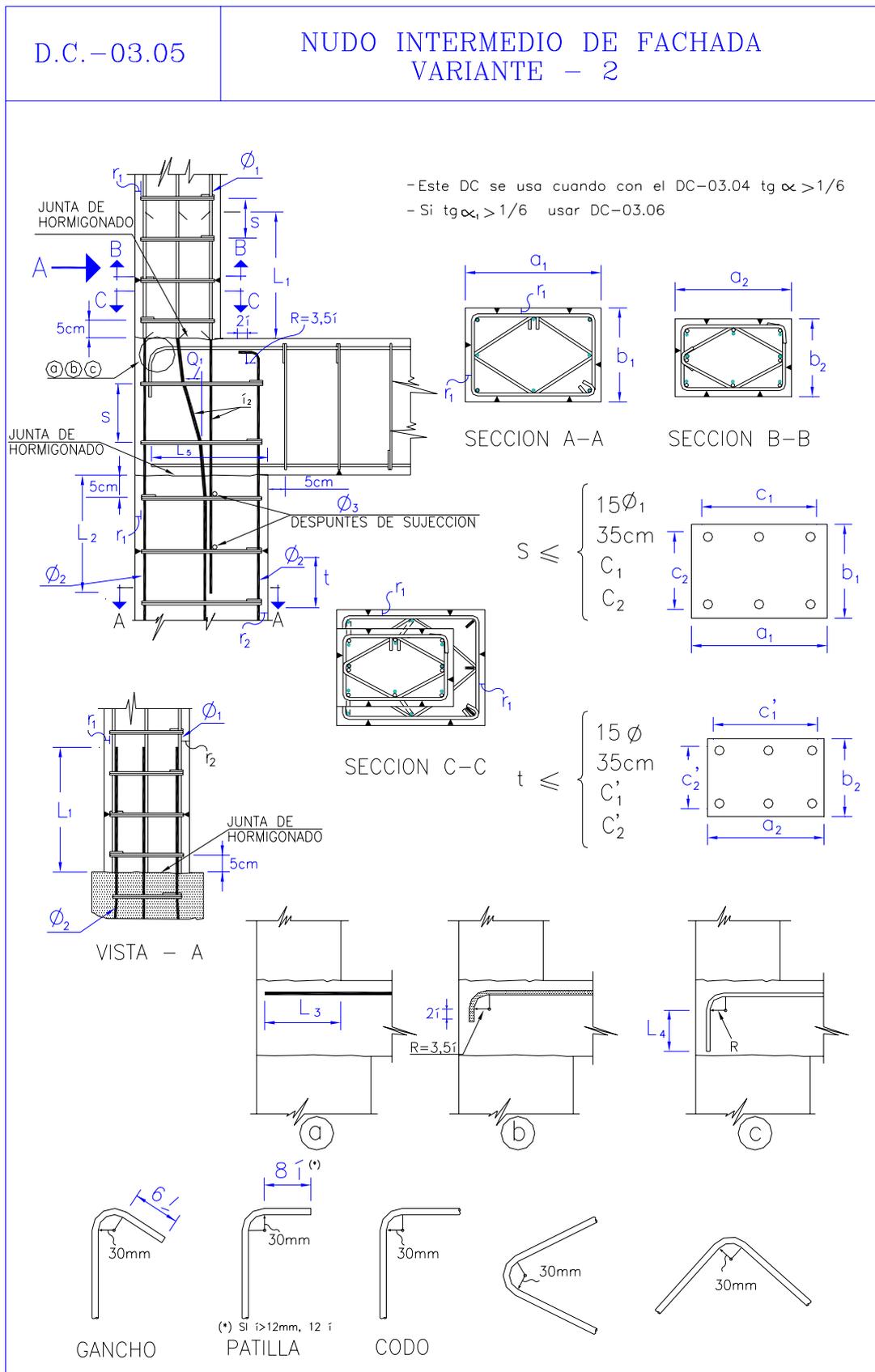


Fig. 68 Nudo intermedio de fachada

5.6.10 Nudo en piso superior de fachada o esquina

L2 es la longitud del solape de las barras $\varnothing 1$ y $\varnothing 2$.

El recubrimiento de r2 no debe ser inferior a $\varnothing 2$.

Los estribos de la zona de espera llevan cierre con patilla y en el resto con gancho.

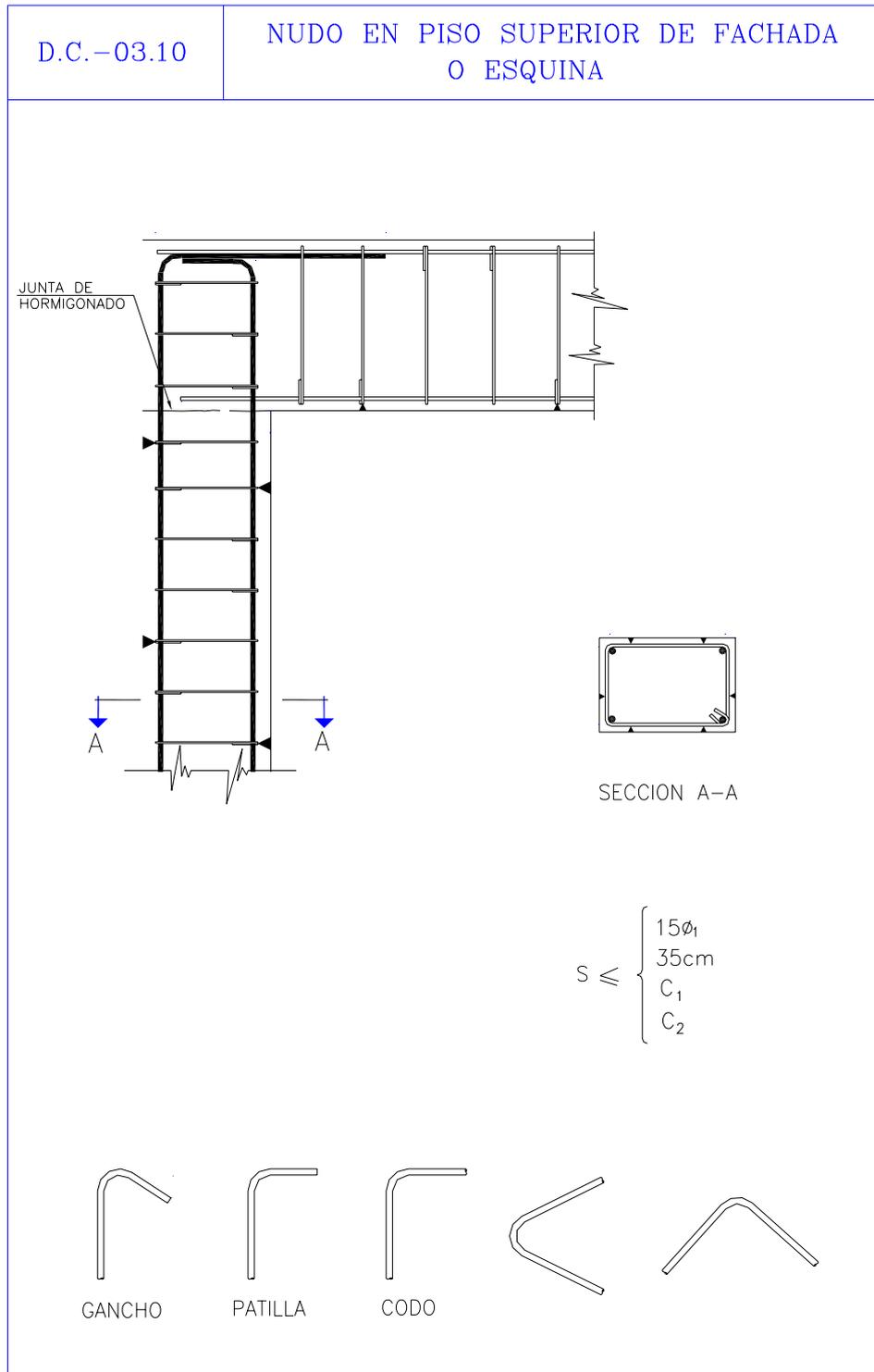


Fig. 69 Nudo en piso superior de fachada o esquina

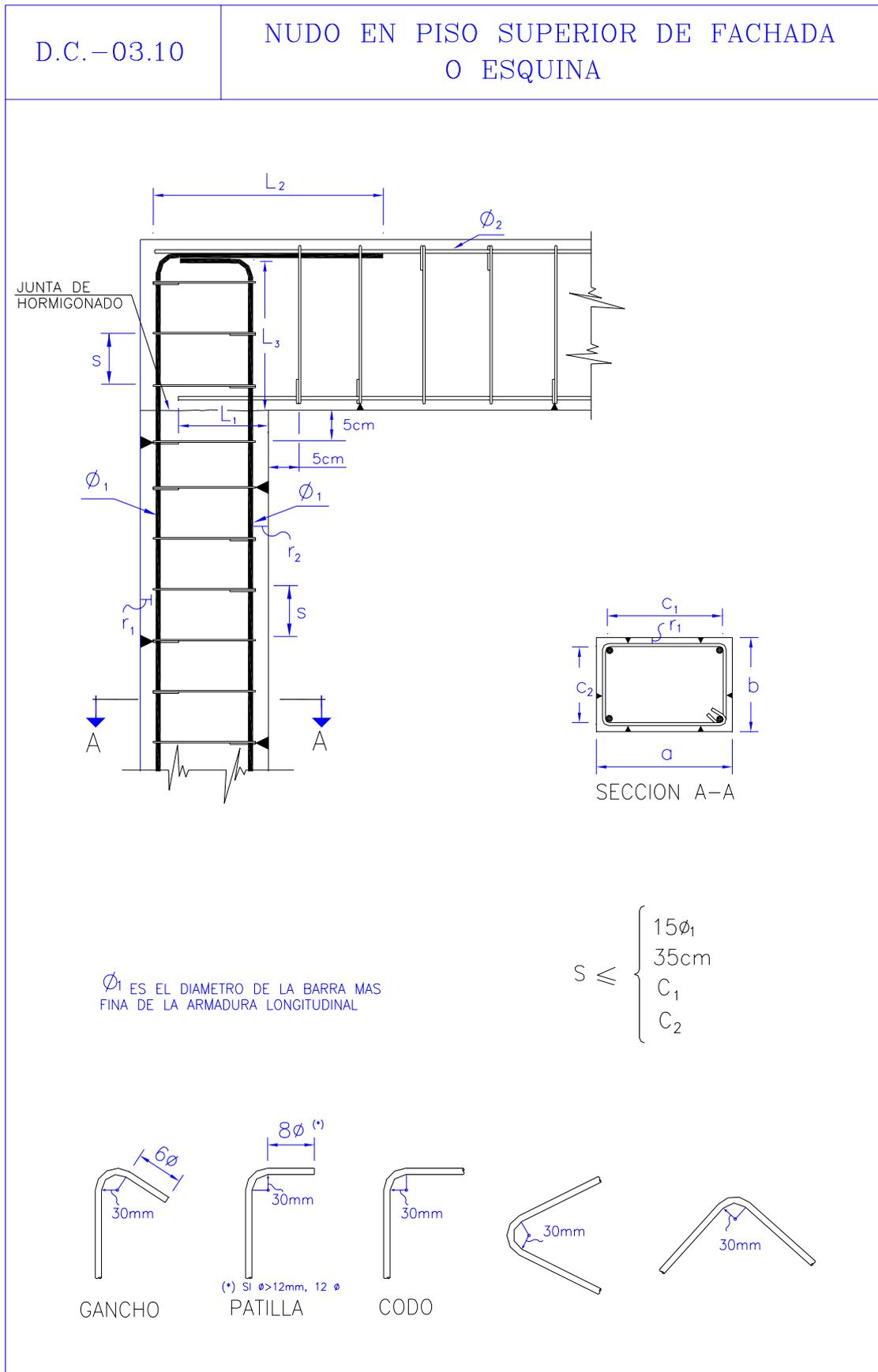


Fig. 70 Nudo en piso superior de fachada o esquina

5.6.11 Nudo interior en planta intermedia

L1 es la longitud del solape de las barras $\varnothing 1$.

El recubrimiento de r2 no debe ser inferior a $\varnothing 2$.

El recubrimiento de r1 es de 20 mm en ambiente I y de 30 mm en ambiente II.

Los estribos de la zona de espera llevan cierre con patilla y en el resto con gancho.



Fig. 71 Nudo interior en planta intermedia

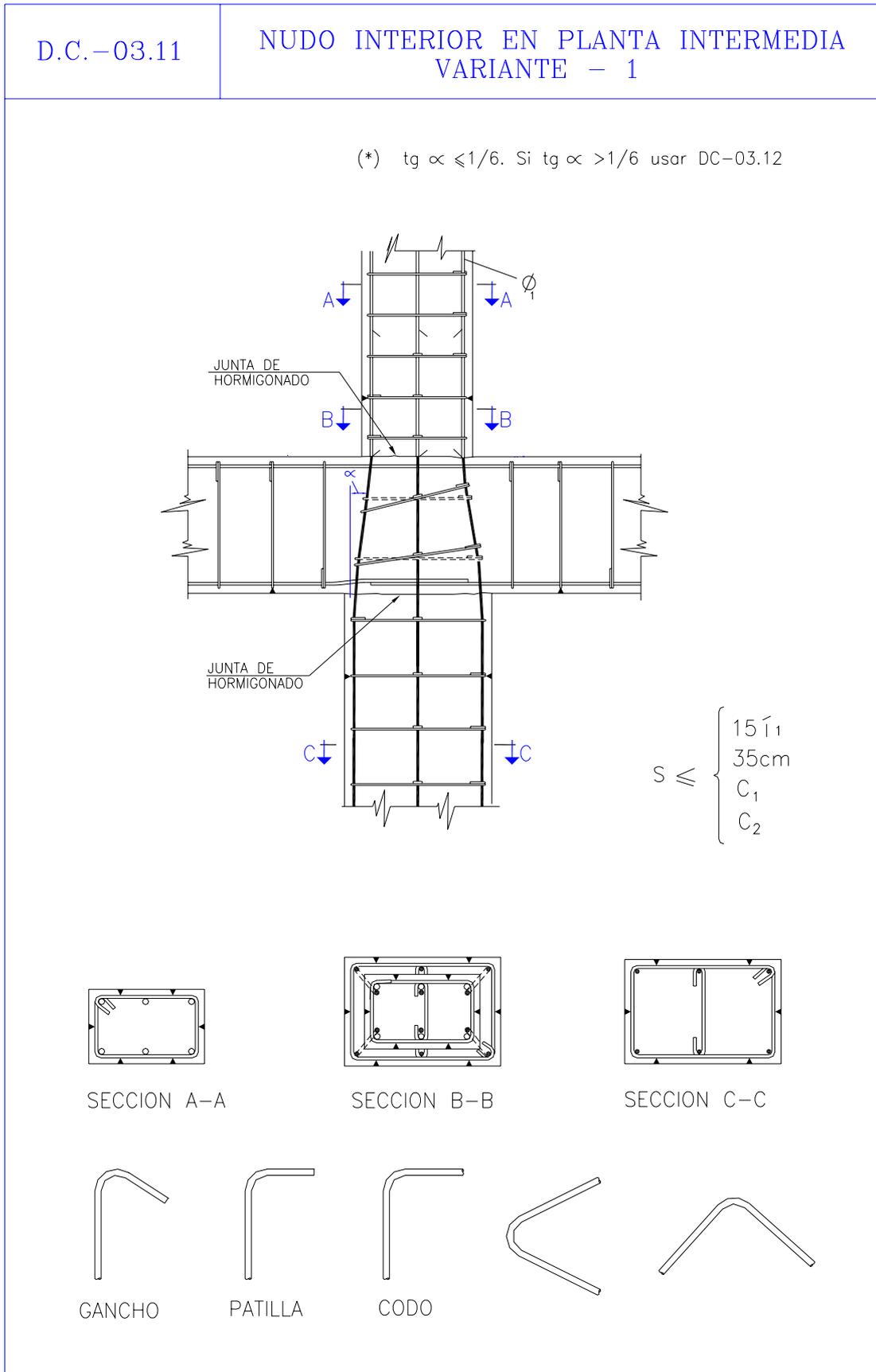


Fig. 72 Nudo interior en planta intermedia

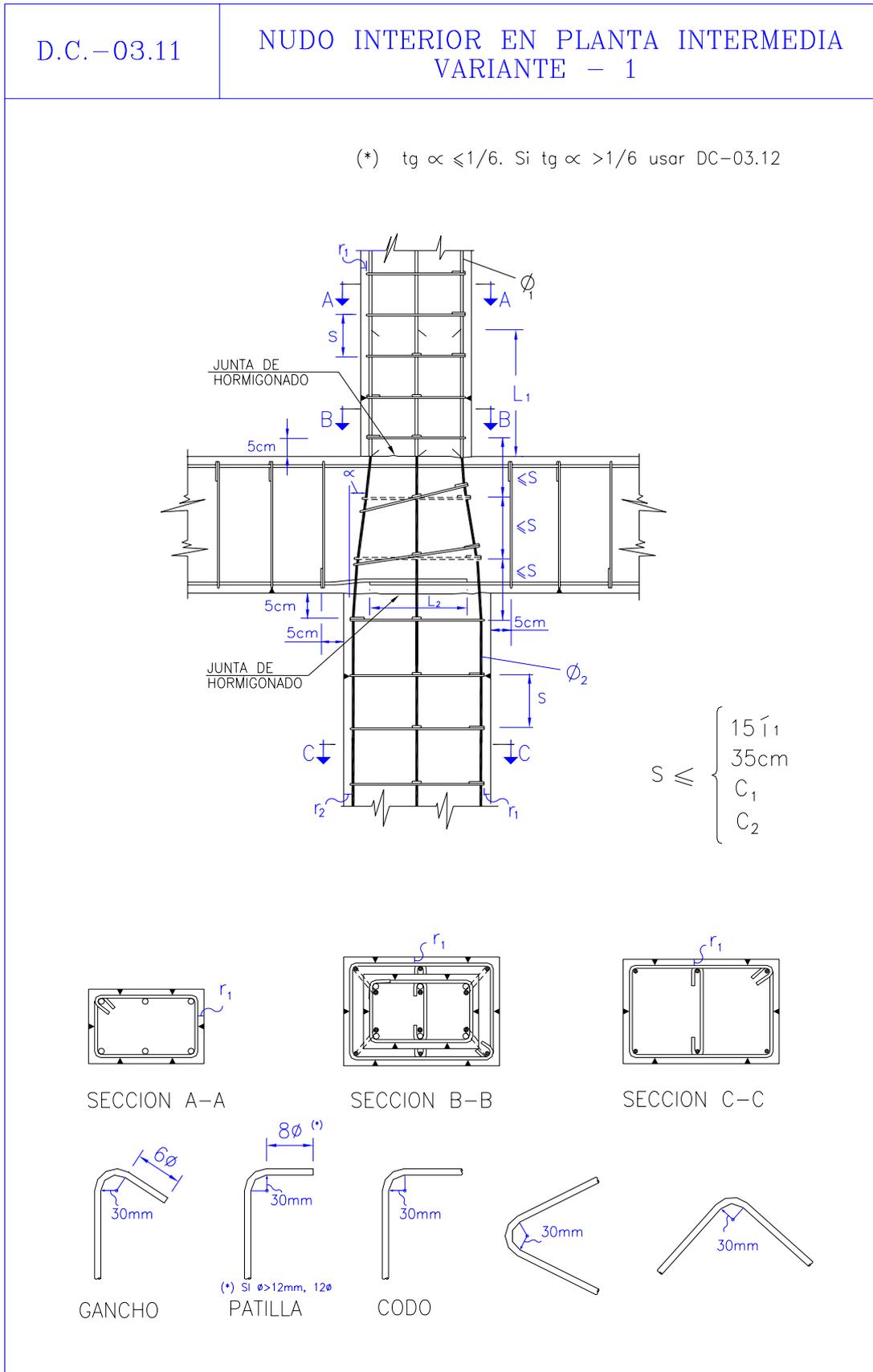


Fig. 73 Nudo interior en planta intermedia

Detalles:

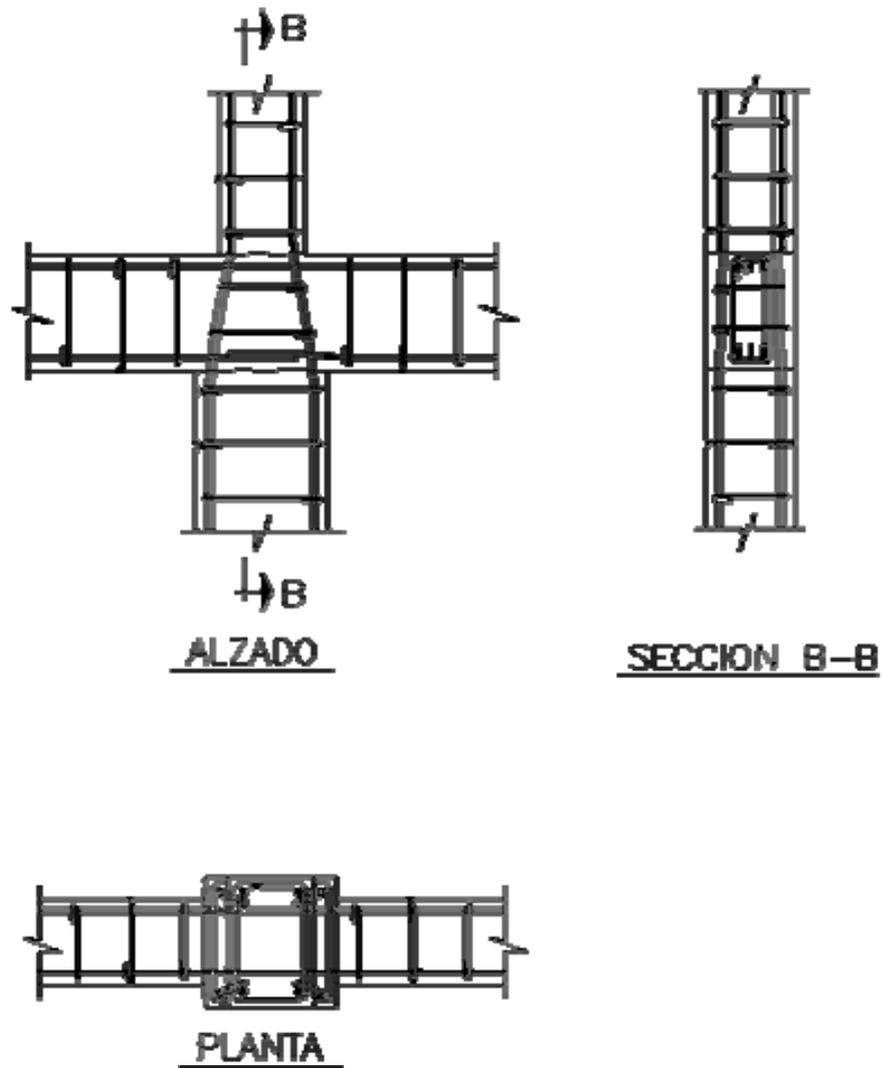


Fig. 74 Encuentros con pilares

A continuación se muestran ejemplos de detalles de los nudos de unión de viguetas elaboradas con celosía electrosoldada y armaduras longitudinales de refuerzo que constituyen un forjado unidireccional, y las vigas sobre las que reposan.

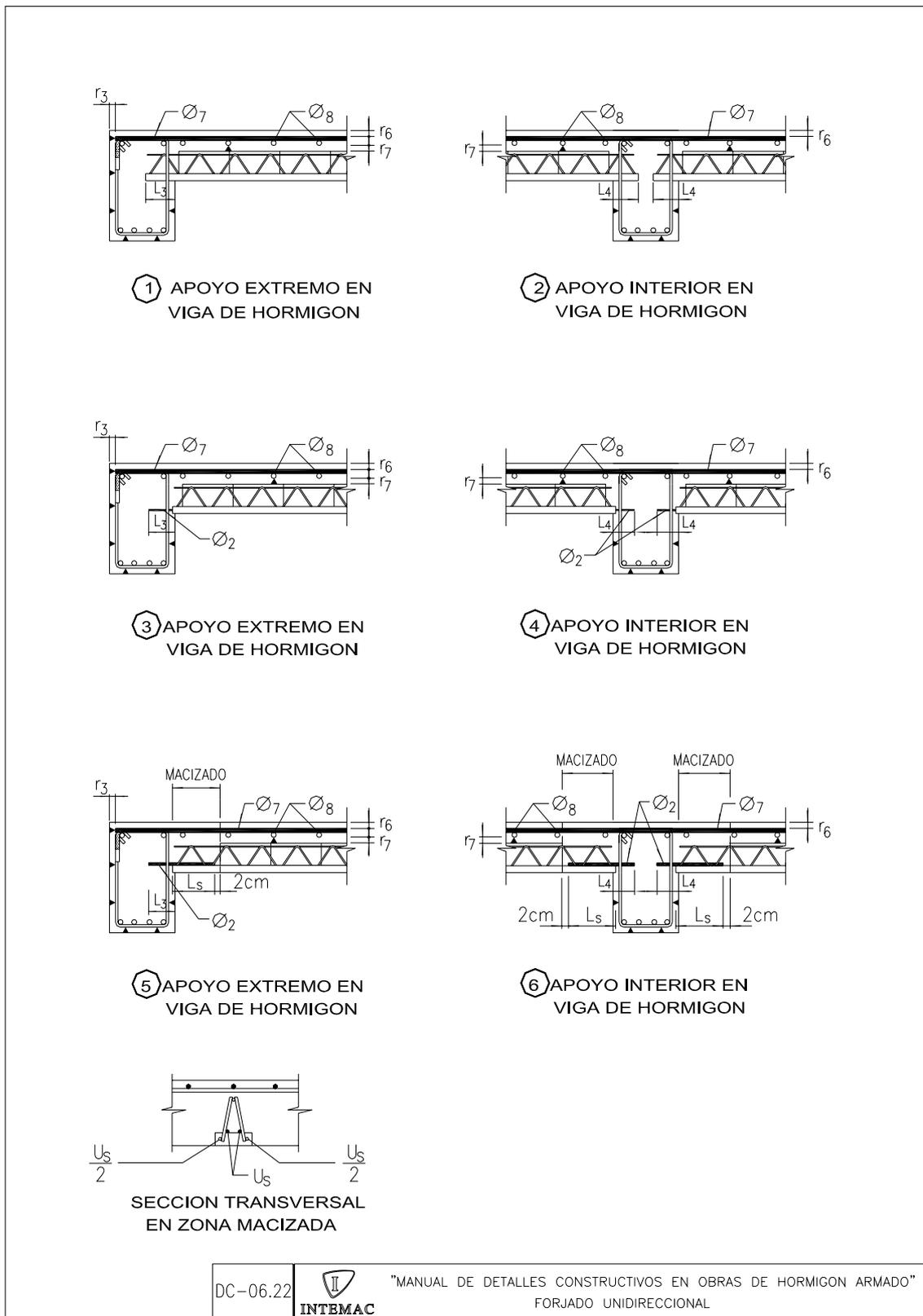


Fig. 75

Habitualmente este tipo de detalles acompañará a un plano mas genérico en el que se represente el forjado unidireccional en su conjunto:

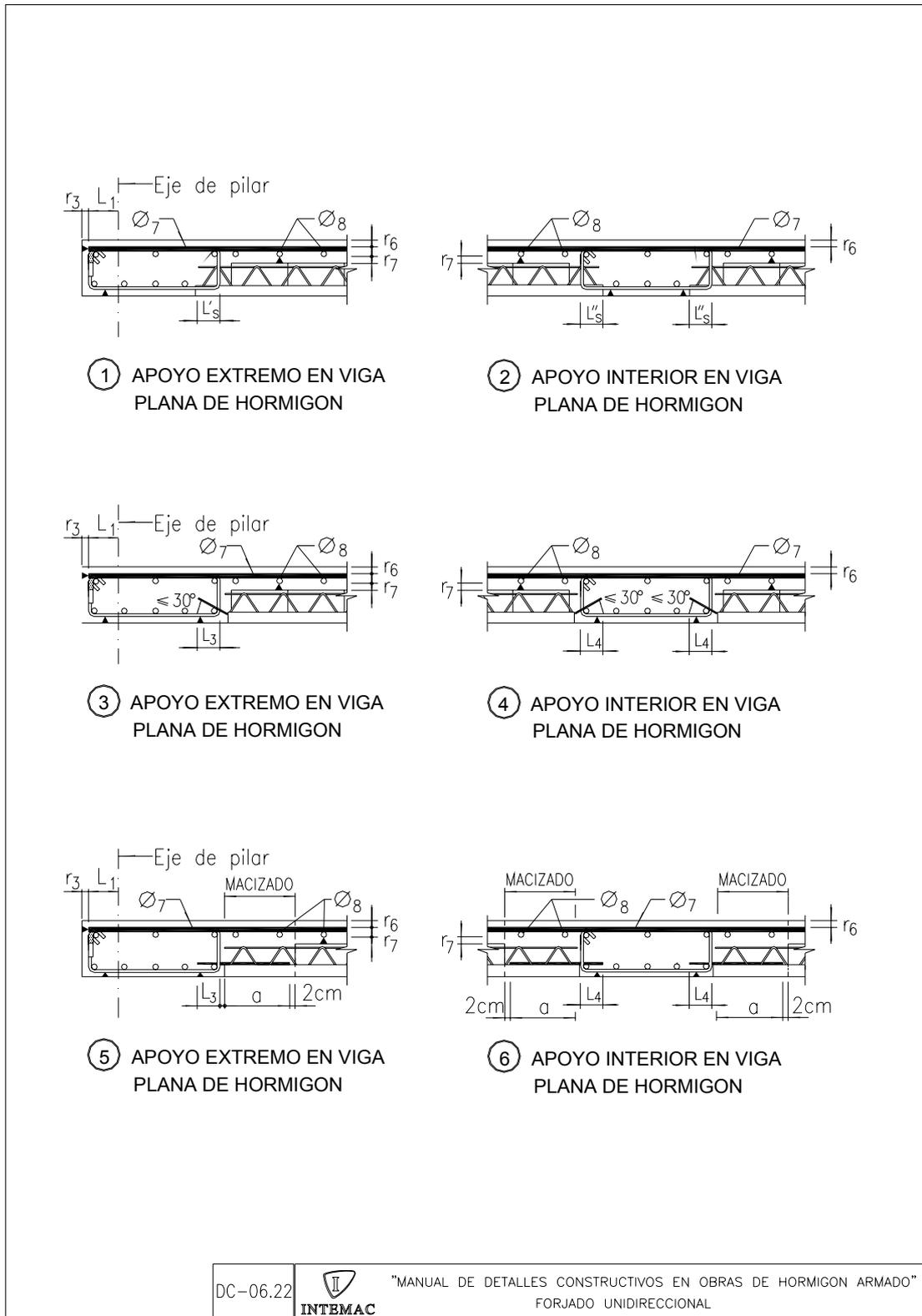


Fig. 76

6. Vigas y dinteles de hormigón armado

Las vigas de hormigón armado constituyen **elementos horizontales de estructuras en la edificación**.

Las vigas sometidas a flexión se calcularán de acuerdo con el art. 42 EHE o las fórmulas simplificadas del Anexo 8, a partir de los valores de cálculo de las resistencias de los materiales (art. 15) y de los valores mayorados de las acciones combinadas (art. 13, EHE). Si la flexión está combinada con esfuerzo cortante, se calculará la pieza frente a este último esfuerzo con arreglo al art. 44 (EHE) y con arreglo al art. 45 si existe, además, torsión. Para piezas compuestas se comprobará el Estado Límite de Rasante (art. 47).

Asimismo se comprobarán los Estados Límite de Fisuración, Deformación y Vibraciones, cuando sea necesario, según los artículos 49, 50 y 51 (EHE) respectivamente.

Cuando se trate de vigas en T o de formas especiales, se tendrá presente el apartado 18.2.1.

La disposición de armaduras se ajustará a lo prescrito en los artículos 66 (EHE), para las armaduras pasivas, y 67, para las armaduras activas, EHE.

Este apartado se refiere a elementos que trabajan fundamentalmente a flexión y cumplen las siguientes condiciones:

6.1. Normativa

EHE: Instrucción del Hormigón Estructural.

NTE EHV: Estructuras de Hormigón Armado Vigas.

NTE EHB: Estructuras de Hormigón Armado Vigas Balcón.

6.2. Criterios de diseño

- El esfuerzo axial de compresión de cálculo reducido, debido a la situación sísmica, cumple: $(N_d / A_{cfd}) \leq 0,10$
- La relación ancho/canto no será menor que 0,3.
- La luz del vano no será menor que cuatro veces el canto útil del elemento.
- El ancho de la viga no será inferior a 250 mm ni superior al ancho del apoyo o pilar que la recibe más 0,75 del canto de la viga.

En relación con el anclaje y solape de las armaduras se cumplirán las siguientes indicaciones:

- Las longitudes de anclaje de las armaduras se aumentarán 10 respecto a las definidas para cargas estáticas en 66.5 (EHE) .
- Los empalmes de las armaduras se alejarán, en lo posible, de las zonas próximas a los extremos, en una longitud de dos veces el canto de la viga, o de las zonas donde se prevea la formación de rótulas plásticas.

Para estructuras en las que se quiera conseguir un nivel de ductilidad muy alto las vigas deberán cumplir los siguientes requisitos, relativos a disposición de armaduras:

1. Armadura longitudinal

La armadura longitudinal estará constituida, al menos, por 4 barras dispuestas a lo largo de toda la longitud, dos en cada cara.

La capacidad resistente a flexión positiva en el apoyo no será inferior a la mitad de la capacidad resistente de esta sección a flexión negativa. Simplificadamente, esta condición se cumple si se dispone en los extremos de las vigas una armadura comprimida no inferior a la mitad de la traccionada. En cualquier caso, ninguna sección a lo largo de la viga tendrá una capacidad resistente a flexión positiva o negativa inferior al 25% de la capacidad resistente máxima a flexión negativa de los extremos.

2. Armadura transversal

La capacidad resistente a cortante de las secciones será, al menos, un 25% superior a la requerida por el cortante de cálculo para situación sísmica.

En las zonas extremas de la viga, en una longitud igual al menos a dos veces el canto desde la cara del apoyo hacia el interior del vano, se dispondrán cercos cerrados de diámetro mayor o igual que 6 mm y separados a distancias no mayores que la menor de las siguientes:

- Un cuarto del canto de la viga.
- 6 veces el diámetro de la barra longitudinal comprimida de menor diámetro.
- 24 veces el diámetro utilizado para la armadura transversal.
- 150 mm.

En las zonas centrales son de aplicación los requisitos generales establecidos por la Instrucción EHE.

Para estructuras en las que se quiera conseguir un nivel de ductilidad alto, las vigas deben cumplir los siguientes requisitos, relativos a disposición de armaduras.

1. Armadura longitudinal

La armadura longitudinal estará constituida, al menos, por 4 barras dispuestas a lo largo de toda la longitud, dos en cada cara. En cualquier caso, en el paramento traccionado, no se dispondrá una cuantía geométrica superior al 2,5%.

La capacidad resistente a flexión positiva en el apoyo no será inferior al tercio de la capacidad resistente de esta sección a flexión negativa. Simplificadamente, esta condición se cumple si se dispone en los extremos de las vigas una armadura comprimida no inferior al tercio de la traccionada. En cualquier caso, ninguna sección a lo largo de la viga tendrá una capacidad resistente a flexión positiva o negativa inferior al 20% de la capacidad resistente máxima a flexión negativa de los extremos.

2. Armadura transversal

La capacidad resistente a cortante de las secciones será, al menos, un 25% superior a la requerida por el cortante de cálculo para situación sísmica.

En cuanto a la disposición de la armadura transversal se seguirán las siguientes indicaciones:

- En las zonas extremas de la viga, en una longitud igual al menos a dos veces el canto desde la cara del apoyo hacia el interior del vano, se dispondrán cercos cerrados de diámetro mayor o igual que 6 mm y separados a distancias no mayores que la menor de las siguientes:
 - Un cuarto del canto de la viga
 - 8 veces el diámetro de la barra longitudinal comprimida de menor diámetro.
 - 24 veces el diámetro utilizado para la armadura transversal.
 - 200 mm.

En las zonas centrales son de aplicación los requisitos generales establecidos por la Instrucción EHE.

6.3. Planos de obra

PARÁMETROS DE DISEÑO		
A	Altura entre los solados de dos plantas consecutivas, medida en cm	DATOS DE PROTECCIÓN: Vigas cuyo acabado suponga disminución de las dimensiones de la sección.
B	Pendiente de los tramos inclinados.	
D	Longitud de la prolongación horizontal de la zanca en cada planta, medida entre la línea de quiebro de la zanca y la cara interior a la escalera del elemento de apoyo.	
H	Canto de los perfiles	
I	Anchura de tramo igual a la longitud del descanso intermedio cuando éste exista, medida de igual forma que el parámetro D	DATOS ESTRUCTURALES: Planos acotados de la estructura Solicitaciones a que se encuentran sometidas las vigas y predimensionado. Ver NBE-MV-101-62 Acciones en la edificación corregido y modificado en BOE 09.02.63 y 17.11.88 AE 88
J	Anchura del ojo de escalera, en las de dos tramos.	
L	Dimensión longitudinal total de la escalera, medida entre apoyos	
T	Longitud de la proyección horizontal de los tramos inclinados	

PLANOS DE OBRA

	Contenido	Escala
Plantas	Se representará por su símbolo y numeración, en cada planta de estructura de las distintas vigas	1:100
Planos de vigas	Representación para cada viga del despiece de armaduras longitudinales con sus anclajes y de la distribución de cercos a lo largo de la viga.	1:50
Secciones	Sobre las secciones de la estructura se representará gráficamente la disposición de los diferentes tipos de armadura longitudinales (de compresión, de tracción y de piel) además se representará los tipos de cercos utilizados y horquillas	1:20
Detalles	Se representarán gráficamente todos los detalles de elementos para los cuales no se haya adoptado o no exista especificaciones normativas, ej. NTE.	1:20

6.4. Información a incluir

Para cada barra se representará:

- El número de barras, su diámetro en mm y su longitud en cm (L).

Para los estribos se representará:

- Número de estribos en el tramo, diámetro de los estribos y distancia entre estribos.

Otras anotaciones:

- Longitud de solapes entre armaduras.
- Numeración de soportes,
- Distancia entre soportes

$r_1 = 2.5 \text{ cm}$ y nunca menor del diámetro de las barras 1 y 2.

$r_2 = 2 \text{ cm}$ en Ambiente I o 3 cm en Ambiente II.

r_3 nunca menor del diámetro de la barra 8.

$r_4 =$ diámetro de la barra 2, si la cara superior de la viga es horizontal y expuesta a la lluvia o a condensaciones de agua $r_4 = 5 \text{ cm}$.

r_5 nunca menor del diámetro de la barra 2.

L 3= Longitud del solape en el extremo.

L 4= Longitud del solape de las más finas de las barras 2 y 3 en el extremo.

L 5= Longitud del solape de las más finas de las barras 8 y 10 en el extremo.

L 6= Longitud del solape de las más finas de las barras 3 y 4 .en el extremo.

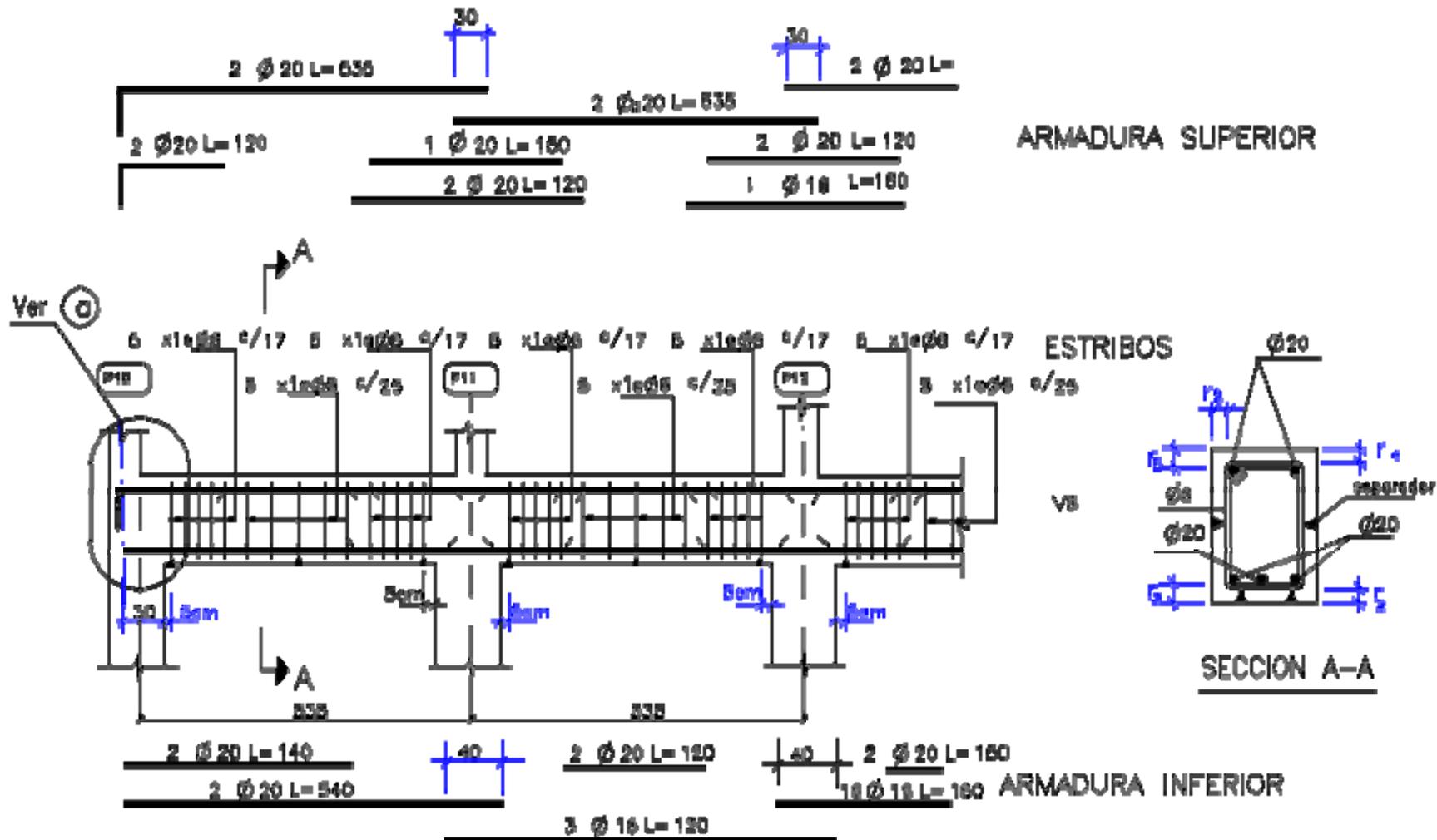


Fig. 77 Representación de despieces de armaduras. Viga continua: Información a incluir

La armadura que se coloca en la parte superior de la viga corresponde a la armadura de momentos negativos, mientras que en la parte inferior de la viga se coloca la de momentos positivos.

La numeración de los pilares se corresponde con la incluida en el plano de replanteo.

En la denominación de las armaduras transversales de la viga, se incluye la letra "e" referente a estribo, seguida del símbolo del diámetro del estribo y su valor en mm, y por último la separación entre dos estribos consecutivos expresada en cm.

La acotación de las armaduras longitudinales busca emplear un número reducido de magnitudes con el objeto de evitar que una gran cantidad de cifras pueda confundir a los ferrallistas. Para facilitar su trabajo, la longitud de las barras será siempre una cifra redonda, por así decirlo. Sobre la representación de la barra se expresa el número de redondos y su diámetro en mm precedido del símbolo correspondiente. Junto al diámetro y entre paréntesis aparece siempre la longitud total de la barra en cm. Si no hay ninguna anotación adicional, significa que la barra se dispondrá centrada respecto del eje del correspondiente pilar, o del punto medio del correspondiente vano, según sea armadura de momento negativo o positivo respectivamente. Si la disposición no es centrada, se acotará igualmente entre paréntesis y en cm la longitud de los dos tramos respecto del eje del pilar o del centro del vano. (

La representación gráfica de todos los cercos no aporta ventajas significativas respecto a la propuesta siguiente (Fig. 79)

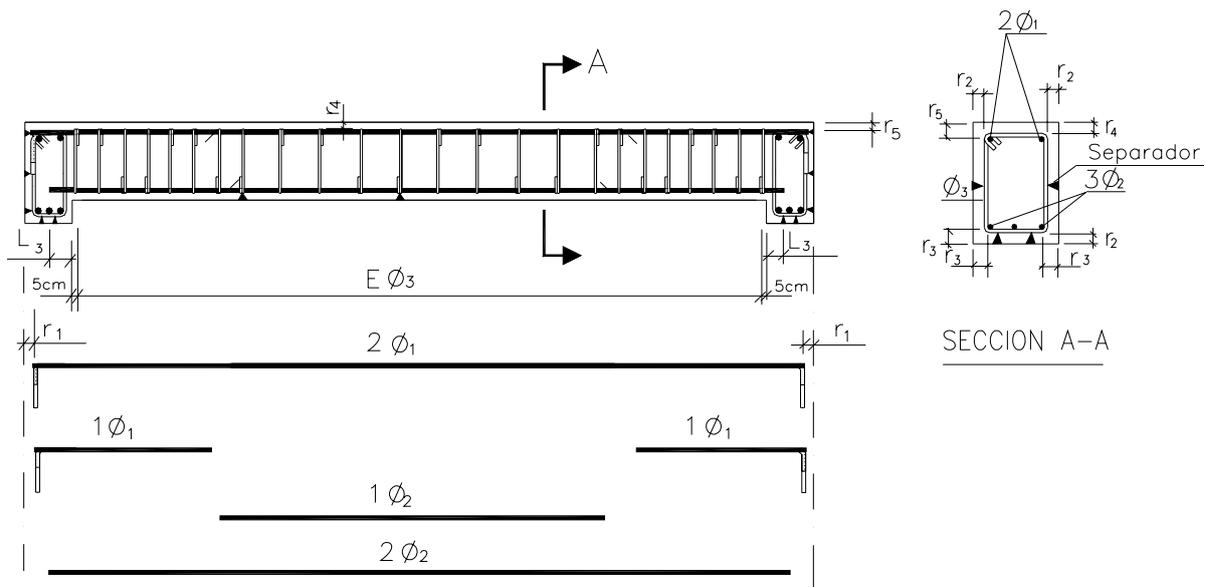


Fig. 78 Armado de vigas

Al corresponder este plano a un ejercicio práctico, se ha representado el momento flector máximo en nudos y vanos, así como el área de armadura resistente necesaria según cálculo. Naturalmente, este tipo de información no suele incluirse en los planos de construcción.

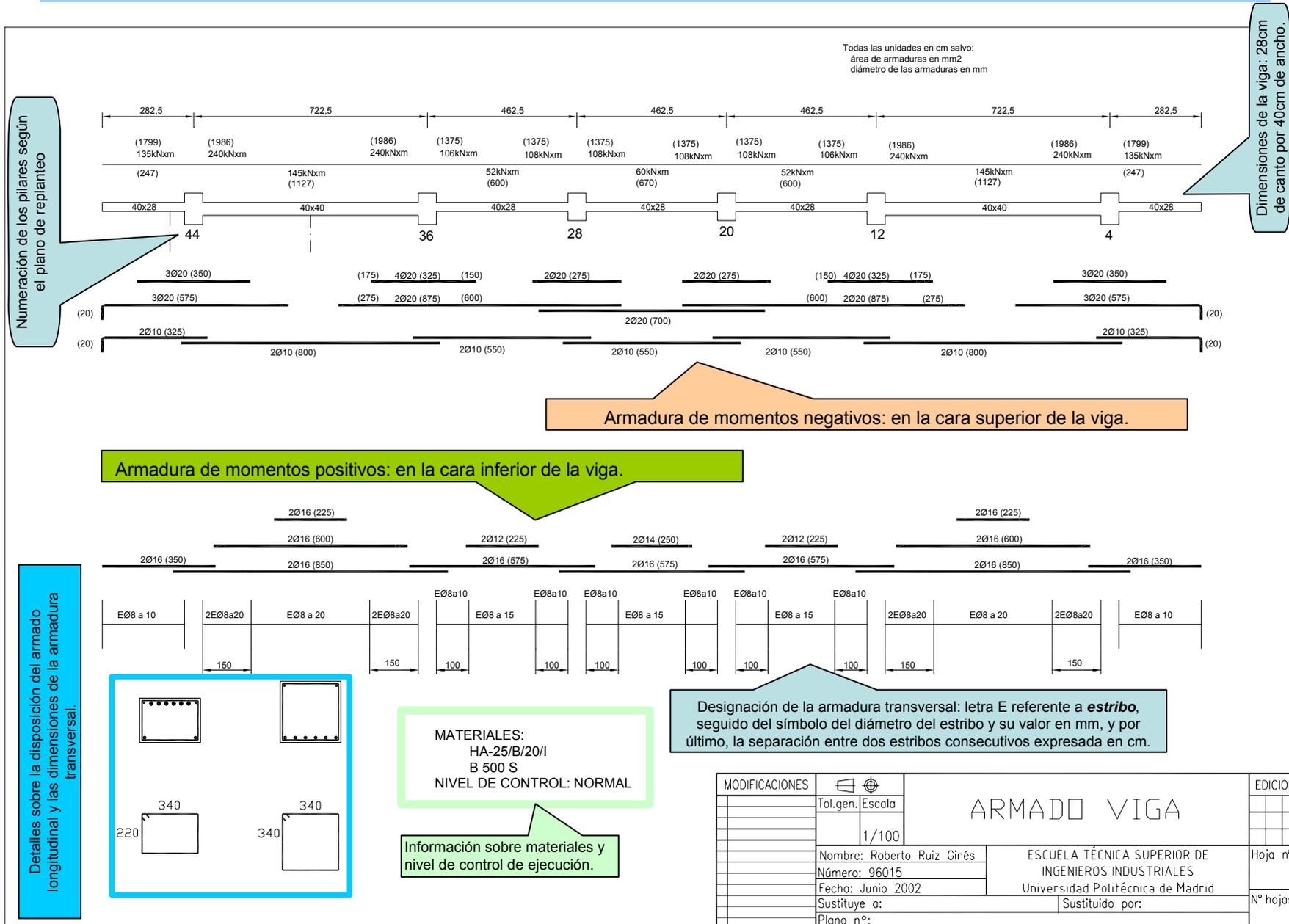


Fig. 79 Armado de vigas

6.5. Secciones (según el tipo de viga)

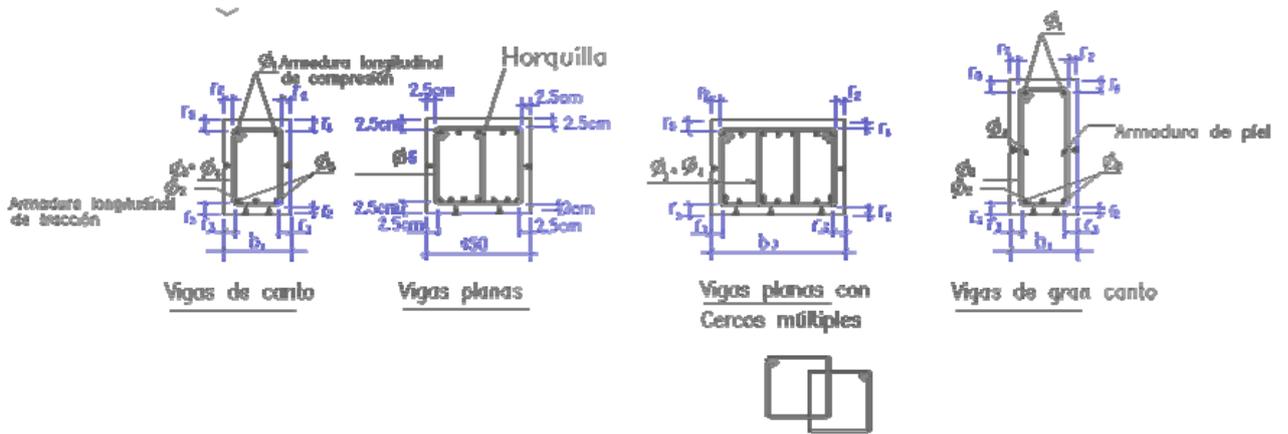


Fig. 80 Secciones de vigas

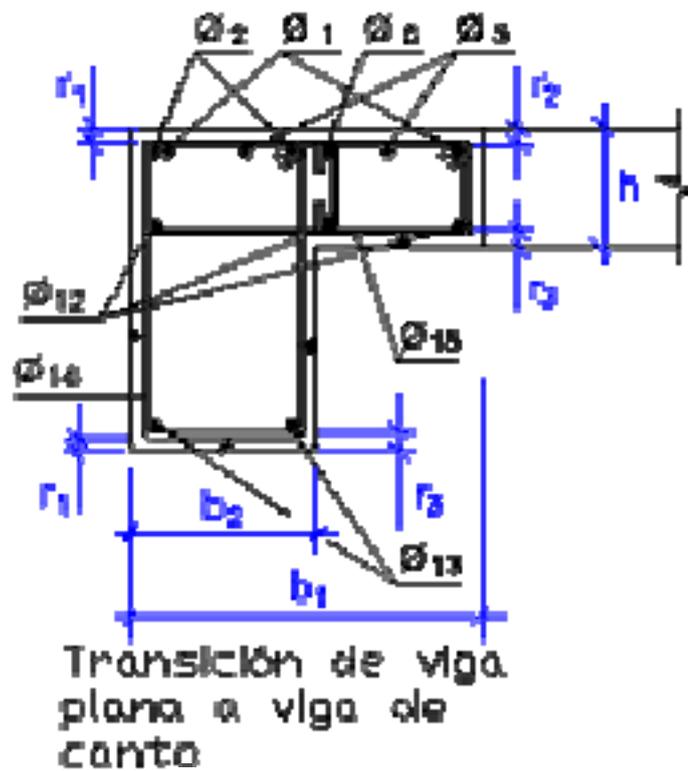


Fig. 81 Secciones de vigas

Detalles (extremos de vigas)

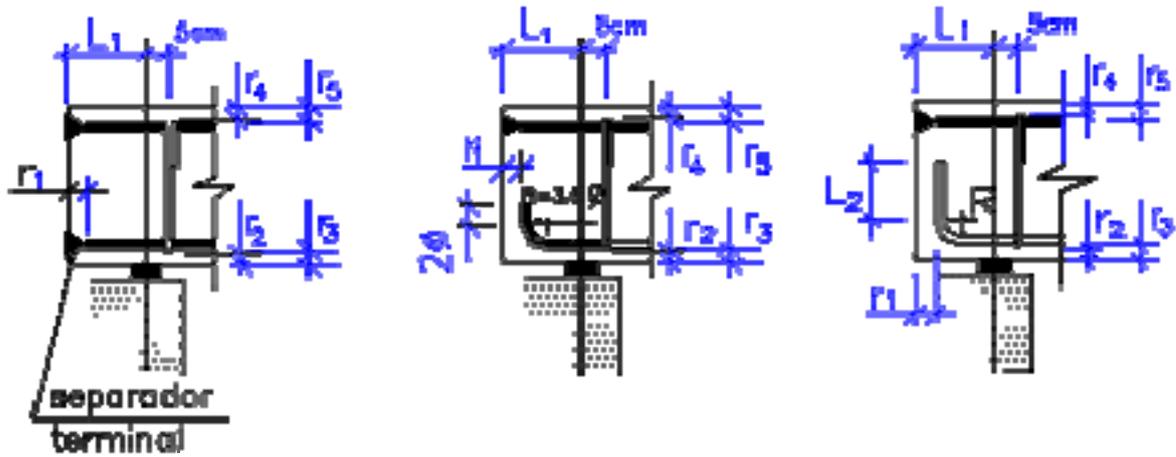


Fig. 82 Extremos de vigas simplemente apoyadas

Detalles:

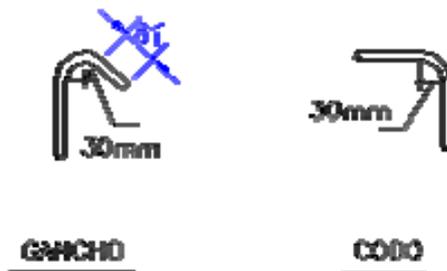


Fig. 83 Disposición de ganchos y codos

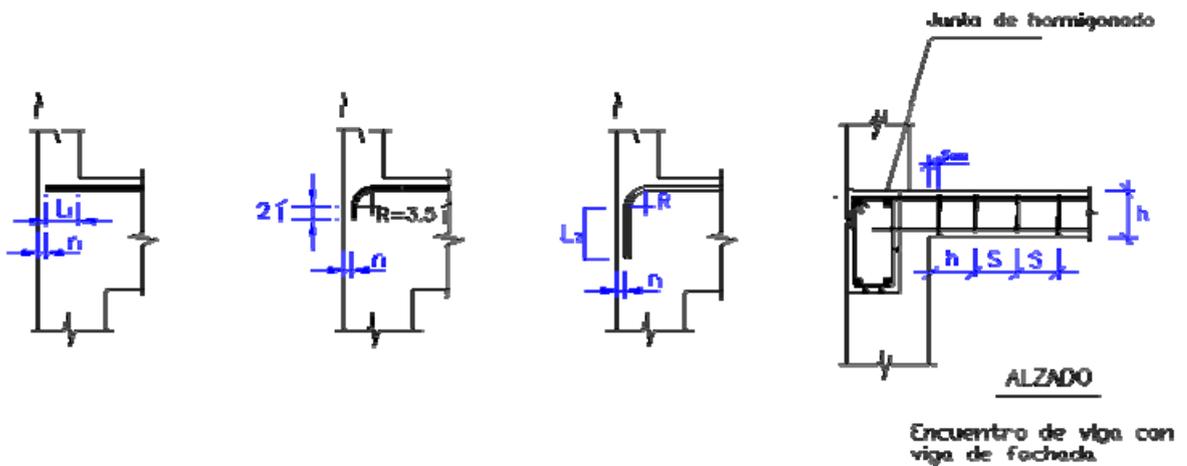


Fig. 84 Unión de viga con soporte

7. Escaleras de hormigón armado

7.1. Aplicación y normativa

El cálculo y estudio se realizará como si fueran solo de hormigón armado. Las escaleras se estudiarán en sus diferentes tramos ya sean tramos rectos, cruzados de igual o distinta longitud, descansillos intermedios, armaduras, arranque de cimentación, unión con vigas y fachadas etc.

Normativa

- EHE. Título 3, Propiedades Tecnológicas de los materiales. Capítulo VI Materiales.
- EHE. Art. 56. Placas y Losas.
- NTE EHZ. Estructura de Hormigón Armado Zancas.

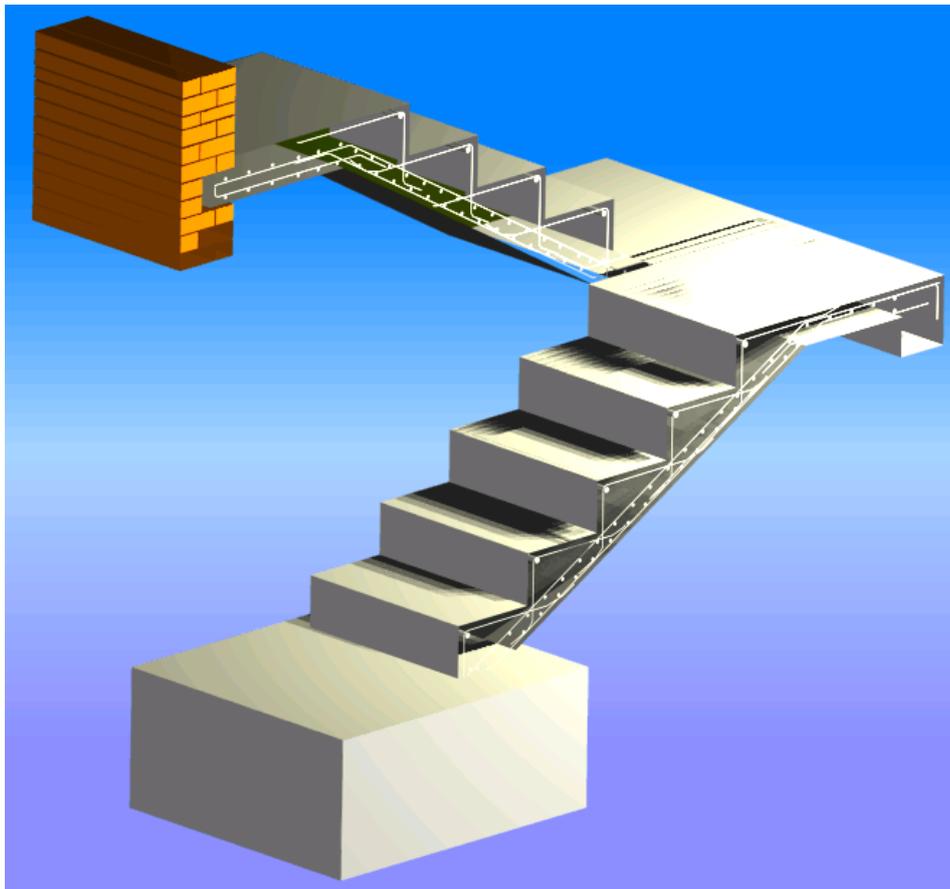


Fig. 85

7.2. Parámetros de diseño:

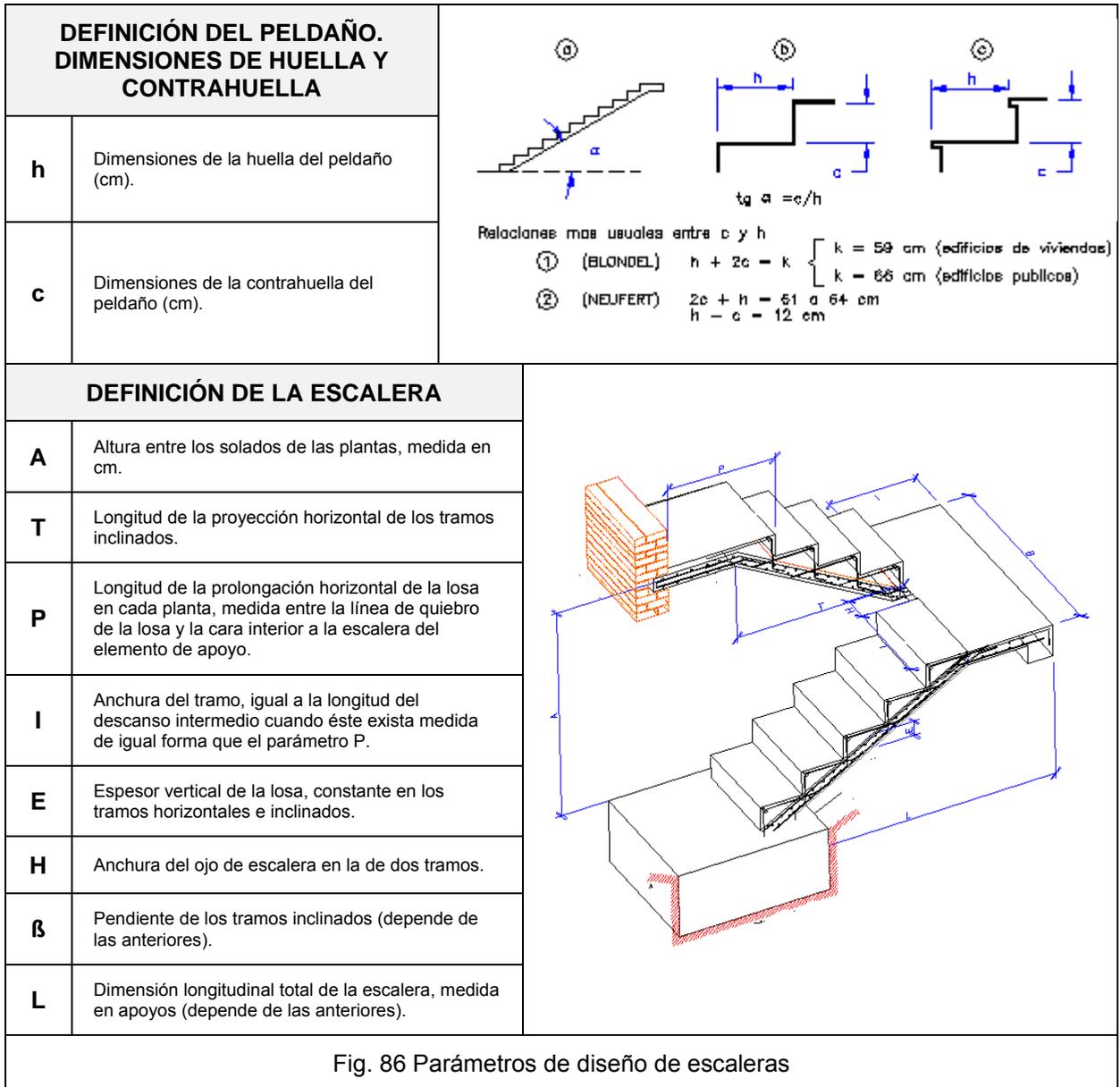


Fig. 86 Parámetros de diseño de escaleras

7.3. Planos de obra

	Contenido	Escala
Plantas	<p>Sobre cada planta de la estructura se representarán por un símbolo y se numerarán las distintas zancas que componen la escalera.</p> <p>Se acompañará una relación que exprese los valores numéricos correspondientes a los parámetros de cada zanca.</p> <p>El sentido ascendente se indicará mediante una flecha que comienza en el primer escalón indicado mediante un círculo relleno. En cada tramo de la escalera sobre la flecha que indica el sentido, se indicará el número de escalones la huella y la contrahuella ejemplo: "8 de 25x16,8" los datos estarán en centímetros.</p>	1:50
Secciones	<p>Sobre las secciones de la estructura se representará gráficamente las distintas zancas que constituyen la escalera, así como la descomposición de las armaduras según diámetro y longitud de barras. Para cada barra de la armadura se indicará su forma, número diámetro en mm y Longitud en cm.</p> <p>Se representará el peldañado, así como su referencia con las estructuras, zancas y vigas.</p>	1:50
Detalles	<p>Se representarán gráficamente todos los detalles de los elementos que facilitarán la interpretación del proyecto, entre estos detalles se destacan:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Arranque desde cimentación • Formación de Peldaños • Unión con viga • Unión con fachada • Anclajes 	<p>1:20</p> <p>1:10</p>

7.4. Secciones de escaleras

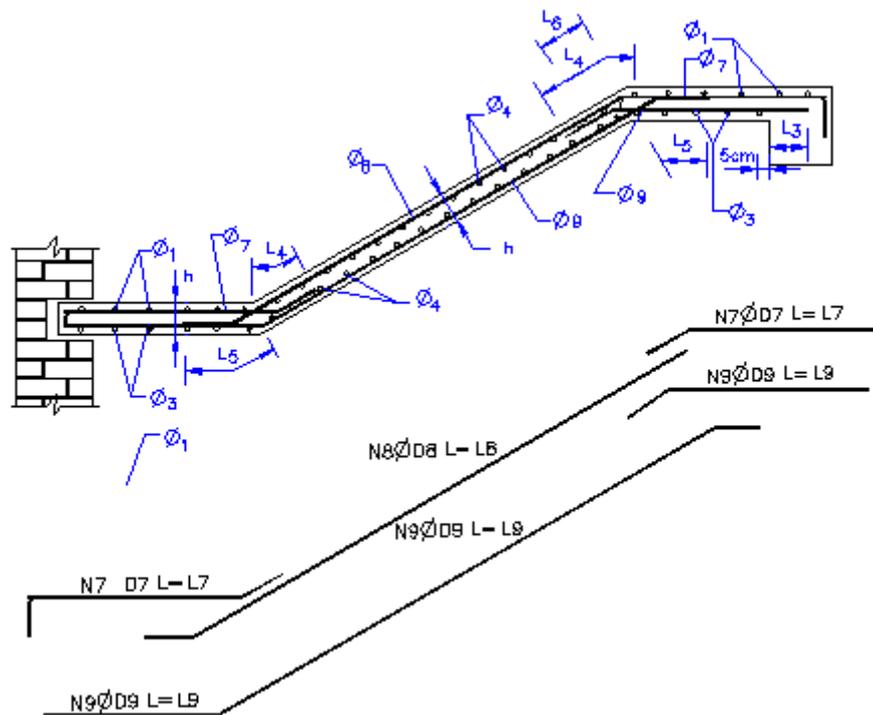


Fig. 87 Secciones de escaleras

7.5. Armado de escaleras

Este esquema desempeña una función similar a la de un plano de replanteo. Con él, el replanteo de la ejecución debe asegurar la alineación entre los peldaños de dos tramos consecutivos.

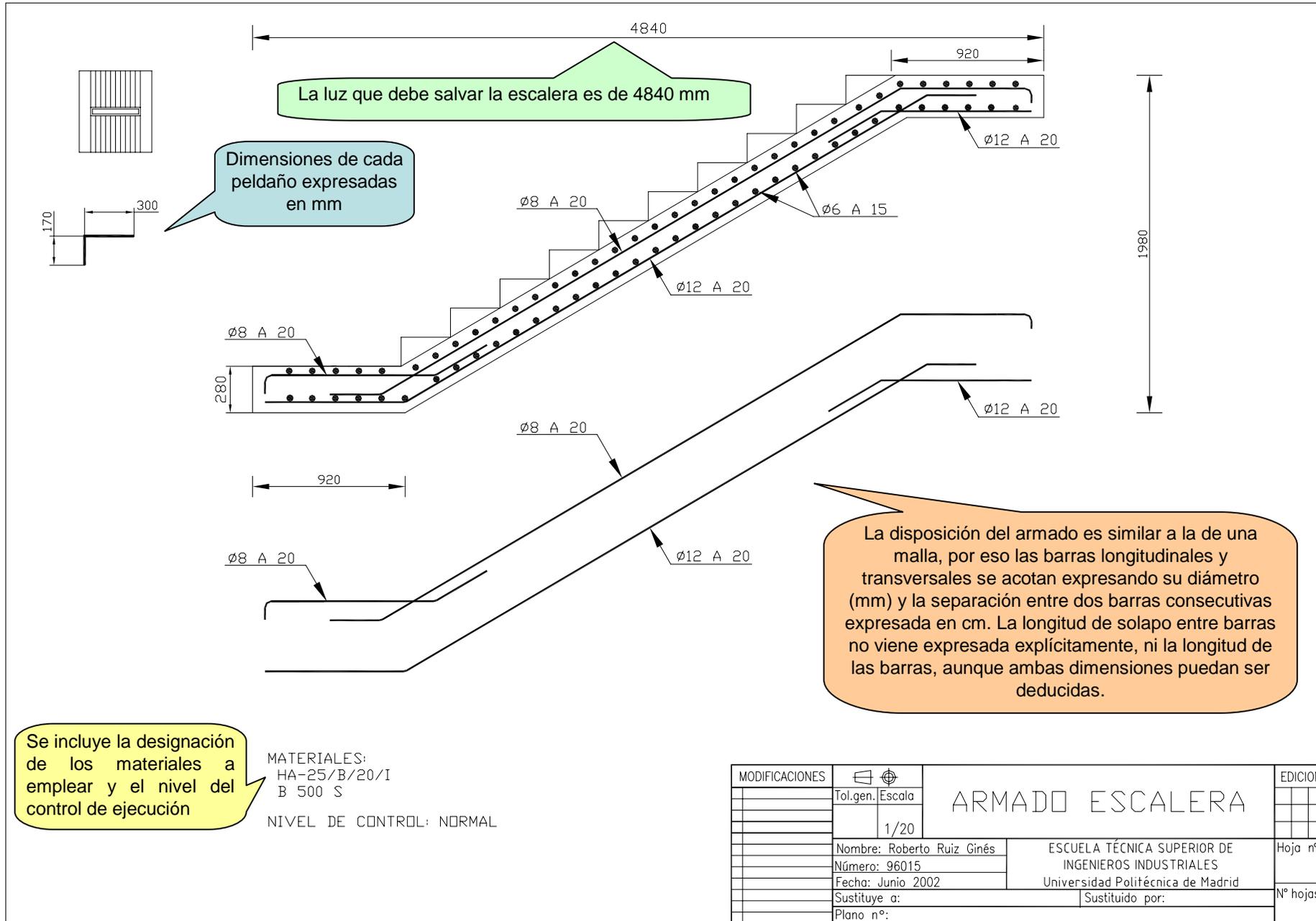
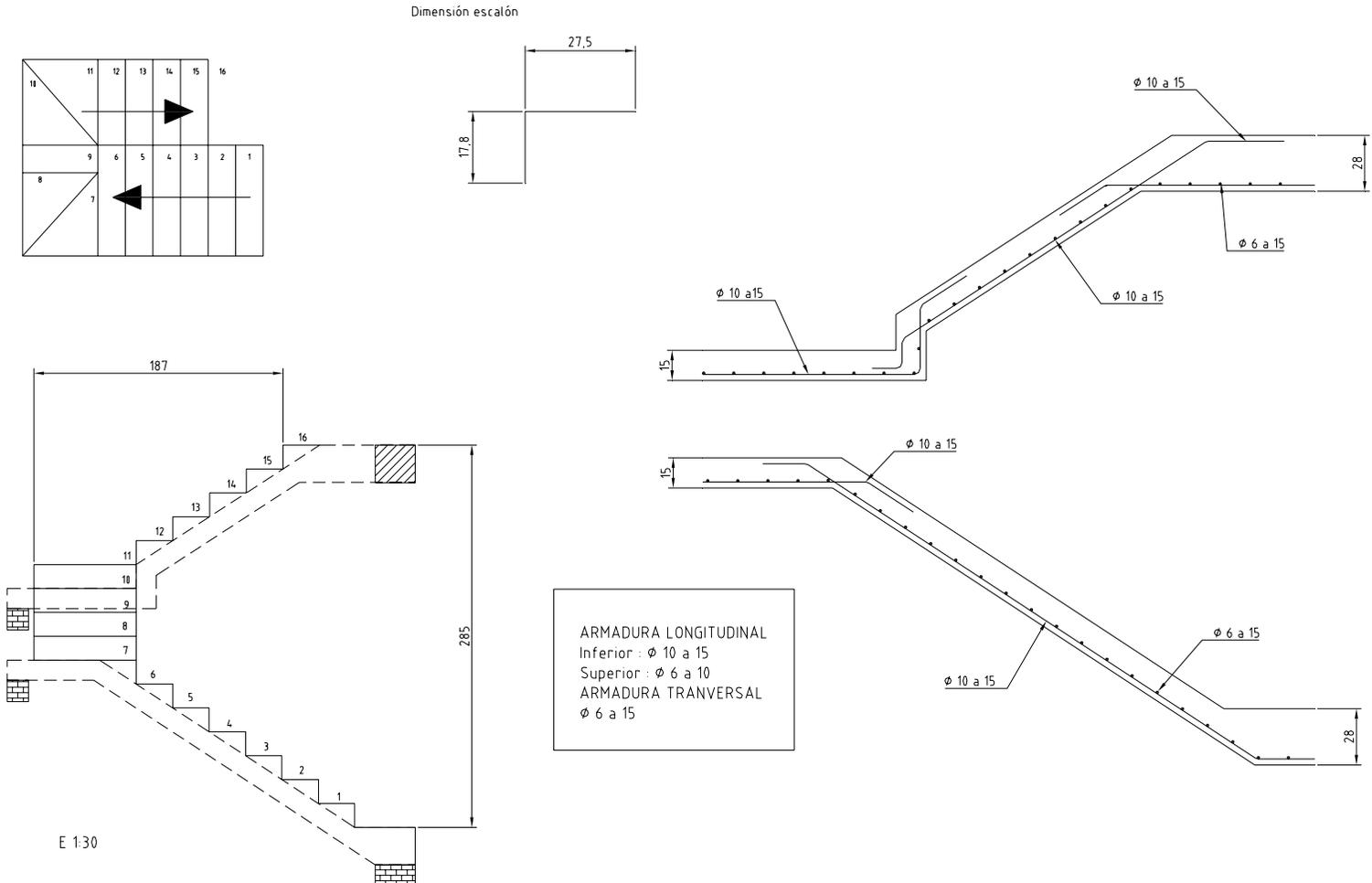


Fig. 88 Armado de escalera

En este caso el replanteo de la escalera se ha realizado con mucho mas detalle



ARMADURA LONGITUDINAL
 Inferior : φ 10 a 15
 Superior : φ 6 a 10
 ARMADURA TRANSVERSAL
 φ 6 a 15

MATERIALES:
 HA-25/B/20/1
 B 500 S

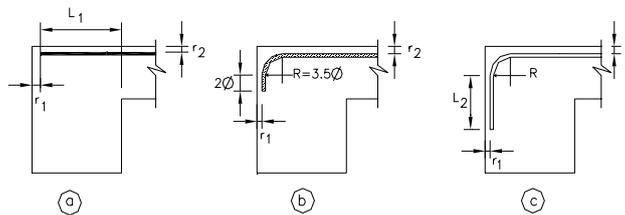
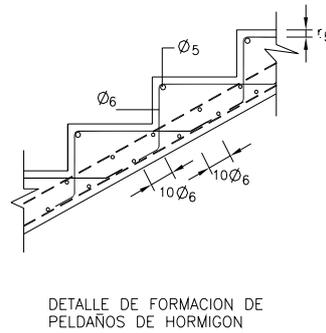
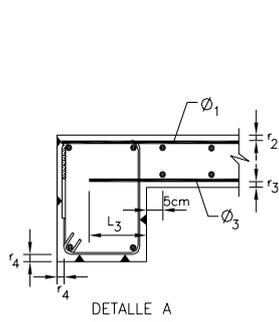
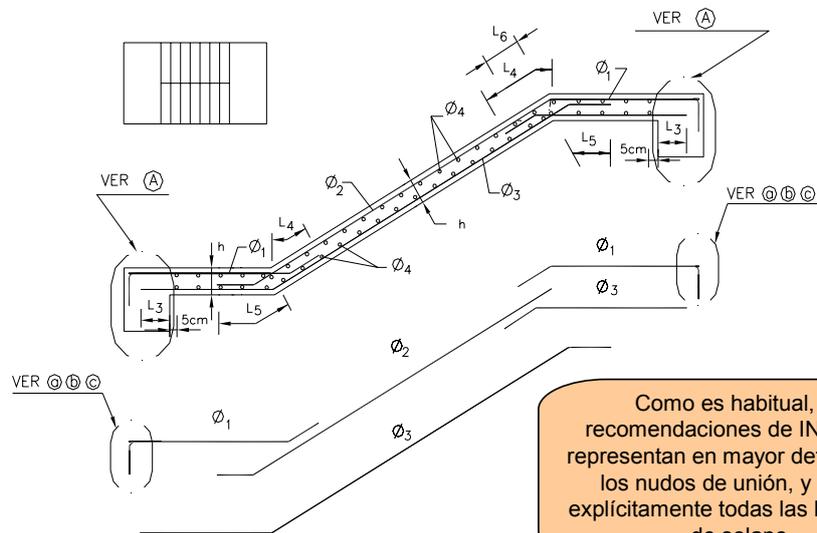
Nivel de control : normal

Tramo de subida planta baja-planta primera

E 1:30

MODIFICACIONES	Escala 1:20		ARMADO ESCALERA HERCESA. EL ENSANCHE	EDICION
	Entidad	ETS.I U.P.M.		Hoja nº
	Fecha	Mayo 2002	Nº hojas	
	Nombre	Laura Cruz Romero		
	Sustituye a:	Sustituido por:		
	Plano n°:			

Fig. 89 Armado de escalera



En las tres representaciones del armado de un tramo de escalera se echa en falta la acotación explícita de la longitud de cada barra, independientemente de los solapos, doblados, patillas, etc. En caso de que la misma se especificase, sin duda se simplificaría la elaboración de la ferralla, es decir el corte de los tramos de barras a partir de unidades de 12 m de longitud.

Fig. 90 Armado de escalera

- H: espesor de la viga.
- $Ni\varnothing Di L=Li$: Número de barras de diámetro i, diámetro de las barras i, y longitud de las barras. Ejemplo: $2\ \varnothing 16\ L=440$ indica **Armatura de 2 barras de diámetro 16 mm y longitud 440 cm.**

7.6. Detalles en cimentación

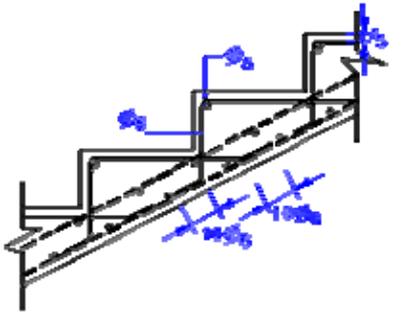


Fig. 91 **Formación de peldaños**

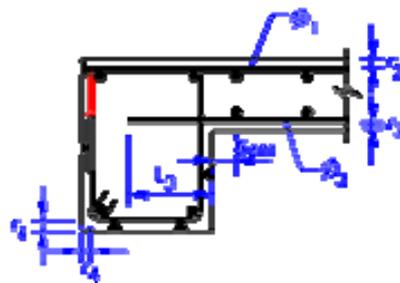


Fig. 92 **Unión con viga**

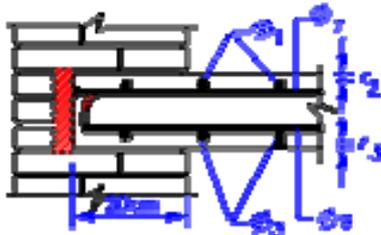


Fig. 93 **Unión con fachada**

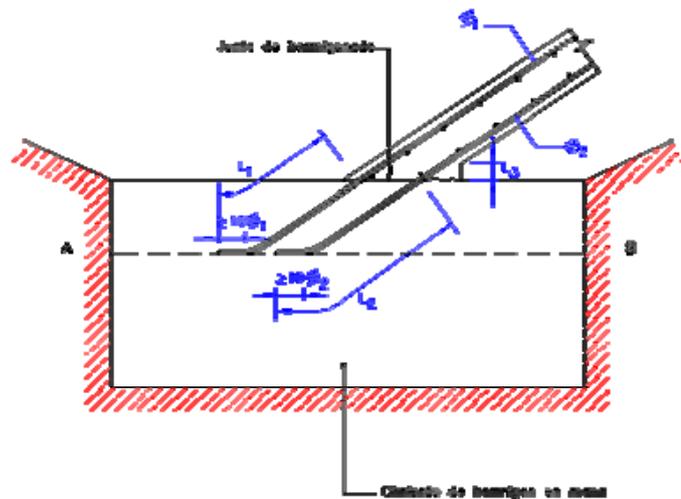
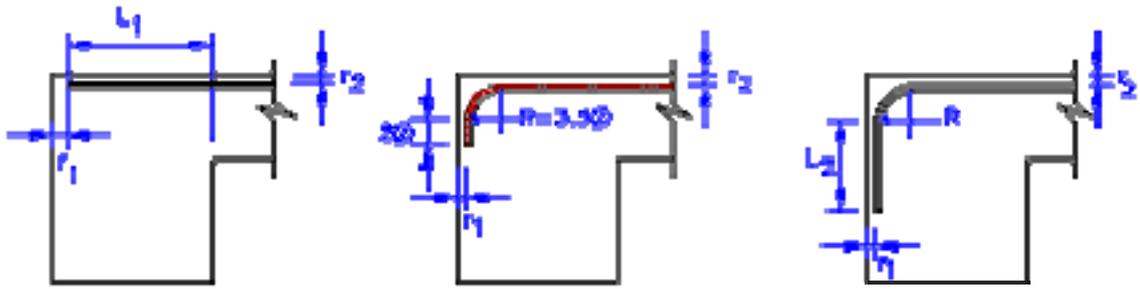


Fig. 94 **Arranque desde cimentación**

- En la formación de peldaños con hormigón, las armaduras $\varnothing 6$, $\varnothing 8$ y $\varnothing 9$ deben tener la misma separación entre barras para permitir la sujeción de $\varnothing 6$ y $\varnothing 5$ durante el hormigonado.
- $r5 = r4 = r2 = 2\text{cm}$ en ambiente I, 3 cm en ambiente II.
- $r3 = 2\text{cm}$ en ambiente I, 3 cm en ambiente II.

Fig. 95 *Detalles de anclajes*

$r_1 = 2,5$ cm y nunca menor que el diámetro de la barra.

8. ESTRUCTURAS METÁLICAS

La norma española UNE 1-129-95 fija las reglas complementarias a las especificaciones de las Normas UNE 1-032 y UNE 1-039, necesarias para los dibujos de conjunto y de detalle de:

- Estructuras metálicas con uniones no soldadas integradas por chapas perfiles y elementos compuestos (incluyendo puentes, celosías soportes, etc.).
- Tanques para almacenamiento y recipientes a presión.
- Ascensores, escaleras mecánicas, bandas transportadoras.
- Etc.

Otras normas de consulta:

- NTE E: "Estructuras".
- UNE 1-032: Dibujos técnicos. Principios generales de representación.
- UNE 1-039: Dibujos técnicos. Acotación. Principios generales, definiciones, métodos de ejecución e indicaciones especiales.

8.1. Tipos de estructuras metálicas

Estructuras espaciales.

Pilares metálicos.

Vigas.

Zancas de acero.

8.2. Representación de agujeros, tornillos y roblones

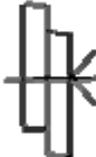
8.2.1 Representación sobre planos de proyección normales a sus ejes

Para representar agujeros, tornillos y roblones o remaches sobre planos de proyección normales a sus ejes, deben utilizarse trazados en línea gruesa y emplear los símbolos siguientes:

Agujero	Símbolos para agujeros			
	Sin avellanado	Avellando por la cara vista	Avellanado por la cara oculta	Avellanado por ambas caras
Taladrado en taller				
Taladrado en montaje				

8.2.2 Representación sobre planos de proyección paralelos a sus ejes

El trazo horizontal se dibujará en línea fina, mientras que toadas las demás partes deben dibujarse en línea gruesa.

Agujero	Símbolo para agujeros		
	Sin avellanar	Avellanado por una sola cara	Avellanado por ambas caras
Taladrado en taller			
Taladrado en montaje			

Roblón o tornillo	Símbolo para roblón o tornillo		Símbolo para roblón colocado en agujero avellanado por ambas caras	Símbolo para tornillo con indicación de la posición de la tuerca
	Sin avellanar	Avellanado por una sola cara		
Colocado en taller				
Colocado en montaje				
Colocado en montaje, y agujero taladrado en el montaje				

Roblón o tornillo	Símbolo para roblón o tornillo colocado en el agujero			Símbolo para roblón colocado en agujero avellanado por ambas caras
	Sin avellanar	Avellanado por la cara vista	Avellanado por la cara oculta	
Colocado en taller				
Colocado en montaje				
Colocado en el montaje y agujero taladrado en montaje				

Los símbolos de los agujeros se dibujarán sin símbolo en el centro.

Para distinguir los tornillos de los roblones es necesario que la designación de los tornillos comience por un prefijo que indique el tipo de rosca. Por ejemplo:

M 12 x 40 (designación de un tornillo con rosca métrica)

Ø 12 x 40 (designación de un roblón)

8.3. Acotación y designación

Las líneas auxiliares de cota deben separarse de los símbolos de los agujeros, roblones y tornillos sobre planos de proyección paralelos a sus ejes.

El diámetro de los agujeros debe indicarse al lado del símbolo.

Las características de los agujeros, roblones y tornillos si indicarán conforme a las normas nacionales, o en su defecto, a las normas internacionales y otras especificaciones en uso.

En este caso, la designación debe estar precedida por el número de agujeros, roblones o tornillos que constituyen el grupo.

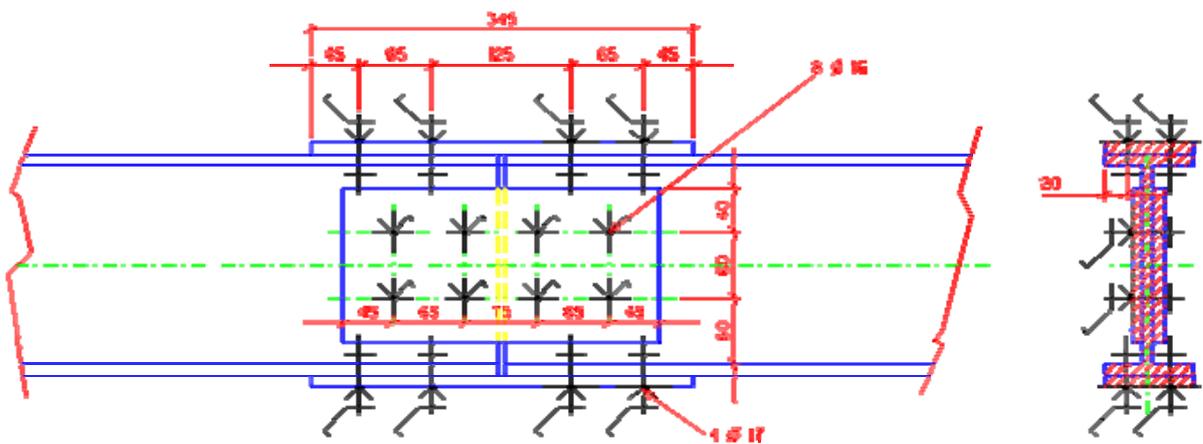


Fig. 96 Detalles de empalme, IPE 20

8.4. Acotación de los achaflanados

Los achaflanados deben definirse con medidas lineales, como se indica en la figura.

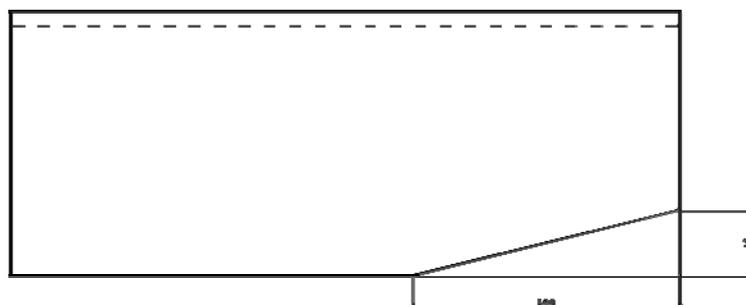


Fig. 97 Definición de un chaflán

8.5. Acotación y longitud de piezas curvas

El radio de curvatura al que se refieren las cotas debe indicarse entre paréntesis (fibra exterior, fibra neutra, etc.), al lado de las cotas de desarrollo de las piezas curvas.

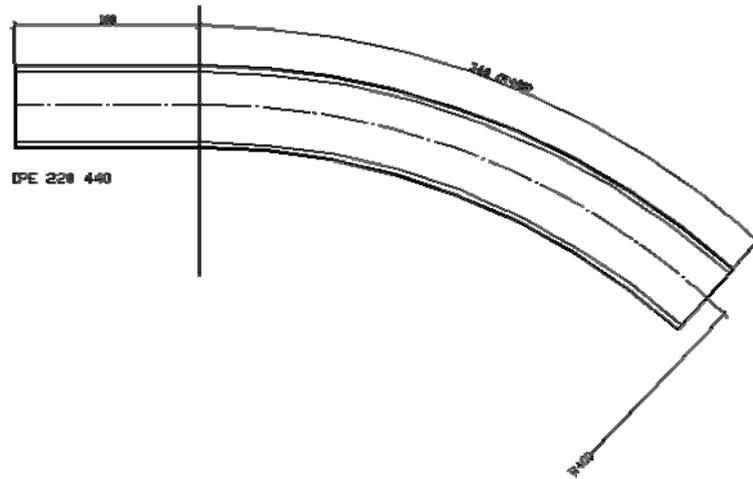


Fig. 98

8.6. Designación de barras, perfiles y chapas

8.6.1 Barras y perfiles

La representación de barras y perfiles debe contener su designación UNE seguida, si fuese necesario, por la longitud de corte separado por un trazo corto horizontal.

En el caso de no utilizarse una designación UNE, deben utilizarse los símbolos y las medidas indicadas en la tabla 5

Denominación	Designación		Significado de las cotas
	Símbolo	Cotas	
Sección circular		d	
Tubo		d x t	
Sección cuadrada		b	
Tubo de sección cuadrada		b x t	
Sección rectangular		b x h	
Tubo de sección rectangular		b x h x t	
Sección poligonal		s	
Tubo de sección poligonal		s x t	
Sección triangular		b	
Sección semicircular		b x h	

9. Pilares metálicos

9.1. Aplicación y Normativa

Soportes de acero laminado dentro de estructuras de retícula ortogonal reciben vigas apoyadas o pasantes. Los elementos de arriostramiento dotan a los pilares de estabilidad horizontal.

Los soportes apoyados en la cimentación pueden ser centrados con ella o de medianería.

Las uniones se realizarán por soldadura.

9.2. Información previa

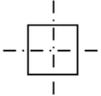
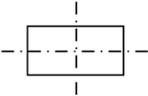
Planos acotados de la estructura. Secciones de las vigas y especificaciones de las uniones con los soportes.

Cargas sobre la estructura.

9.3. Normativa:

- NTE-EAS Estructuras de Acero, Soportes.
- NBE-MV-104-62 , correcciones y modificación , 17-11-88. AE88. Acciones en la Edificación.
- NBE-MV-101-62 Acciones en la edificación 09.02.63 17.11.88.
- NBE-MV-101-75 Acero laminado para estructuras. Modificado y Corregido en B.O.E 14.12.76.
- NBE-MV-103-72 Cálculo de estructuras de acero. Modificado y Corregido en B.O.E 27.06.73 28.06.73.
- NBE-MV-104-66 Ejecución de estructuras de acero. Modificado y Corregido en B.O.E 25.08.67.
- NBE-MV-105-67 Roblones de acero. Modificado y Corregido en B.O.E 22.04.69.
- NBE-MV-106-68 Tornillos ordinarios, tuercas y arandelas. Modificado y Corregido en B.O.E 22.04.69.
- NBE-MV-107-68 Tornillos de alta resistencia, tuercas y arandelas. Modificado y Corregido en B.O.E 22.04.69.
- NBE-MV-108-76 Perfiles huecos de acero. Modificado y Corregido en B.O.E 01.02.77.
- NBE-MV-109-79 Perfiles conformados de acero. Modificado y Corregido en B.O.E 01.04.80.
- NBE-EA-88 Acciones en la edificación.17-11-88.

9.4. Tipos de pilares metálicos

Nombre	Aplicación	Símbolo NTE
Soporte Simple	Estructuras reticuladas ortogonales con vigas simplemente apoyadas.	
Soporte Cajón	En estructuras reticuladas ortogonales con vigas simplemente apoyadas. En medianería, se colocará con el alma perpendicular a la dirección de la misma.	
Soporte Empresillado UPN	En estructuras reticuladas ortogonales con vigas principales pasantes. No son de aplicación en medianerías.	
Soporte Empresillado serie H	En estructuras reticuladas ortogonales con vigas principales pasantes. No son de aplicación en medianerías.	
Placa de anclaje centrada en cimentación	En estructuras reticuladas ortogonales con vigas principales pasantes. No son de aplicación en medianerías.	
Placa de anclaje de medianería	Para los tipos de soporte Simple y Cajón. La dimensión mayor se dispondrá paralela a la medianería.	

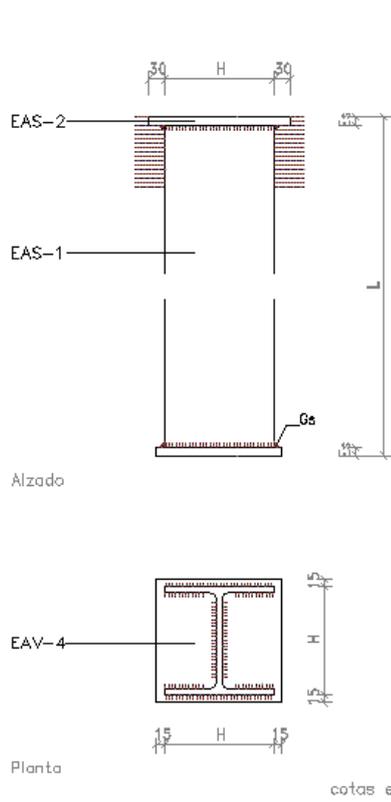


Fig. 101 Soporte Simple NTE- EAS 3

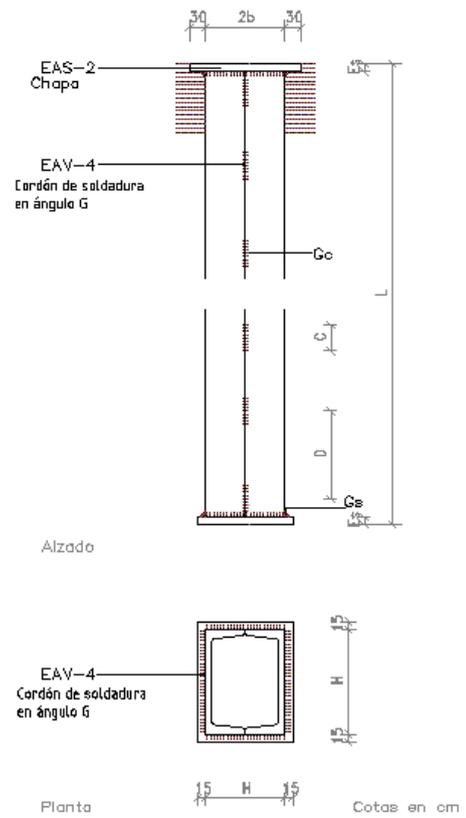


Fig. 102 Soporte Cajón NTE- EAS 4

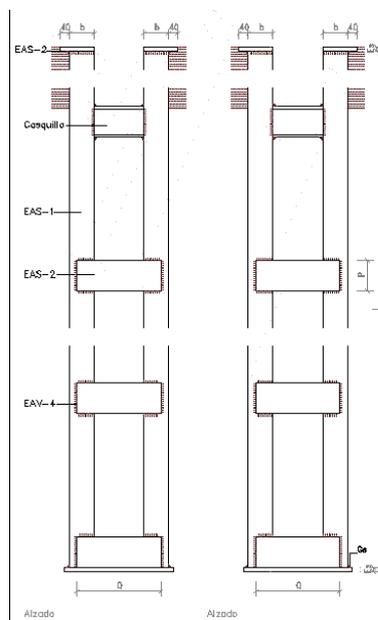
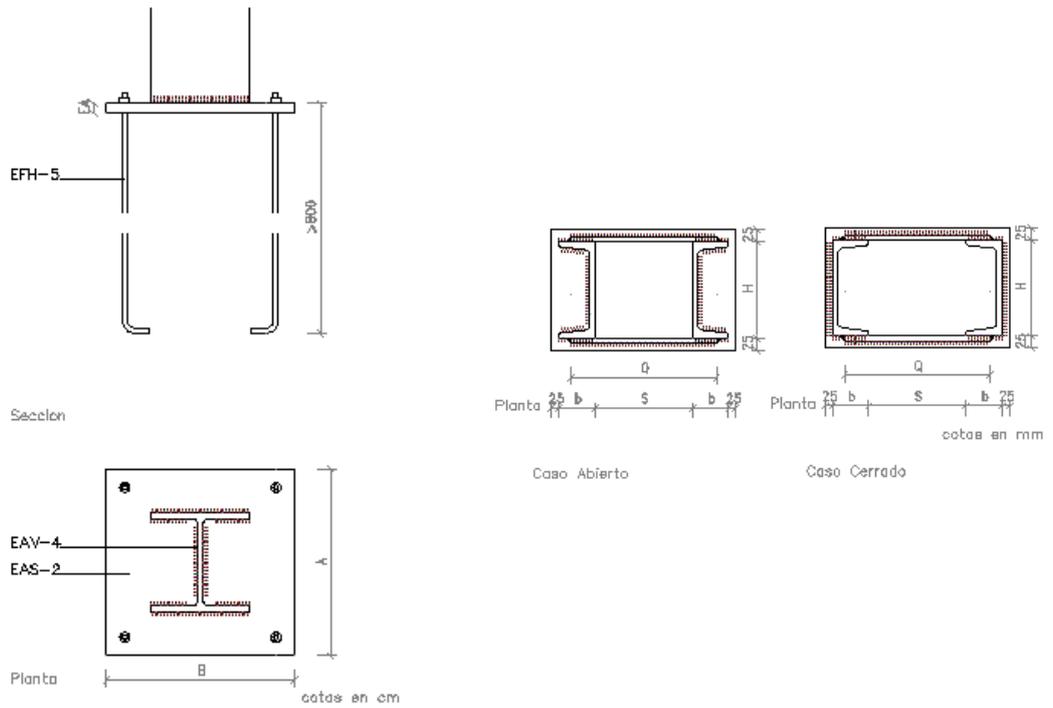


Fig. 103 Soporte Empesillado UPN, NTE - EAS 5



Leyenda:

Gc: Espesor de los cordones de soldadura de los perfiles UPN

C: Longitud de cada cordón

Gs: Espesor de la chapa de cabeza y base

Fig. 104 **Placa de anclaje centrada en cimentación**

10. Vigas metálicas

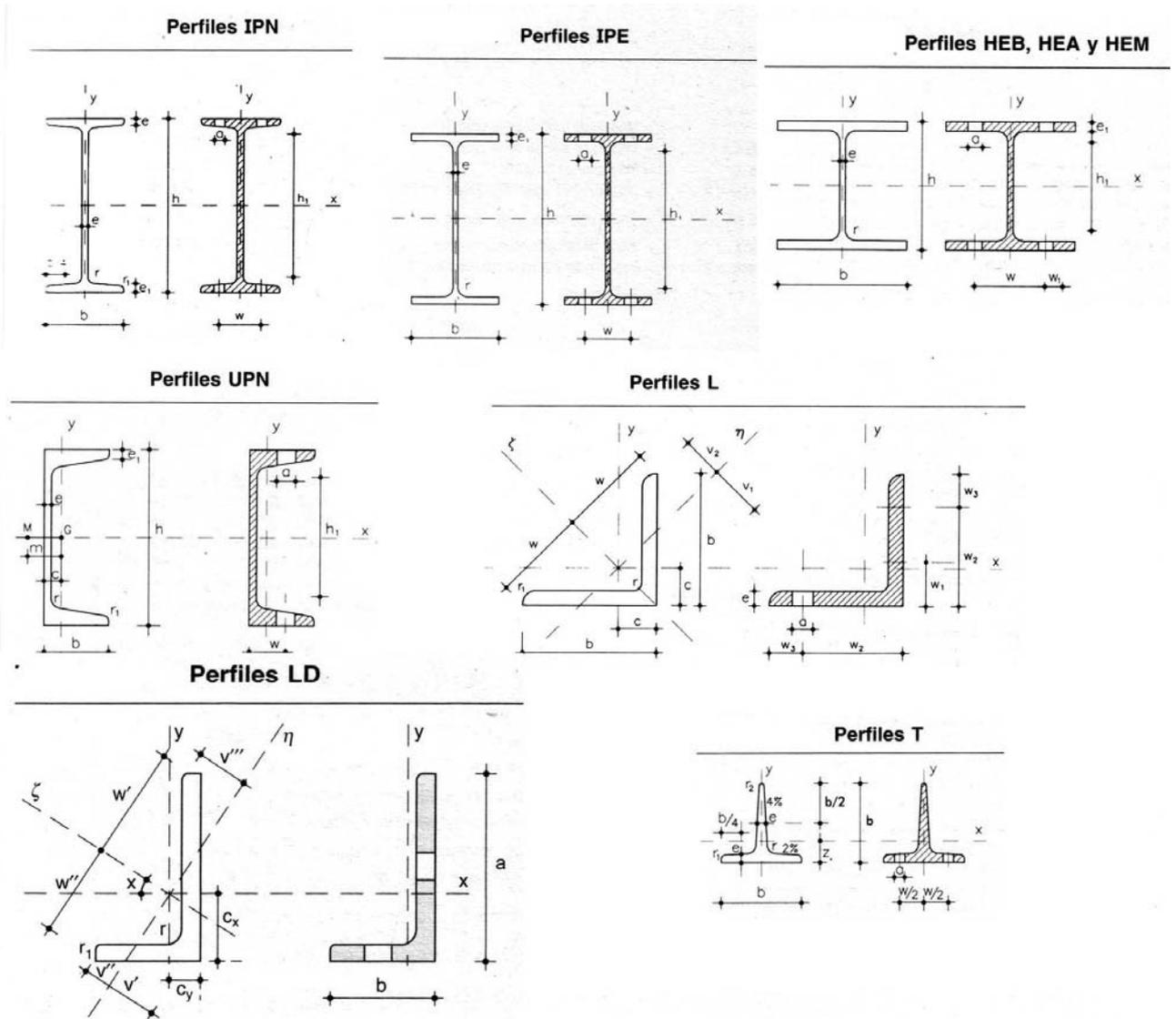
10.1. Definición

Elemento estructural de perfiles laminados en tramos aislados o continuos, de luces de tramos menores o iguales a 10 m de acero A-42b sometidas a flexión producida por cargas continuas y/o puntuales, actuando en el plano del alma de la viga y siempre que esté impedido su pandeo lateral.

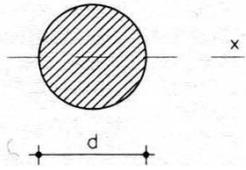
10.2. Normativa

- NTE-EAV "Estructuras de acero vigas". Esta NTE considera únicamente vigas apoyadas y empotradas, con uniones mediante soldadura.
- NBE-MV-104-62, correcciones y modificación , 17-11-88. AE88. Acciones en la Edificación.
- NBE-MV-101-62 Acciones en la edificación 09.02.63 17.11.88.
- NBE-MV-101-75 Acero laminado para estructuras. Modificado y Corregido en B.O.E 14.12.76.
- NBE-MV-103-72 Cálculo de estructuras de acero. Modificado y Corregido en B.O.E 27.06.73-28.06.73.
- NBE-MV-104-66 Ejecución de estructuras de acero. Modificado y Corregido en B.O.E 25.08.67.
- NBE-MV-105-67 Roblones de acero. Modificado y Corregido en B.O.E 22.04.69.
- NBE-MV-106-68 Tornillos ordinarios, tuercas y arandelas. Modificado y Corregido en B.O.E 22.04.69.
- NBE-MV-107-68 Tornillos de alta resistencia, tuercas y arandelas. Modificado y Corregido en B.O.E 22.04.69.
- NBE-MV-108-76 Perfiles huecos de acero. Modificado y Corregido en B.O.E 01.02.77.
- NBE-MV-109-79 Perfiles conformados de acero. Modificado y Corregido en B.O.E 01.04.80.
- NBE-EA-88 Acciones en la edificación.17-11-88.

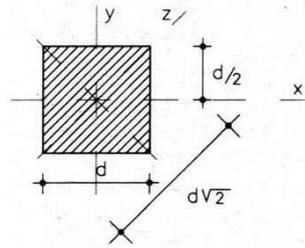
10.3. Perfiles normalizados



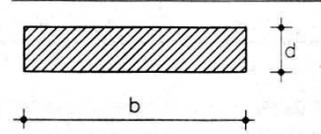
Redondos



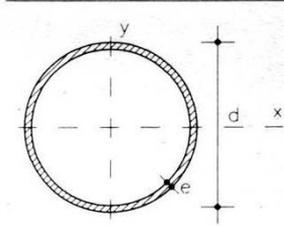
Cuadrados



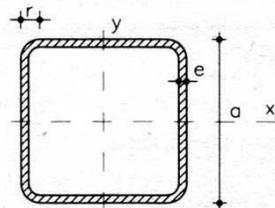
Rectangulares



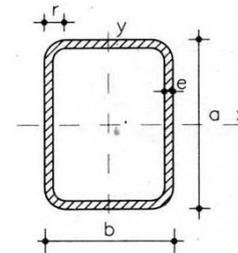
Perfiles huecos redondos



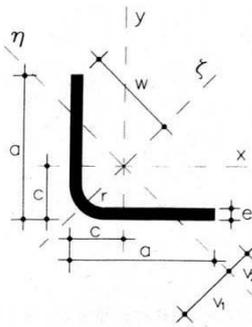
Perfiles huecos cuadrados



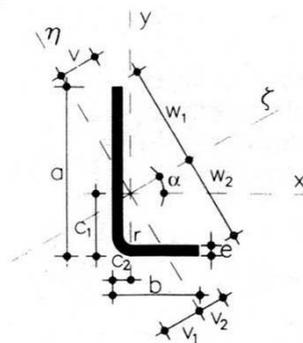
Perfiles huecos rectangulares



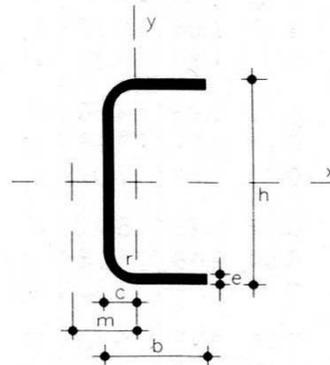
Perfiles conformados L



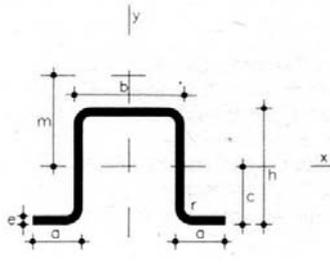
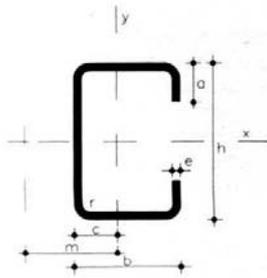
Perfiles conformados LD



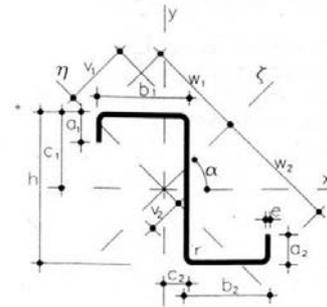
Perfiles conformados U



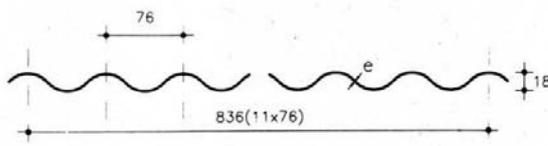
Perfiles conformados C Perfiles conformados Ω (omega)



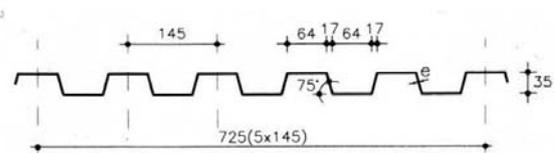
Perfiles conformados Z



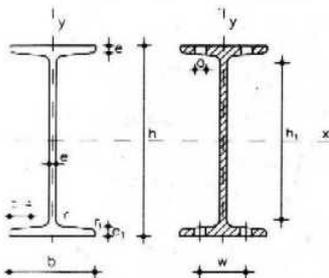
Placa ondulada



Placa grecada



Perfiles IPN



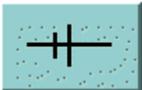
- A = Área de la sección
- S_x = Momento estático de media sección, respecto a X
- I_x = Momento de inercia de la sección, respecto a X
- $W_x = 2I_x : h$: Módulo resistente de la sección, respecto a X
- $i_x = \sqrt{I_x : A}$: Radio de giro de la sección, respecto a X
- I_y = Momento de inercia de la sección, respecto a Y
- $W_y = 2I_y : b$: Módulo resistente de la sección, respecto a Y
- $i_y = \sqrt{I_y : A}$: Radio de giro de la sección, respecto a Y

- I_t = Módulo de torsión de la sección
- I_a = Módulo de alabeo de la sección
- u = Perímetro de la sección
- a = Diámetro del agujero del roblón normal
- w = Gramil, distancia entre ejes de agujeros
- h_1 = Altura de la parte plana del alma
- e_2 = Espesor del ala en el eje del agujero
- p = Peso por m

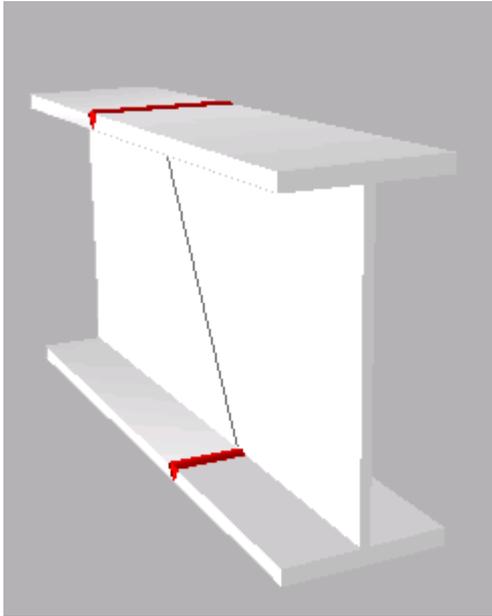
Perfil	Dimensiones							Términos de sección								Agujeros			Peso			
	h	b	e=r	e_1	r_1	h_1	u	A	S_x	I_x	W_x	i_x	I_y	W_y	i_y	I_t	I_a	w	a	e_2	p	
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	cm ²	cm ³	cm ⁴	cm ³	cm	cm ⁴	cm ³	cm	cm ⁴	cm ⁶	mm	mm	mm	kp/m	
IPN 80	80	42	3.9	5.9	2.3	59	304	7.58	11.4	77.8	19.5	3.20	6.29	3.00	0.91	0.93	87.5	22	—	4.43	5.95	C
IPN 100	100	50	4.5	6.8	2.7	75	370	10.60	19.9	171.0	34.2	4.01	12.20	4.88	1.07	1.72	268.0	28	—	5.05	8.32	P
IPN 120	120	58	5.1	7.7	3.1	92	439	14.20	31.8	328.0	54.7	4.81	21.50	7.41	1.23	2.92	685.0	32	—	5.67	11.20	P
IPN 140	140	66	5.7	8.6	3.4	109	502	18.30	47.7	573.0	81.9	5.61	35.20	10.70	1.40	4.66	1540.0	34	11	6.29	14.40	P
IPN 160	160	74	6.3	9.5	3.8	125	575	22.80	68.0	935.0	117.0	6.40	54.70	14.80	1.55	7.08	3138.0	40	11	6.91	17.90	P
IPN 180	180	82	6.9	10.4	4.1	142	640	27.90	93.4	1450.0	161.0	7.20	81.30	19.80	1.71	10.30	5924.0	44	13	7.53	21.90	P
IPN 200	200	90	7.5	11.3	4.5	159	709	33.50	125.0	2140.0	214.0	8.00	117.00	26.00	1.87	14.60	10520.0	48	13	8.15	26.30	P
IPN 220	220	98	8.1	12.2	4.9	175	775	39.60	162.0	3060.0	278.0	8.80	162.00	33.10	2.02	20.10	17760.0	52	13	8.77	31.10	P
IPN 240	240	106	8.7	13.1	5.2	192	844	46.10	206.0	4250.0	354.0	9.59	221.00	41.70	2.20	27.00	28730.0	56	17	9.39	36.20	P
IPN 260	260	113	9.4	14.1	5.6	208	906	53.40	257.0	5740.0	442.0	10.40	288.00	51.00	2.32	36.10	44070.0	60	17	10.15	41.90	P

SERIE	SÍMBOLO	EJEMPLO
Perfil IPN	IPN (h) altura	IPN 220
Perfil IPE	IPE (h) altura	IPE 270
Perfil HEB	HEB (h) altura	HEB 300
Perfil HEA	HEA (n) no es ninguna dimensión	HEA 360
Perfil HEM	HEM (n) no es ninguna dimensión	HEM 280
Perfil UPN	UPN (h) altura	UPN 180
Perfil L	L (b.e) lado . espesor	L 80.12
Perfil LD	L (a.b.e) lado mayor.lado menor.espesor	L 75.50.8
Perfil T	T (b.e) lado.espesor	T 50.6
Redondo	⊙ (d) diámetro	⊙ 12
Cuadrado	≠ (d) lado	≠ 8
Rectangular	≠ (b.d) lado mayor.lado menor	≠ 100.20
Chapa	≠ (b.d.c) lado.espesor.longitud	≠ 250.15.300
Perfil hueco redondo	⊙ (d.e) diámetro exterior.espesor	⊙ 100.4
Perfil hueco cuadrado	# (a.e) lado.espesor	# 80.3
Perfil hueco rectangular	# (a.b.e) lado mayor.lado menor.espesor	#160.120.3
Perfil conformado L	LF (a.e) lado . espesor	LF 80.12
Perfil conformado LD	LF (a.b.e) lado mayor.lado menor.espesor	LF 60.30.4
Perfil conformado U	UF (h.e) altura.espesor	UF 80.5
Perfil conformado C	CF (h.e) altura.espesor	CF 80.2
Perfil conformado Ω	OF (h.e) altura.espesor	OF.50.3
Perfil conformado Z	ZF (h.e) altura.espesor	ZF.100.2,5
Placa ondulada	O.(e)	O.1,2
Placa grecada	G.(e)	O.0,8
Placa nervada	N.(n.p.e) número de nervios entre ejes de solapo. paso entre nervios.espesor	Designación de fabricantes
Placa agrafada	A.(n.h.p.e) número de nervios entre ejes de solapo.altura. paso entre nervios.espesor	Designación de fabricantes
Panel	P.(a). espesor del aislante	Designación de fabricantes

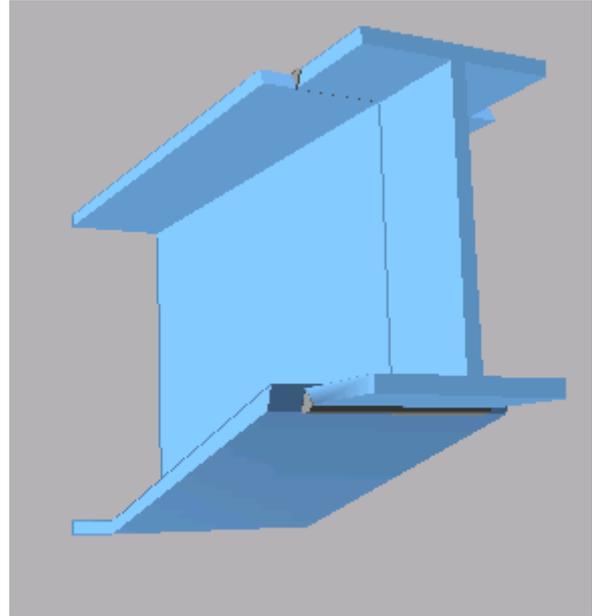
10.4. Simbología (según NTE - EAV)

Nombre		Aplicación	Símbolo NTE
Viga de perfil laminado tipo H-	EAV-5	Perfil resistente	
Empalme de vigas de igual canto H	EAV-6	Cuando sea necesario formar una viga continua, con tramos de igual canto	
Empalme de vigas de distinto canto H1·H2	EAV-7	Cuando sea necesario formar una viga continua, con tramos de distinto canto	
Apoyo en viga de acero- G	EAV-8	Solución de apoyo sobre el ala de la viga	
Embrochado en viga de acero A-G-E	EAV-9	Solución de apoyo en en el alma de la viga	
Embrochado de viga continua en viga de acero	EAV-10	Embrochado para solución de viga continua	
Apoyo en hormigón o fábrica	EAV-11	Solución de apoyo en elemento de hormigón o de fábrica	
Apoyo en soporte de acero	EAV-12	Solución de apoyo de extremo de viga en soporte de acero	
Apoyo de viga continua en soporte de acero	EAV-13	Solución de apoyo intermedio en soporte de acero	
Empotramiento en soporte de acero	EAV-14	Solución de nudo rígido entre extremo de viga y soporte de acero	
Empotramiento en hormigón armado	EAV-15	Solución de nudo rígido entre extremo de viga y elemento de hormigón armado	

EAV - 6 Empalme de vigas de igual canto

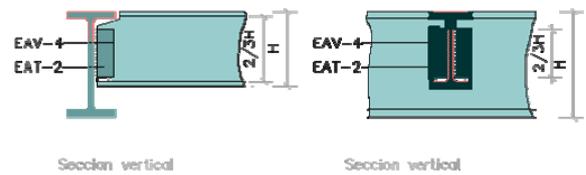
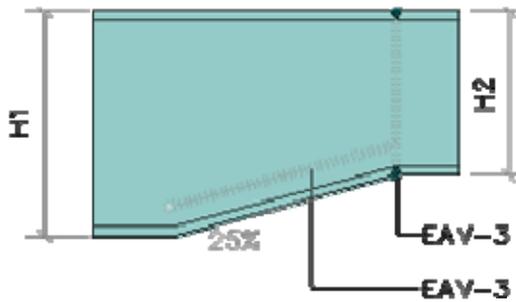


EAV -7. Empalme de vigas de distinto canto



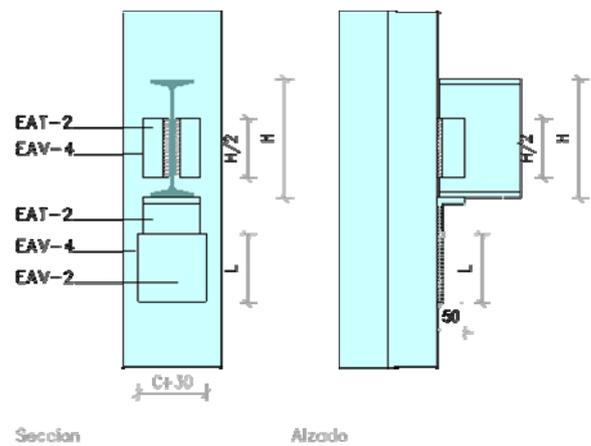
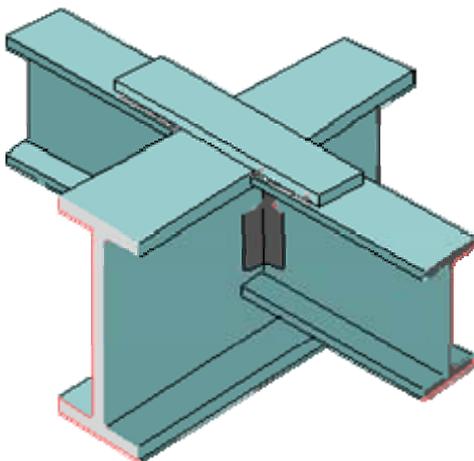
EAV-7 . Empalme de vigas de distinto canto

EAV- 9 Embrochado de viga de acero.



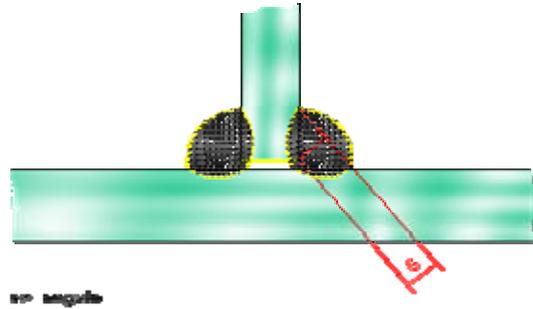
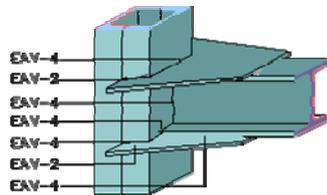
EAV- 10 Embrochado de viga de acero.

EAV- 12 Apoyo en soporte de acero



EAV-14 Empotramiento en soporte de Acero

EAV-4 Cordón de soldadura en ángulo



EAV-3 Cordón de soldadura a tope			
Soldadura a tope con elementos en prolongación, en T o en L. Se preparan los bordes, según los tipos H V X Y Z en función del espesor y la posición de los elementos a unir, por la siguiente tabla: (Posición de los elementos a unir)			
	En Prolongación		En T o en L
Espesor E mm	Horizontal	Vertical	
5	H	H	
5-10	H	V	-
10-15	V	V	Z
12-50	V	V	Y
20-40	X	X	Y

Leyenda	
EAV - 2	Chapa-E de acero laminado de la clase A-42b. El espesor E no será menor de 5 mm.
EAT - 2	Angular de acero laminado.
EAV - 3	Cordón de soldadura a tope con elementos en prolongación, en T o en L.
EAV - 4	Cordón de soldadura en ángulo, en esquina, o en solape, con cordón continuo de espesor de garganta G, siendo G la altura del máximo triángulo isósceles inscrito en la sección transversal de la soldadura, según figura adjunta. Cuando la longitud del cordón no sea superior a 500 mm, para su ejecución se comenzará por un extremo y se seguirá hasta el otro.

Planos de Obra	
Planos de Estructura	En cada planta de la estructura se representan y numerarán las distintas vigas. Se acompañará una relación que exprese en mm, los valores numéricos de los parámetros de cada viga y de sus uniones con los soportes.
Detalles	Se representarán gráficamente, todos los detalles de elementos para los cuales no se haya adoptado o no exista especificación NTE.

10.5. Pilares y vigas metálicos

10.5.1 Pilares compuestos

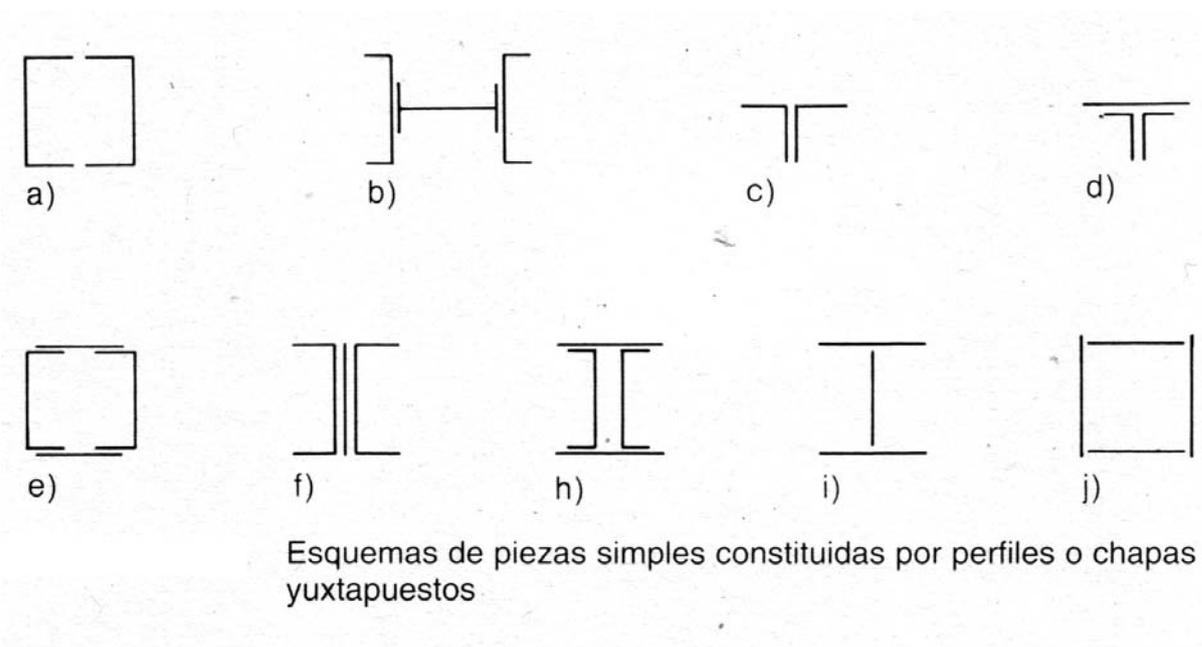
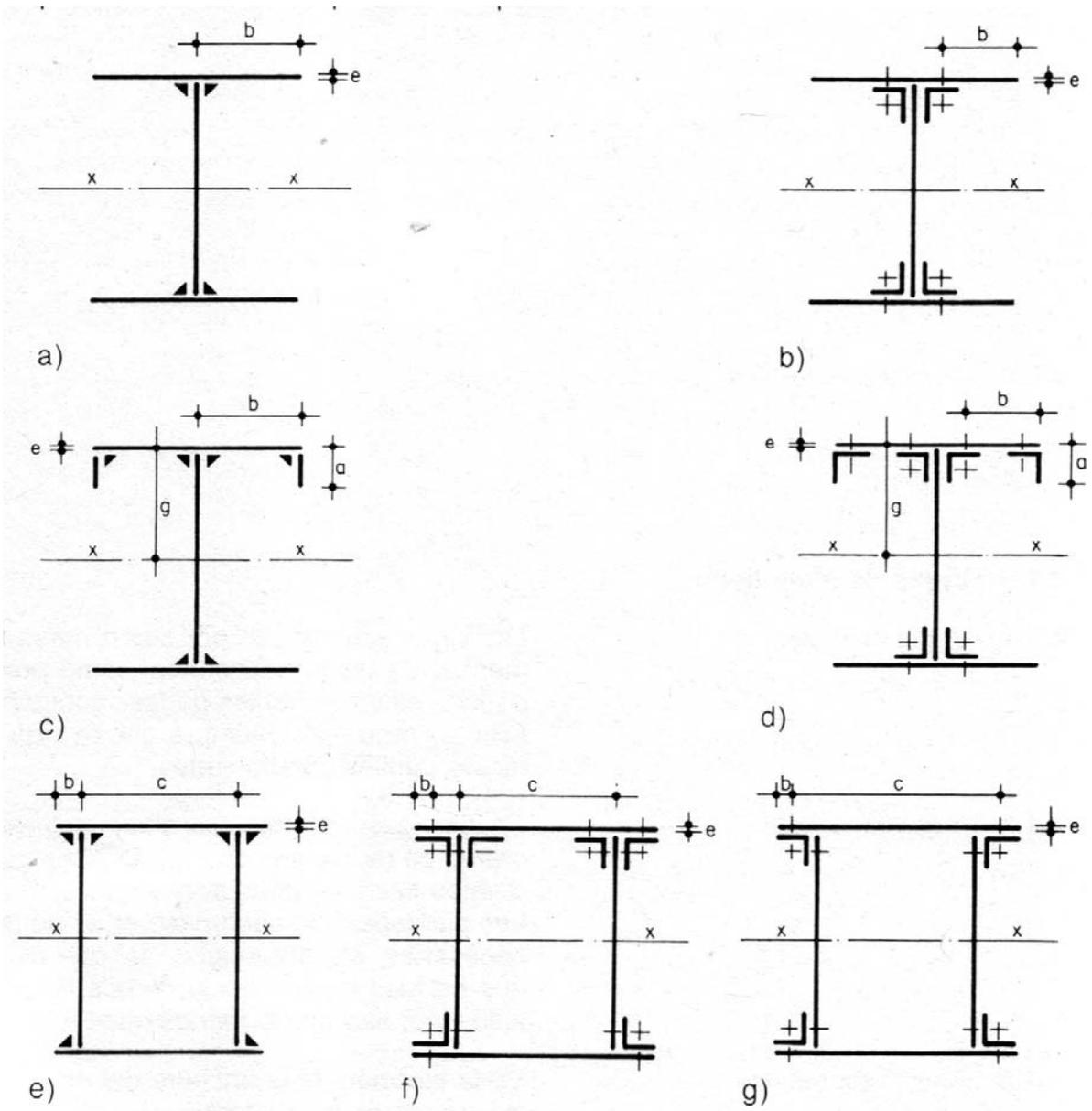


Fig. 106 Pilares compuestos

10.5.2 Vigas armadas



Secciones de vigas armadas

Fig. 107 Vigas armadas

10.5.3 Vigas de sección variable

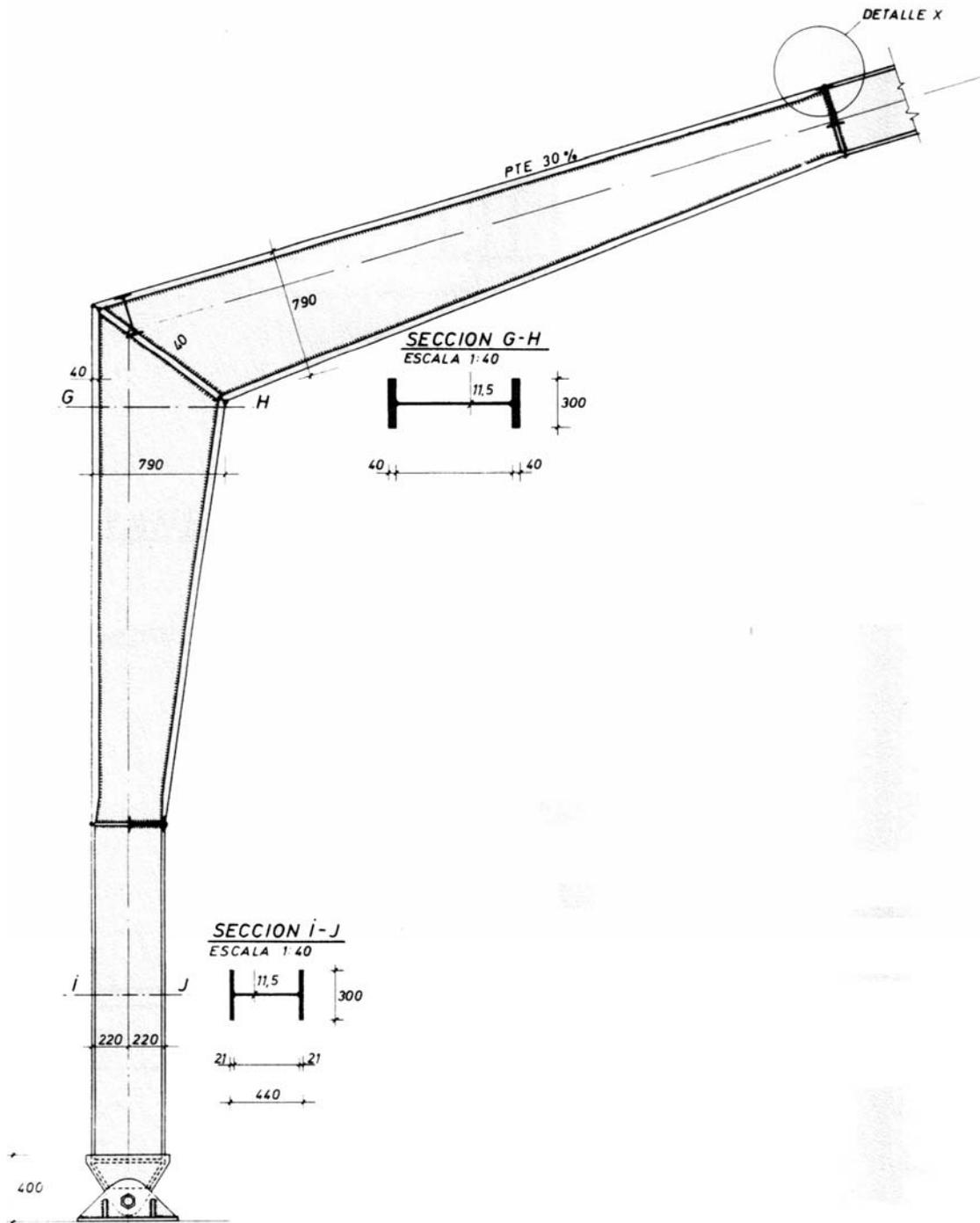
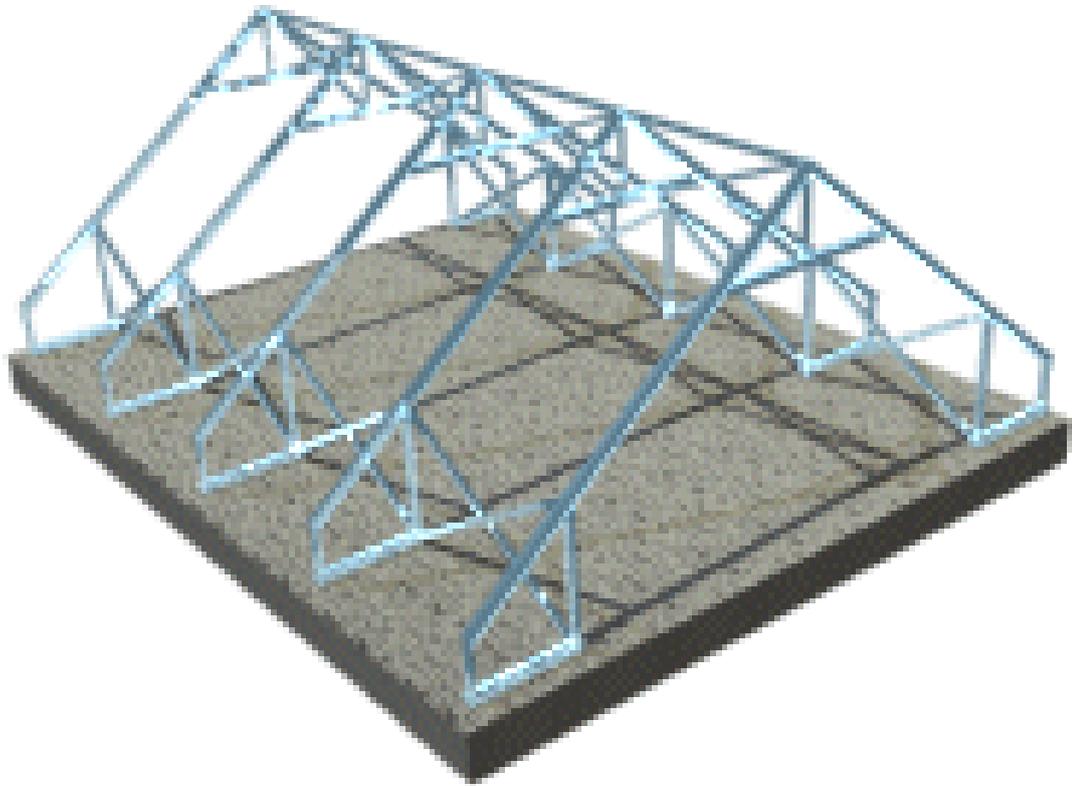


Fig. 108 Vigas de sección variable

10.5.4 Celosías





11. Escaleras metálicas

11.1. Aplicación

Zancas constituidas por perfiles de acero laminado A42b, para escaleras de uno o de dos tramos rectos cruzados y de igual longitud, con o sin descansillo intermedio, en viviendas unifamiliares o colectivas, edificios docentes, públicos, de oficinas o industriales, almacenes o garajes.

11.2. Normativa

- NTE-EAZ "Estructuras de acero ZANCAS".
- NBE-MV-104-62, correcciones y modificación, 17-11-88. AE88. Acciones en la Edificación.
- NBE-MV-101-62 Acciones en la edificación 09.02.63 17.11.88
- NBE-MV-101-75 Acero laminado para estructuras. Modificado y corregido en B.O.E 14.12.76.
- NBE-MV-103-72 Cálculo de estructuras de acero. Modificado y corregido en B.O.E 27.06.73-28.06.73.
- NBE-MV-104-66 Ejecución de estructuras de acero. Modificado y corregido en B.O.E 25.08.67.
- NBE-MV-105-67 Roblones de acero. Modificado y corregido en B.O.E 22.04.69.
- NBE-MV-106-68 Tornillos ordinarios, tuercas y arandelas Modificado y corregido en B.O.E 22.04.69.
- NBE-MV-107-68 Tornillos de alta resistencia, tuercas y arandelas. Modificado y corregido en B.O.E 22.04.69.
- NBE-MV-108-76 Perfiles huecos de acero. Modificado y corregido en B.O.E 01.02.77.
- NBE-MV-109-79 Perfiles conformados de acero. Modificado y corregido en B.O.E 01.04.80.
- NBE-EA-88 Acciones en la edificación.17-11-88.

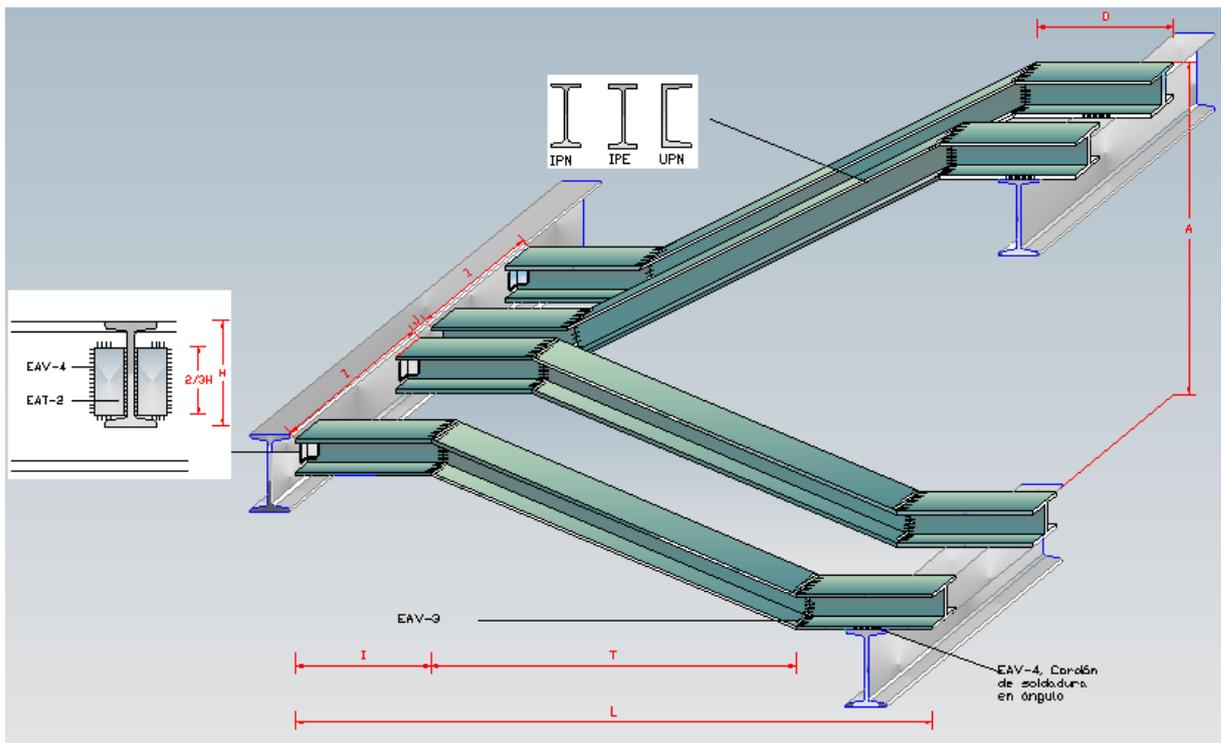


Fig. 109 Zanca de escalera de dos tramos con meseta intermedia

PARÁMETROS DE DISEÑO		DATOS PREVIOS AL DISEÑO
A	Altura entre los solados de dos plantas consecutivas, medida en cm	<p>DATOS ARQUITECTÓNICOS</p> <p>Alturas de pisos entre solados de cada planta.</p> <p>Materiales empleados en solados y formación de peldaño.</p>
B	Pendiente de los tramos inclinados	
D	Longitud de la prolongación horizontal de la zanca en cada planta, medida entre la línea de quiebro de la zanca y la cara interior a la escalera del elemento de apoyo.	
H	Canto de los perfiles	
I	Anchura de tramo igual a la longitud del descanso intermedio cuando éste exista, medida de igual forma que el parámetro D	<p>DATOS ESTRUCTURALES</p> <p>Planos acotados y características de la estructura del edificio y de los elementos de apoyo directo de la zanca.</p> <p>Pesos de los materiales empleados en solados y formación de peldaños, y sobrecargas de uso de la zanca, según NBE-MV-101-62 Acciones en la edificación corregido y modificado en BOE 09.02.63 y 17.11.88 "AE 88".</p>
J	Anchura del ojo de escalera, en las de dos tramos.	
L	Dimensión longitudinal total de la escalera, medida entre apoyos	
T	Longitud de la proyección horizontal de los tramos inclinados	

11.3. Planos de obra

	Contenido	Escala
Plantas	Se acompañará una relación que exprese los valores numéricos correspondientes a los parámetros de cada zanca. Sobre cada planta de la estructura se representarán por un símbolo y se numerarán las distintas zancas que componen la escalera.	1:50
Secciones	Sobre las secciones de la estructura se representarán gráficamente las distintas zancas que constituyen la escalera. Se representará el peldaño, así como su referencia con las estructuras, zancas y vigas.	1:50
Detalles	Se representarán gráficamente todos los detalles de elementos para los cuales no se haya adoptado o no existan especificaciones normativas, ej. NTE.	1:20

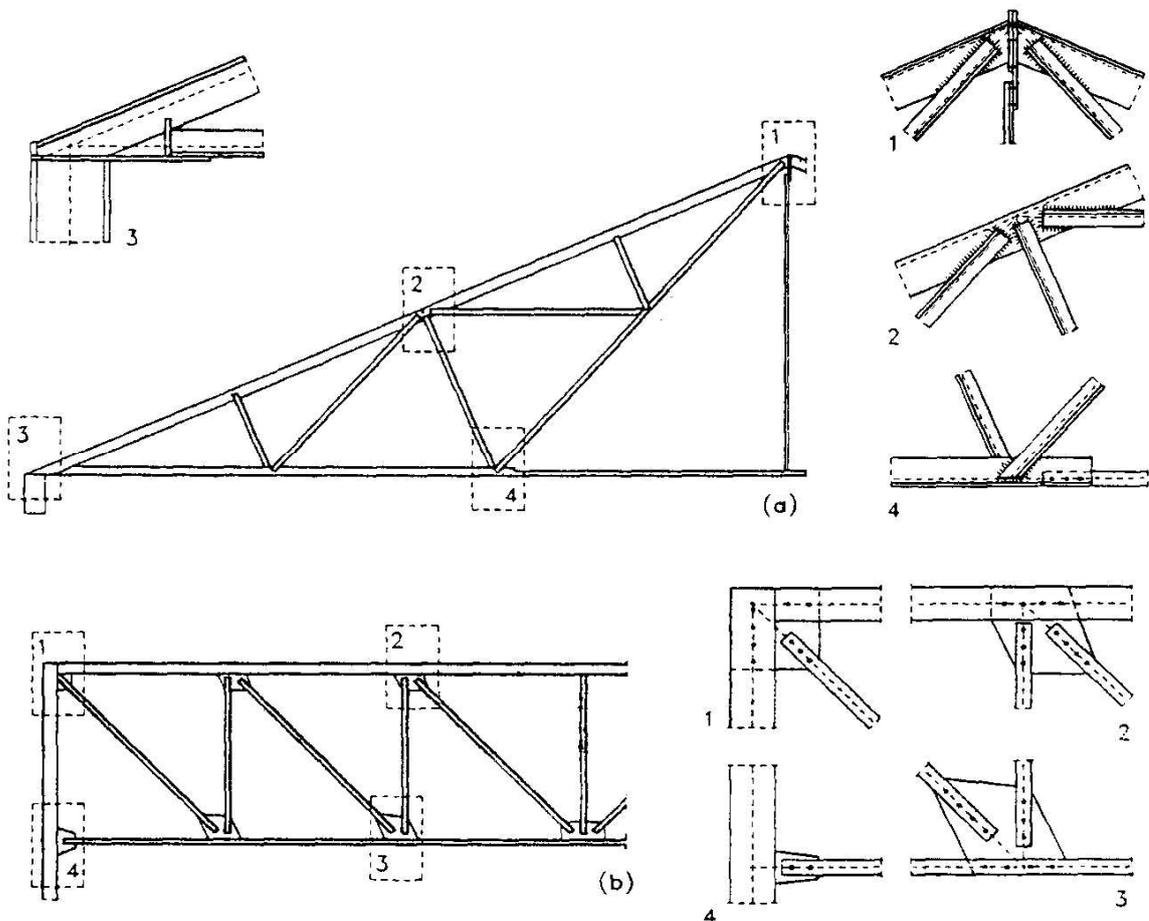


Fig. 110 Nudos de estructuras metálicas

12. Estructuras espaciales

12.1. Aplicación

Las mallas espaciales de acero, suelen ser utilizadas en dos capas para cubiertas horizontales planas, de planta rectangular, apoyadas en su perímetro, incluso con voladizos perimetrales, soportando cargas verticales repartidas en ambientes no agresivos.



Fig. 1

12.2. Normativa

- NTE-EAE, Estructuras de acero espaciales

12.3. Planos de obra

	ESPECIFICACIÓN	ESCALA
PLANTAS	Representación por su símbolo y numeración de todos los elementos de estructura. Se acompañará una relación de los elementos con los valores de sus parámetros. Se indicará el tipo de malla, acompañará una relación con los elementos con los valores de sus parámetros.	1:100
ALZADOS	Representación de todos los elementos de la estructura, acotando la altura de malla entre ejes de tubos.	1:100
DETALLES	Representación de todos los tipos de nudos, barras y apoyos, así como su situación en planta. Representación gráfica de los detalles de elementos para los cuales no se haya adoptado o no exista especificación NTE.	1:10



Fig. 111 Estructuras espaciales

12.4. Elementos

12.4.1 Mallas

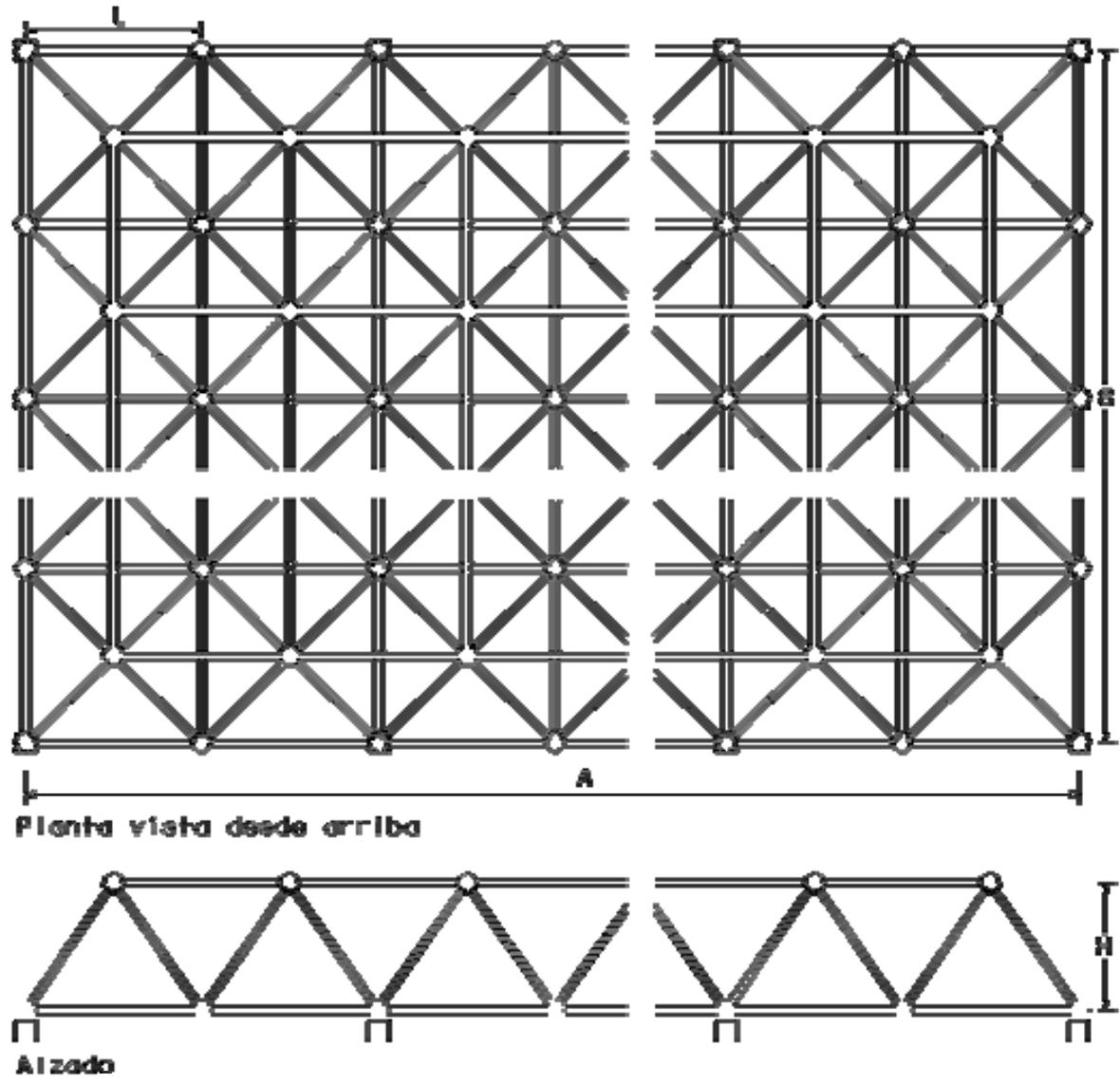


Fig. 112 Mallas

12.4.2 Nudos

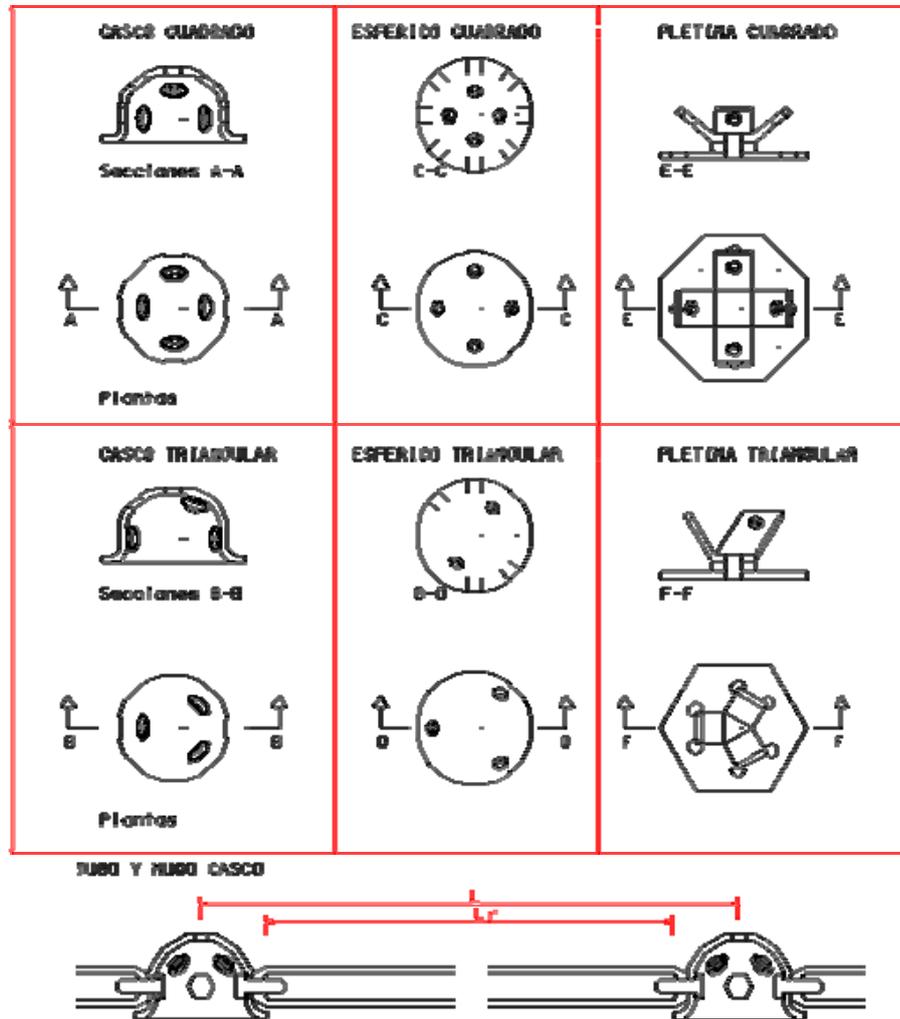


Fig. 113



12.4.3 Barras

TUBO NUDO ESFERICO

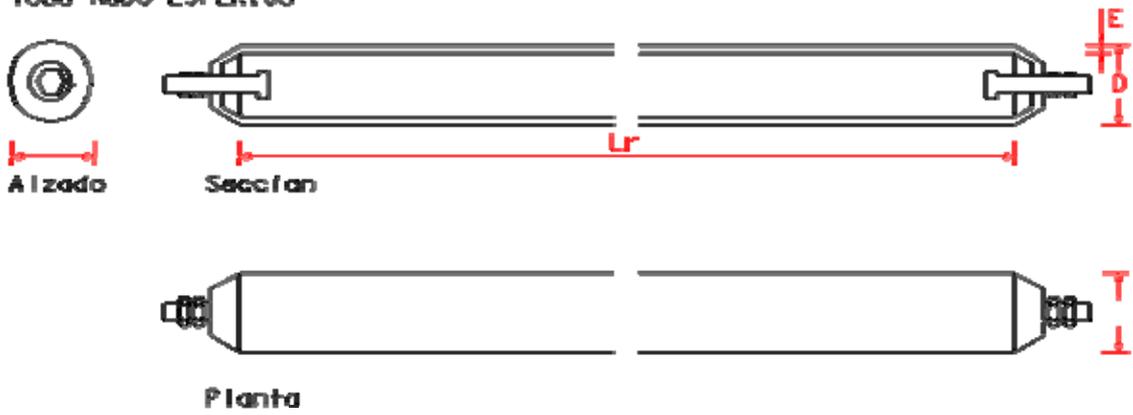
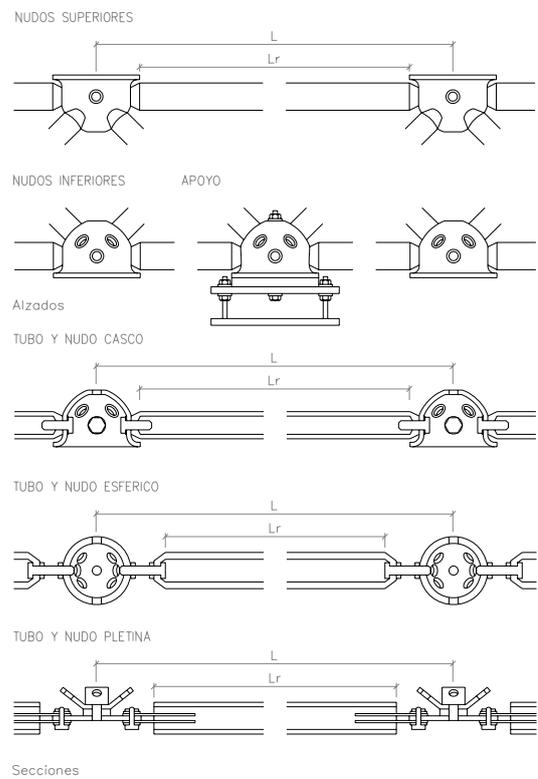
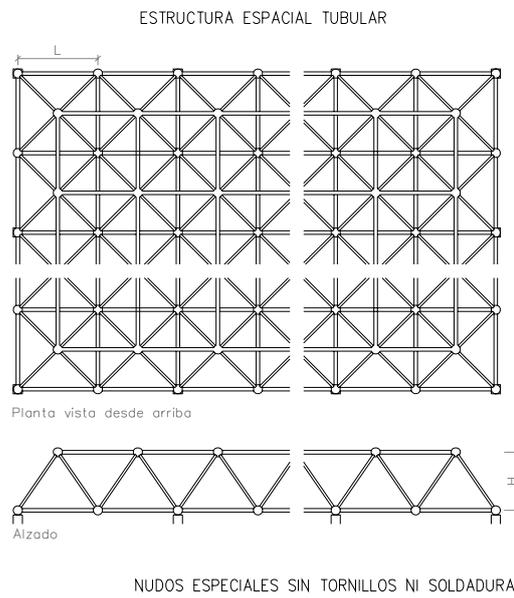


Fig. 114

12.4.4 Estructura espacial de perfiles tubulares



12.4.5 Nudos de perfiles tubulares

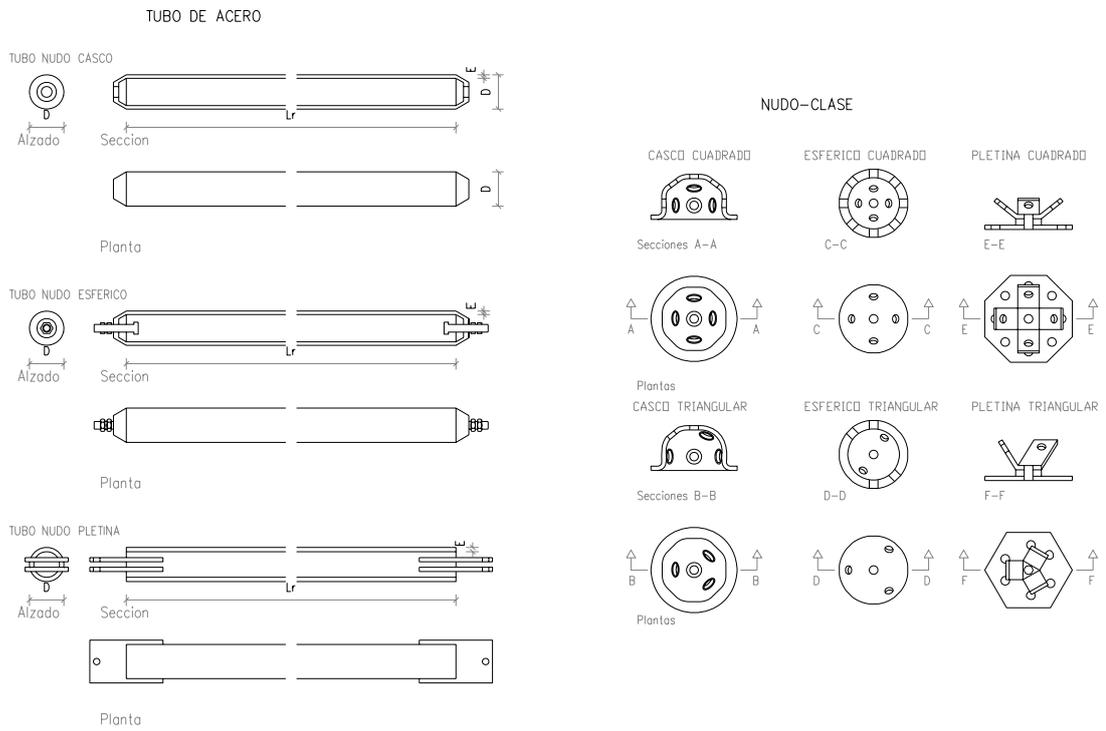


Fig. 115 Nudos de perfiles tubulares

13. Estructuras prefabricadas

13.1. Definiciones

Estructura prefabricada: Estructura y construcción que se construye con componentes estructurales prefabricados.

Componente (estructural prefabricado): Componente de una estructura prefabricada, que se suministra a pie de obra, elaborado específicamente como parte de esta.

Componentes estructurales:

- Pilares
- Pórticos
- Vigas
- Viguetas
- Cierres

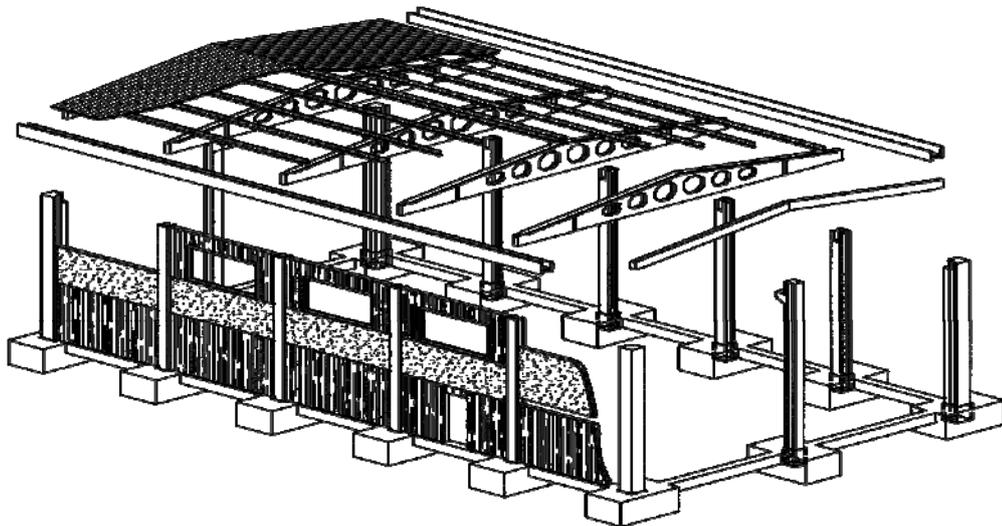


Fig. 116

13.2. Normativa

- UNE 1-139-90 - ISO 4172 - 1981 Planos para el montaje de estructuras prefabricadas.
- UNE 1-138/1 Dibujos de construcción. Parte 1: Designación de los edificios y sus partes.
- NBE-EA-88 Acciones en la edificación BOE 8-10-88.

13.3. Planos de obra

La documentación de una estructura prefabricada constará de:

- Planos de disposición general.
- Planos de detalle.
- cuadros de componentes.
- Otras prescripciones y listados sobre materiales imprevistos, instrucciones para transportes especiales, etc.

13.4. Planos generales

Un plano general es una representación de una estructura prefabricada con la posición de los componentes estructurales marcados. Los componentes pueden representarse bien por líneas de trazo grueso bien por esquemas simplificados. Los planos generales deben ordenarse, para cada grupo de componentes (estructurales prefabricados) relacionados por condiciones constructivas similares, de acuerdo con su secuencia en el montaje.

Cuando resulte necesario se darán además diagramas de proyecto o esquemas de cargas que indicarán limitaciones de carga, sistemas de izado y otros detalles relativos al izado y al montaje, como juntas y rejuntado y obras provisionales; todos ellos deberán hacer referencia a los documentos que dan dicha información.

Los planos generales para estructuras prefabricadas deberán ilustrar aspectos como los siguientes:

- Malla básica de disposición de los edificios.
- Marcado de los componentes.
- Referencias de los componentes a la malla básica.
- Cotas exactas de los componentes.
- Referencias a los planos de detalle.

Los componentes deberán representarse en plantas, secciones o alzados.

En el caso de estructuras tridimensionales complicadas deberán darse diferentes planos.

Las escalas preferentes son: 1:50, 1:100 y 1:200.

13.4.1 Planos generales de cimentaciones prefabricadas

En los planos generales de las cimentaciones prefabricadas y otras construcciones subterráneas se recomienda, asimismo, incluir en su caso:

- Esquema de zapatas.
- Soleras.

- Medidas de las anteriores.
- Sus referencias a la malla (básica).
- Vigas de la cimentación.
- Cimentación corrida.

Deberán representarse considerando que el suelo es transparente.

13.4.2 Leyenda

En la leyenda de los planos generales de un forjado prefabricado debería hacerse referencia al número de la planta o nivel $\pm 0,00$ que se haya tornado como referencia básica, de acuerdo a la norma UNE 1-138/1.

13.4.3 Muros

Al dibujar los planos generales de los muros a base de paneles deberán esquematizarse los componentes en trazo grueso.

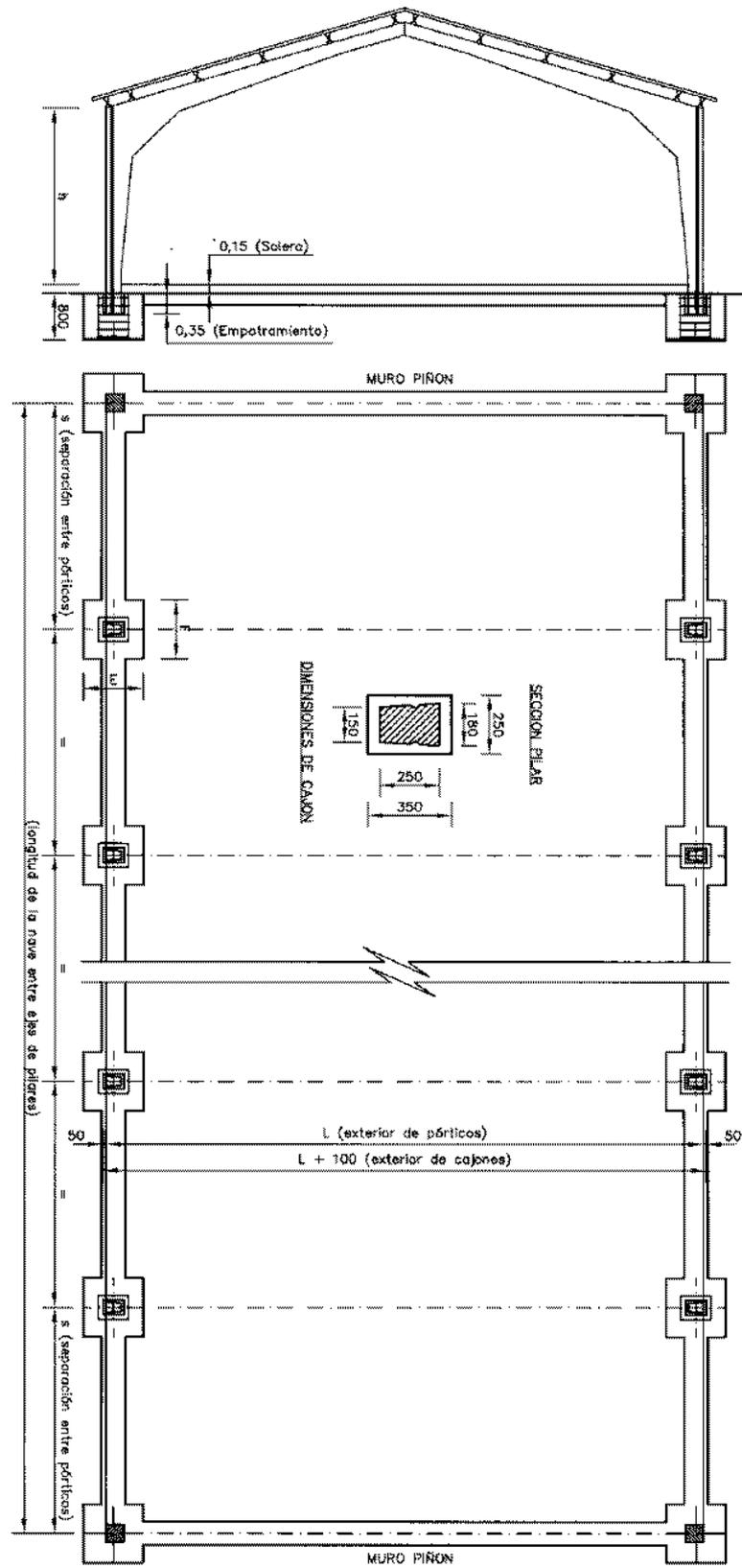


Fig. 117

13.5. Planos de detalle

Los detalles podrán dibujarse en planos específicos diferenciándolos con los correspondientes planos generales, o bien incluirse como información añadida dentro de los planos generales. En cualquier caso, los detalles se darán en el mismo orden de la parte respectiva del plano general.

Las escalas preferibles serán: 1:20, 1:10 y 1:5.

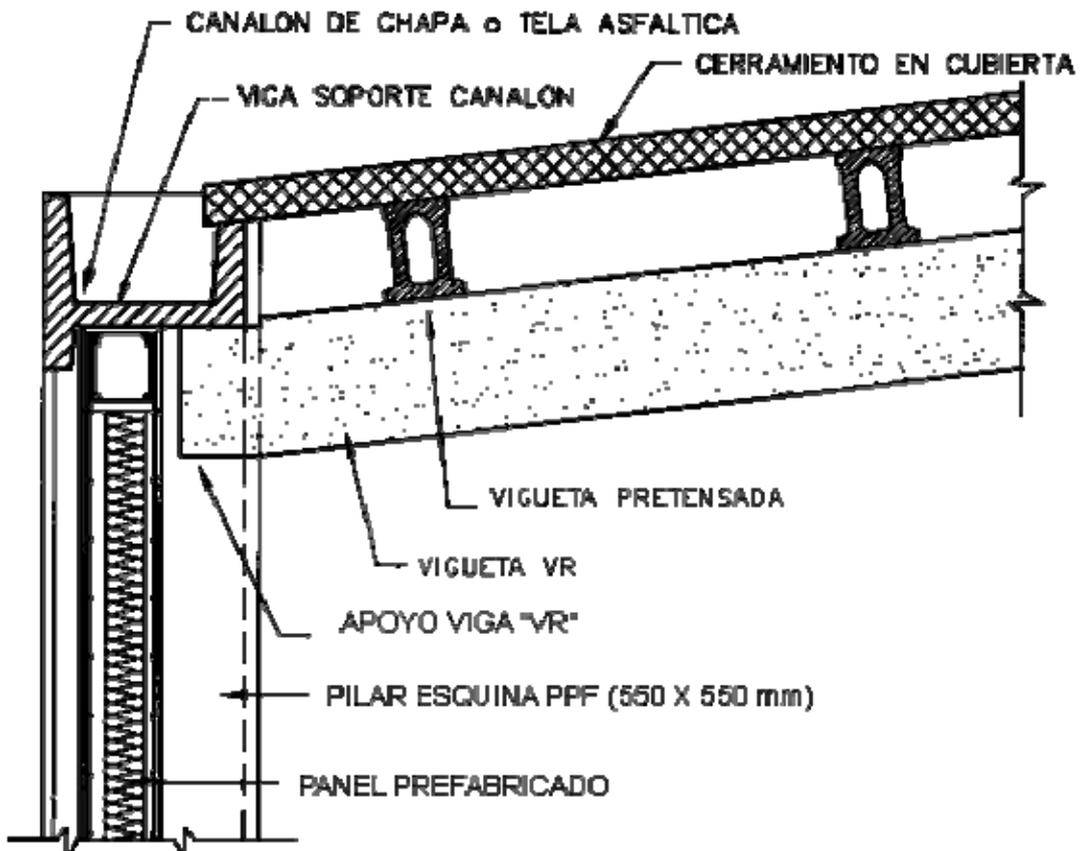


Fig. 118 Detalle: Alzado apoyo de estructura

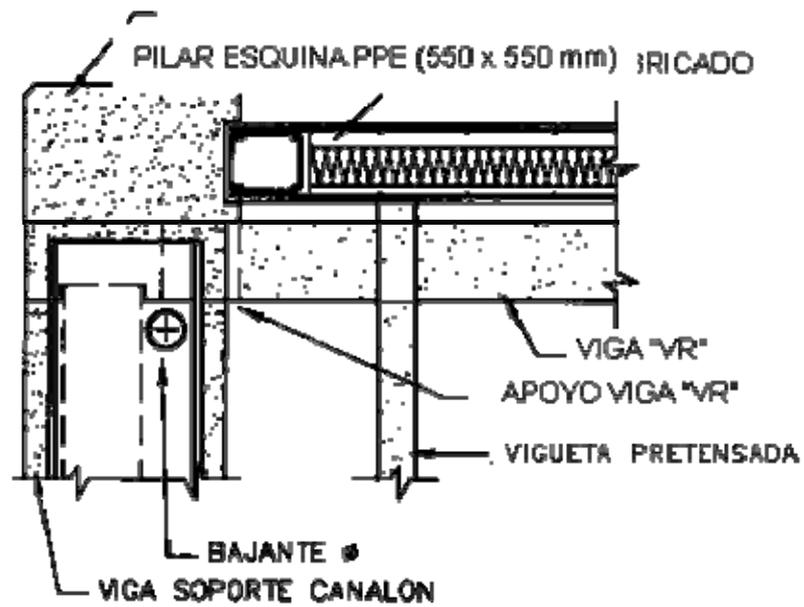


Fig. 119

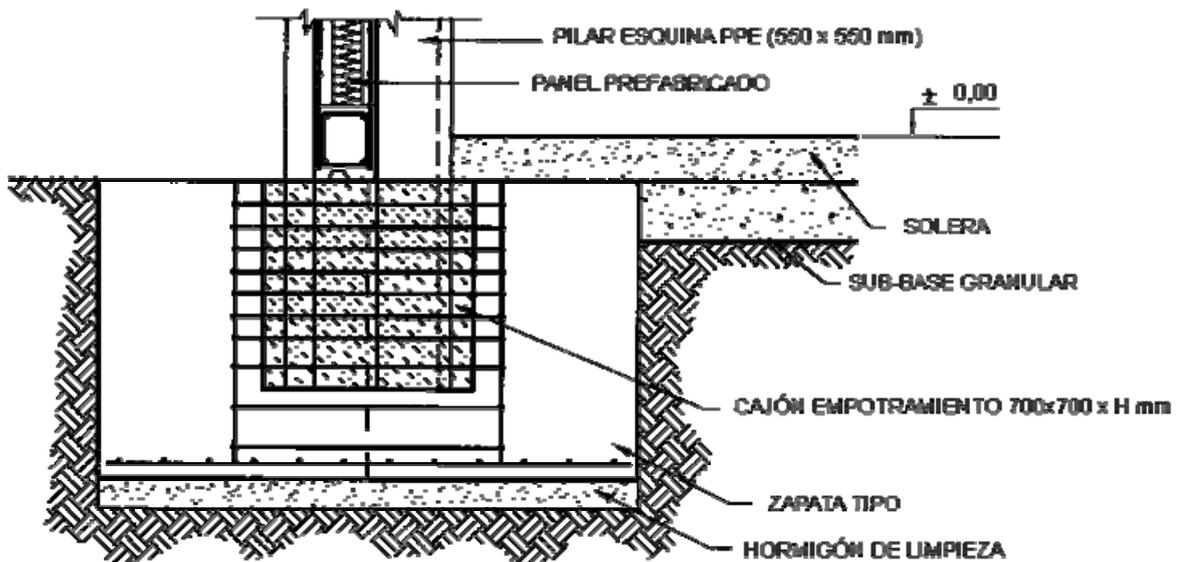


Fig. 120

13.6. Pilares

La prefabricación de pilares permite resolver con piezas ejecutadas en fábrica cualquier soporte, sea éste simple, con ménsula, para entreplantas, para apoyar posibles ampliaciones, etc...

Aporta la gran ventaja de la rapidez de ejecución, haciendo sencillas operaciones que realizadas en obra serían complejas y costosas, como por ejemplo las ménsulas.

Algunos modelos llevan en los laterales acanaladuras para apoyar convenientemente cerramientos convencionales y paneles prefabricados, aspecto éste que presenta grandes ventajas y calidad de terminación.

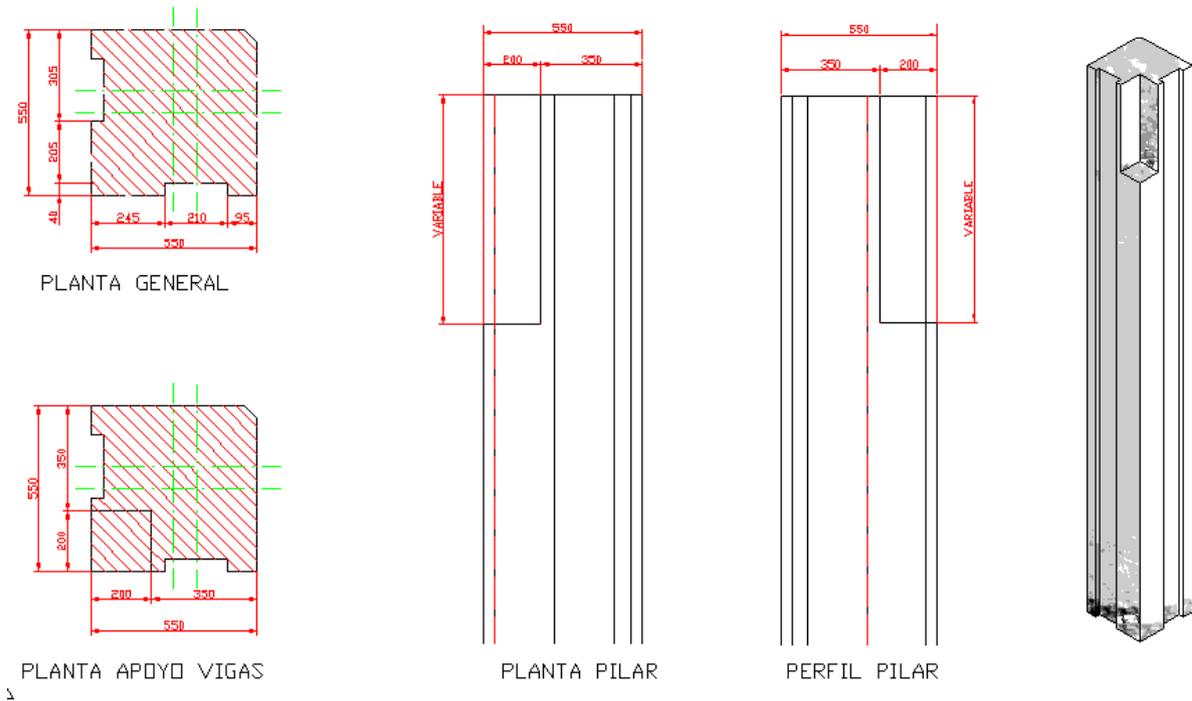


Fig. 121

13.7. Vigas

13.7.1 Vigas peraltadas

La solución de estructuras para cubiertas en vigas peraltadas constituye una modalidad constructiva de gran aceptación en la construcción de naves industriales. Se consiguen con ellas grandes luces no existiendo limitación tampoco en las alturas.

El esquema estructural de las vigas como la que se muestra en la figura siguiente, corresponde a una viga simplemente apoyada, con apoyo deslizante en uno de los extremos.

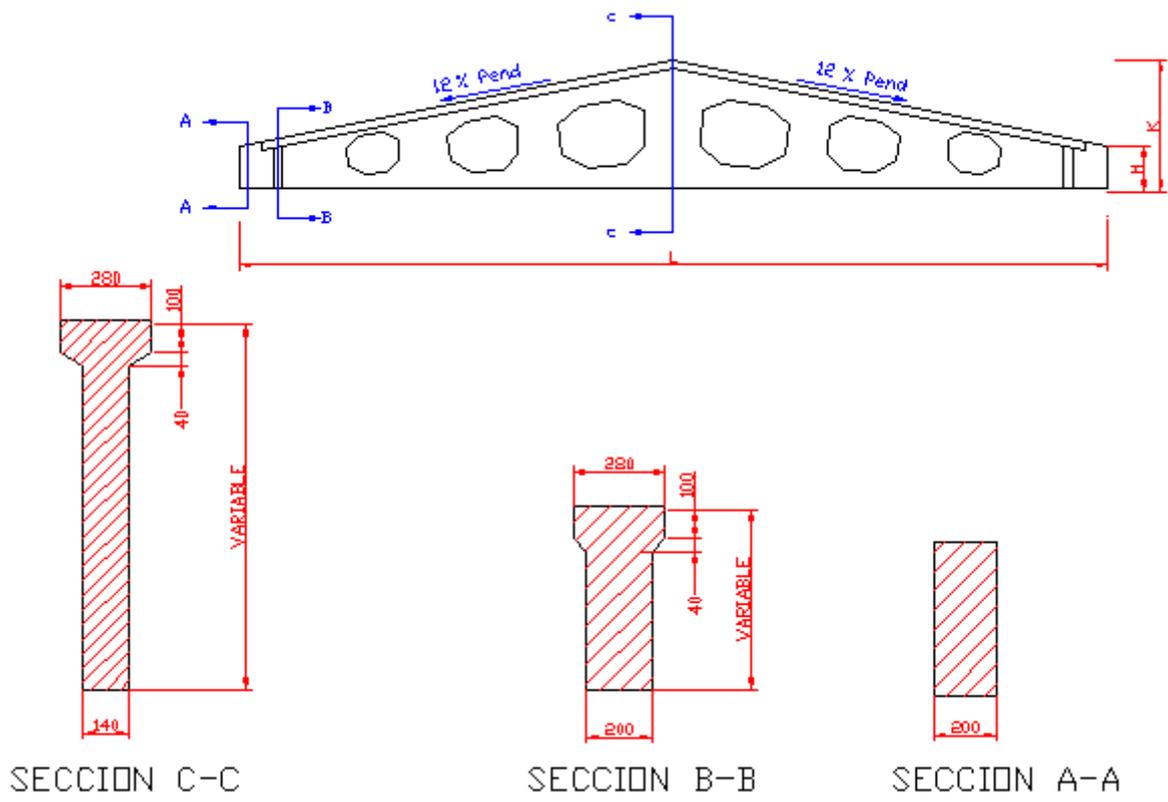


Fig. 122 Vigas peraltadas

13.8. Vigas de Carga



Fig. 123 Vigas de Carga

13.9. Vigas retícula

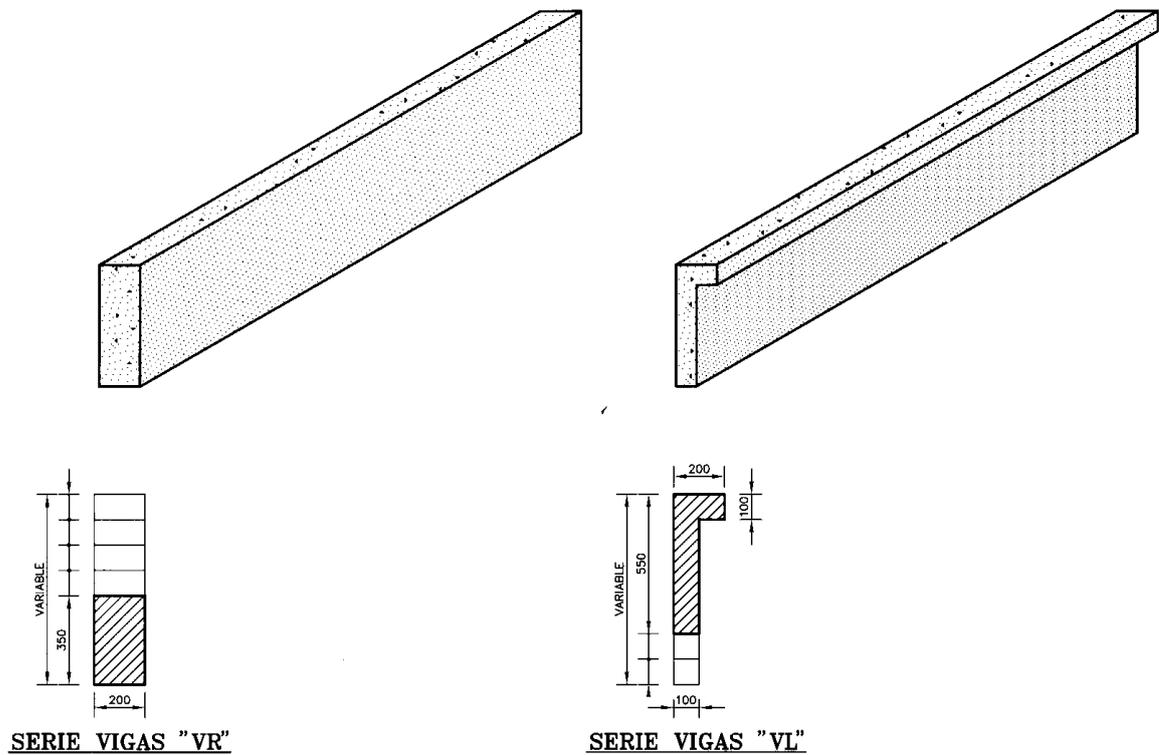


Fig. 124 Vigas retícula

13.10. Serie Vigas de Carga

- Vigas para bodega (VC-B)
- Vigas de carga rectangular (VC-R)
- Vigas de carga de sección en T (VC-T)
- Vigas de carga de sección en L (VC-L)
- Vigas de carga de sección en T invertida (VC- I)
- Vigas de carga de grada (VC-GRADA)
- Vigas de carga de puente (VC-PUENTE I)

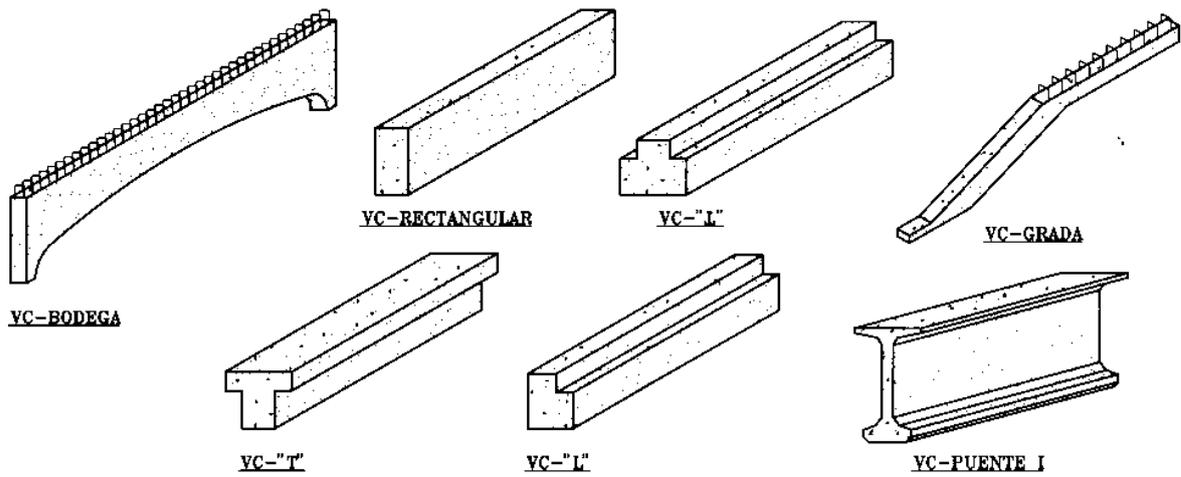


Fig. 125

13.11. Viguetas

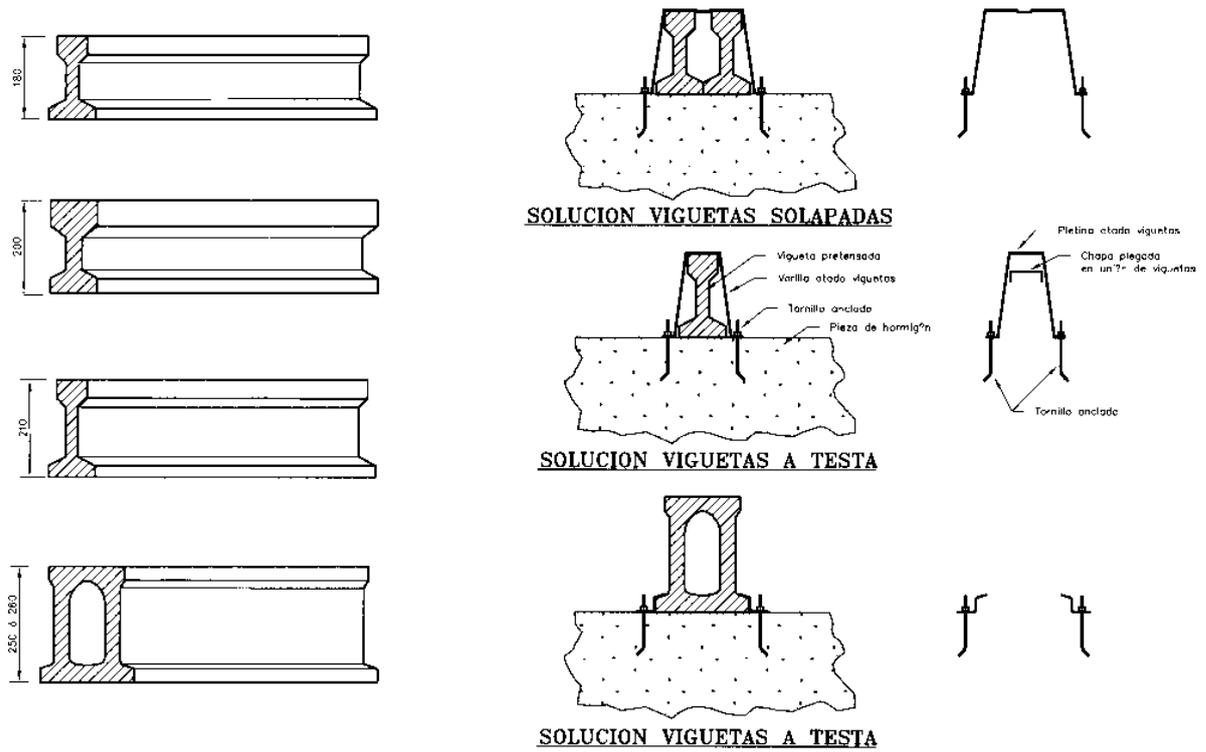


Fig. 126 Viguetas

13.12. Pórticos

Los pórticos prefabricados presentan la ventaja de la rapidez de montaje, que se realiza en pocas operaciones una vez niveladas las zapatas.

Sin embargo constituye un problema el transporte desde la fábrica hasta el lugar de obra cuando las dimensiones de estos son considerables.

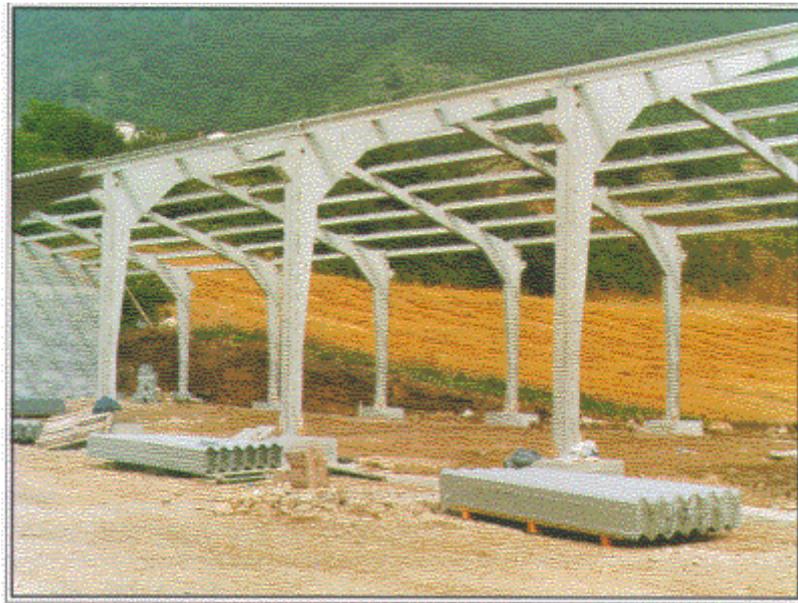


Fig. 127 Pórticos

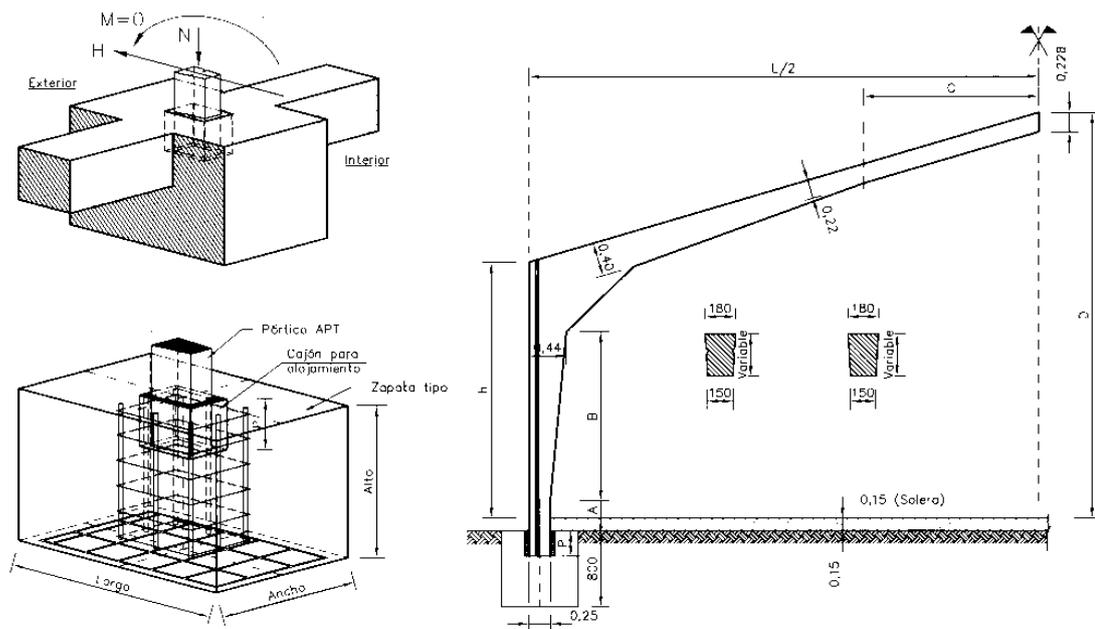


Fig. 128 Pórticos

14. Sistemas de encofrado

El encofrado de los elementos estructurales es una de las tareas que más horas hombre consume en la ejecución de una obra. Para mejorar el rendimiento de la mano de obra empleada, es prioritario realizar una adecuada planificación inicial de los sistemas de encofrado a emplear, en función de la geometría de la estructura, y de las posibilidades que en cuanto a materiales y modulación de los mismos ofrece el mercado. Se trata en definitiva de industrializar el proceso de encofrado, con el objetivo final de acelerar el proceso y mejorar su calidad.

La planificación inicial deberá reflejarse en una serie de croquis donde se defina la disposición de los paneles de encofrado y los elementos de anclaje necesarios, así como en planos de replanteo para su correcto posicionamiento.

Existe un amplio número de diferentes tipologías estructurales, cada una de ellas con características particulares que condicionan el sistema de encofrado a emplear. A continuación se mostrará el encofrado en dos situaciones extremas, por un lado en elementos de cimentación, por su simplicidad, y por otra en muros y forjados reticulares por su grado de complejidad.

14.1. Elementos de cimentación

Las zapatas, encepados, pilotes, ... y otros elementos de cimentación normalmente se hormigonan directamente contra el terreno, disponiendo inicialmente una capa de hormigón de limpieza (de entre 10 y 15 cm de espesor) sobre la que se apoyará la armadura del elemento estructural. Destacar únicamente que para evitar que se formen charcos en caso de lluvia, es conveniente que la superficie superior de los elementos de cimentación esté unos 5 cm por encima del nivel del terreno. Para conseguirlo, se podrá disponer una serie de listones de madera en el perímetro del vaciado ejecutado, llenándose posteriormente todo el hueco con hormigón.

14.1.1 Muros

El encofrado de muros suele realizarse mediante paneles con dimensiones estandarizadas, que ofrecen casas comerciales como PERI y ULMA. La representación en croquis del sistema de encofrado a emplear puede definirse mediante su designación según catálogo de la casa comercial suministradora, en lugar de emplear la acotación de los elementos.

A continuación se muestra como ejemplo el modelo *trio* (tr) de paneles que ofrece la empresa PERI. Cada celda del panel equivale a una superficie cuadrada de 30 x 30 cm. Se dispone de paneles de altura 270 cm ó 120 cm con múltiples anchos, así como piezas especiales para resolver los encuentros en esquina.

TGE 270 TR 270x240 TR 270x120 TR 270x90 TR 270x60 TR 270x30 TR 270x72

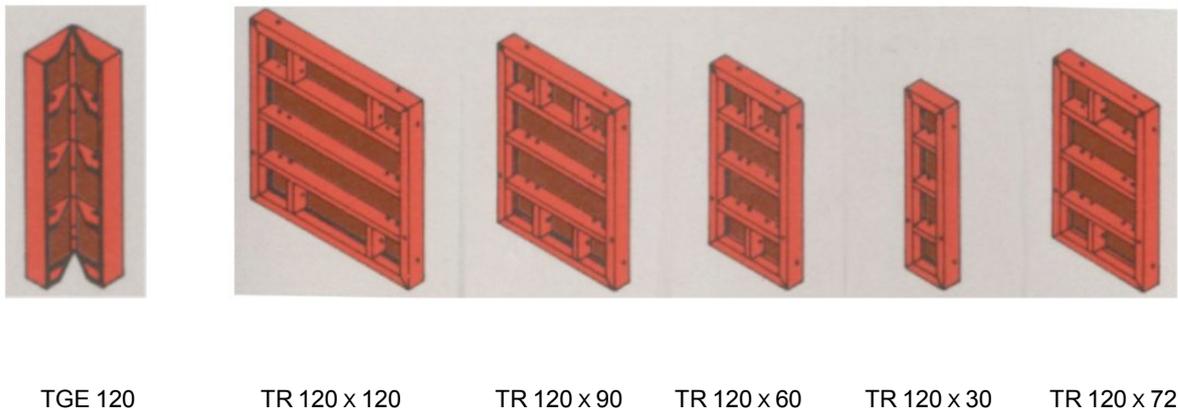


Fig. 129 Paneles para encofrado

Los sistemas de anclaje deben resolver el encuentro entre paneles de encofrado, proporcionando unas adecuadas condiciones de posicionamiento, fijación y estanqueidad. El cerrojo **TRIO BFD** es un elemento de unión capaz de fijar, alinear y conferir estanqueidad al sistema de encofrado. Resuelve la unión y montaje de juntas normales, compensaciones longitudinales de hasta 10 cm, así como esquinas articuladas (ángulos interiores y exteriores).

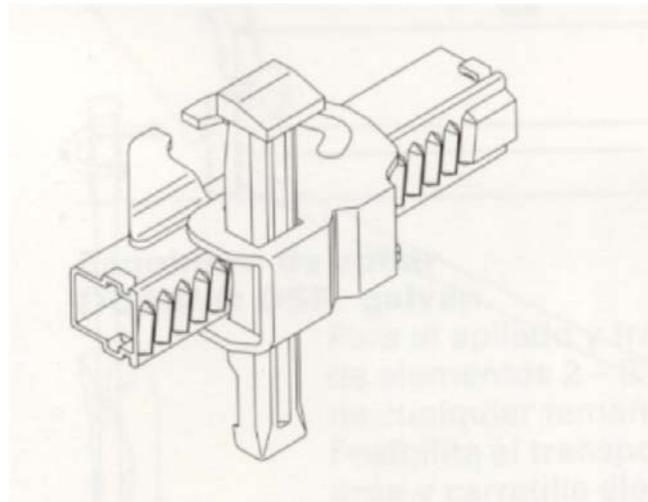
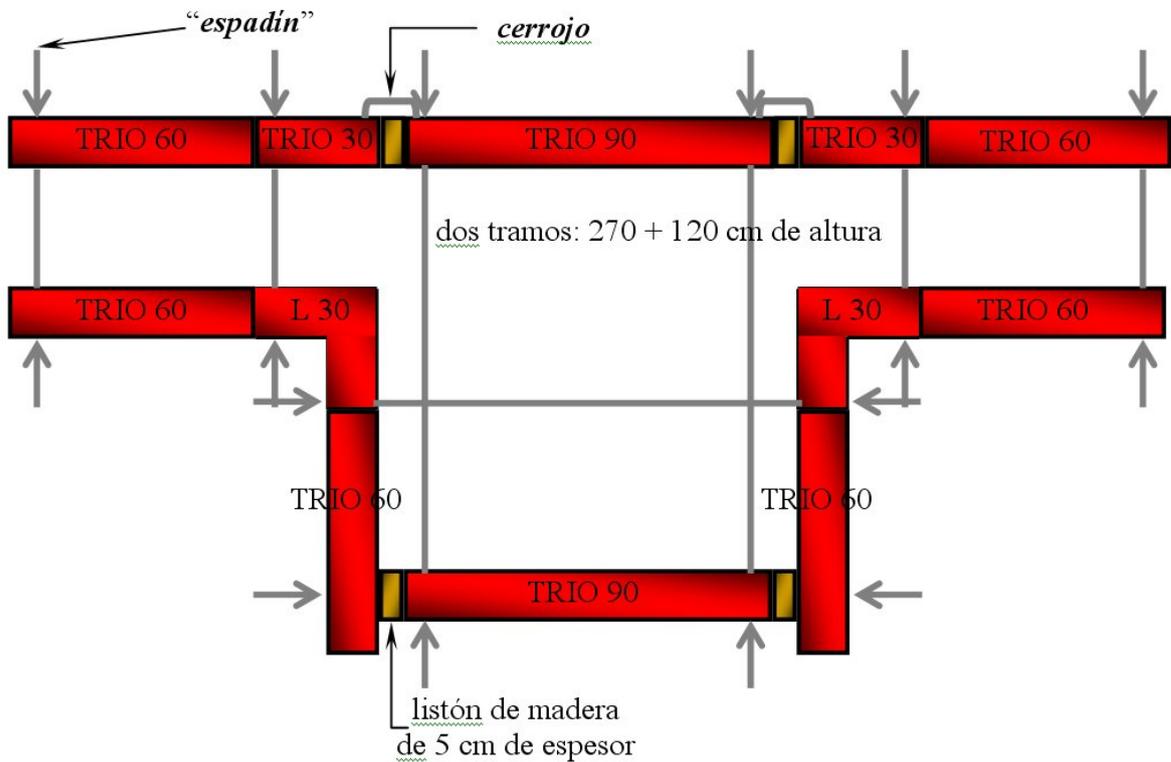


Fig. 130 Cerrojo TRIO BFD

Para compensar el empuje del hormigón fresco se emplean “**espaldines**”. Este elemento, cuyo nombre comercial es **dywidag**, consta de una barra roscada con corrugas que atraviesa el muro de cara a cara de encofrado, estando alojado en el interior de un pasatubos. En ambos extremos de la barra se disponen sendas placas y tuercas de mariposa, que serán los elementos encargados de compensar el empuje del hormigón fresco. Al desencofrar, se retira la barra corrugada, quedando el pasatubos embebido en el muro. La placa apoyará sobre los nervios de los paneles de encofrado, o sobre algún elemento auxiliar, pero nunca directamente sobre la superficie lisa del panel.

Un posible esquema para el encofrado de un tramo de muro con un pilar embebido sería el siguiente:



Ancho planeado \ Altura planeada	270	240	120	90	72	60	30
270							
240							

panel de h = 270 cm ⇒ 2 cerrojos en junta vertical y 4 cerrojos en junta horizontal

■ orificio con dywidag ● orificio sin dywidag

Fig. 131 Encofrado de un tramo de muro

Con la adecuada planificación inicial y su representación en croquis y esquemas se conseguirá una disposición simétrica de las juntas entre paneles, y que queden enfrentados los orificios donde situar los "espadines". Al disponer únicamente de un conjunto discreto de dimensiones de panel, puede ser necesario recurrir a listones de madera para ajustarse a las dimensiones requeridas.

14.1.2 Forjados reticulares

Los forjados reticulares están divididos en una zona aligerada y otra macizada. La zona aligerada del forjado reticular se conforma con bovedillas aligerantes (cubetas), que se recuperan después del hormigonado. Se crea así una retícula formada por bloques aligerados separados por un nervio en las

dos direcciones ortogonales, con la consiguiente economía de materiales y la reducción de los esfuerzos de peso propio.

Mediante elementos longitudinales y transversales se forma una estructura metálica sobre la que se colocarán los tableros y cubetas según corresponda. Este sistema se aporá con puntales.

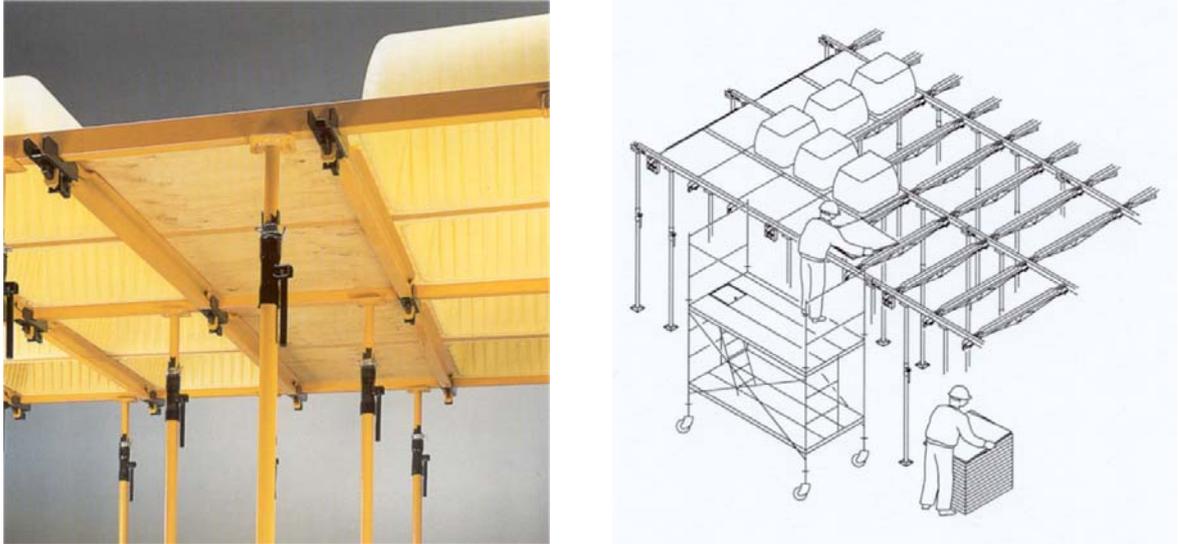


Fig. 132 Forjado reticular

El replanteo del forjado reticular es fundamental a la hora de definir la posición de las zonas macizadas, bañeras y cimbra o estructura auxiliar que las soporta, con el objeto de que no se produzcan interferencias con otros elementos estructurales, o con los huecos a habilitar para el paso de instalaciones y para la disposición de escaleras y ascensores. A continuación tenemos el plano de replanteo de cubetas del forjado reticular de un edificio de uso industrial con una superficie aproximada de 1100 m².

15. Planos del Plan de Seguridad y Salud

La realización de un Estudio de Seguridad y Salud o en su caso, un Estudio Básico de Seguridad y Salud constituye una imposición legal. El Real Decreto 1.627/1.997 del 24 de octubre dispone que en todo proyecto de ejecución de obra debe incluirse un Estudio de Seguridad y Salud o en su caso, un Estudio Básico, como requisito necesario para el visado por el Colegio Profesional, expedición de Licencia Municipal y demás autorizaciones y trámites por parte de las distintas administraciones públicas.

Los trabajadores deben recibir una información adecuada de todas las medidas incluidas en el Estudio de Seguridad y Salud. Esta información deberá ser comprensible para los empleados afectados, lo que supone que habrá que adaptar toda la información a su nivel de conocimientos e idioma, de tal forma que sea fácil su comprensión por todos los trabajadores.

En los planos de un Estudio de Seguridad y Salud se desarrollan los gráficos y esquemas necesarios para la definición y fácil comprensión de medidas preventivas. El sector de la construcción se nutre de trabajadores eventuales, en muchos casos con una formación insuficiente o incluso inexistente. También es frecuente la contratación de trabajadores extranjeros, en algunos casos con un escaso conocimiento del castellano. Por todo ello, parece especialmente importante disponer de adecuadas representaciones gráficas, sencillas y fáciles de comprender, y que por lo tanto puedan entender todos los participantes en la ejecución de una obra. Se persigue fundamentalmente la claridad, y a ello ayuda sin duda las representaciones en perspectiva (y no mediante planos convencionales con planta y alzado, al menos no en todos los casos), los esquemas y sobre todo las fichas gráficas SÍ-NO.

A continuación se muestran algunos ejemplos de este tipo de planos o representaciones gráficas.

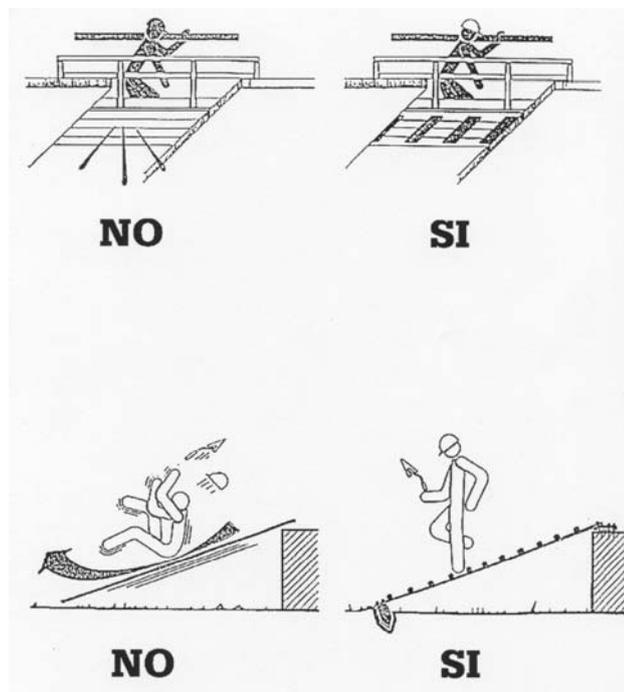


Fig. 133 Plan de Seguridad y Salud



Fig. 134 Plan de Seguridad y Salud

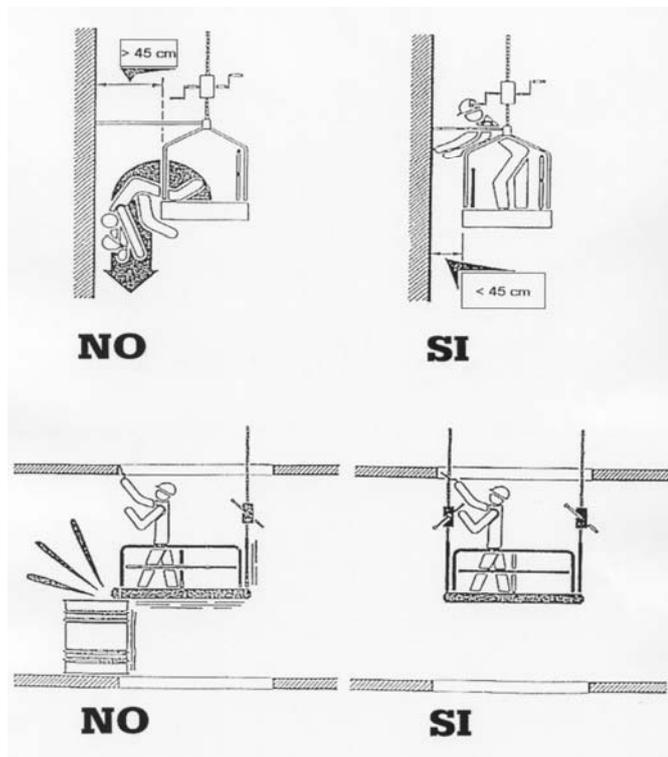


Fig. 135 Plan de Seguridad y Salud

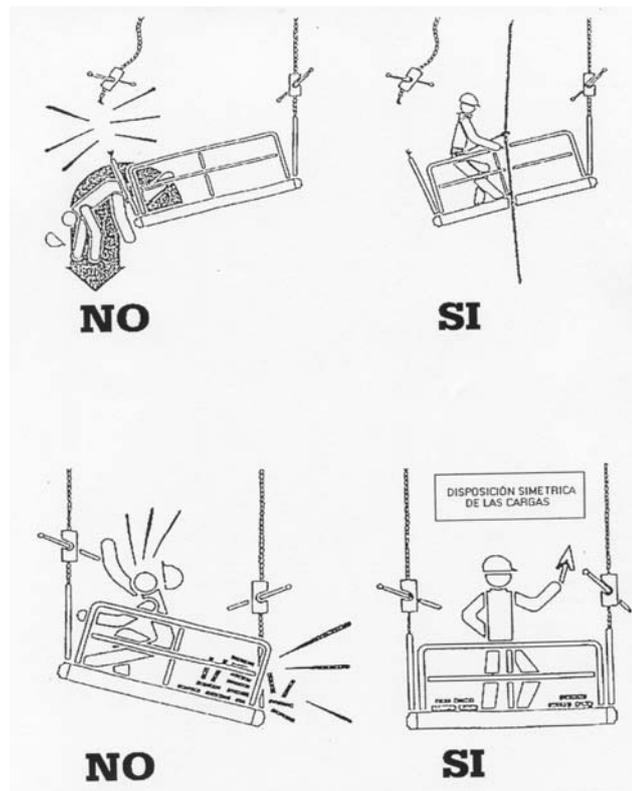


Fig. 136 Plan de Seguridad y Salud

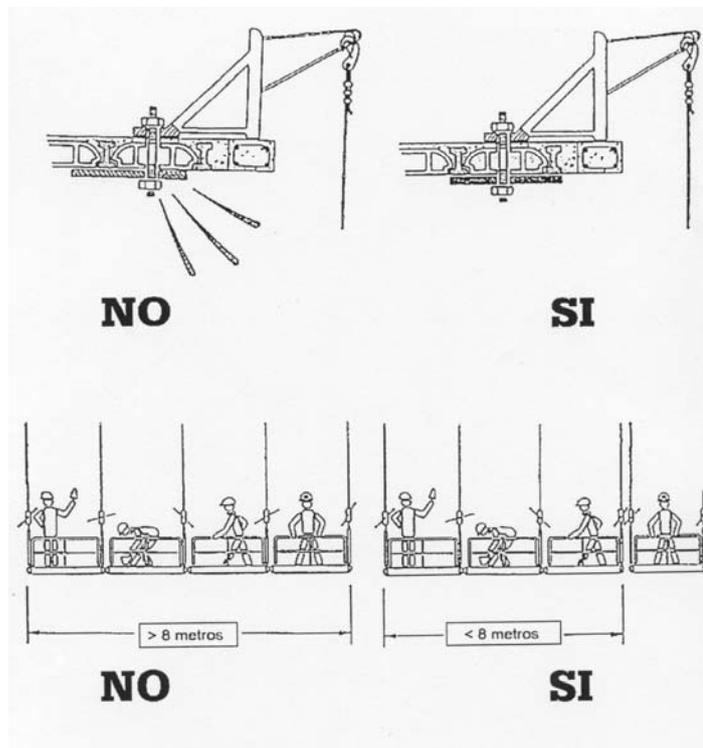


Fig. 137 Plan de Seguridad y Salud

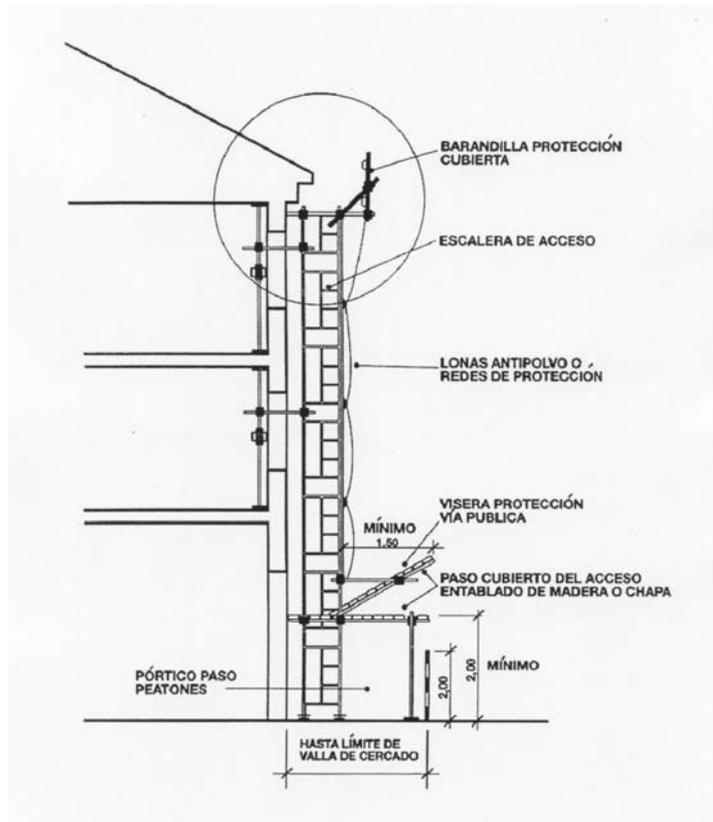


Fig. 138 Plan de Seguridad y Salud

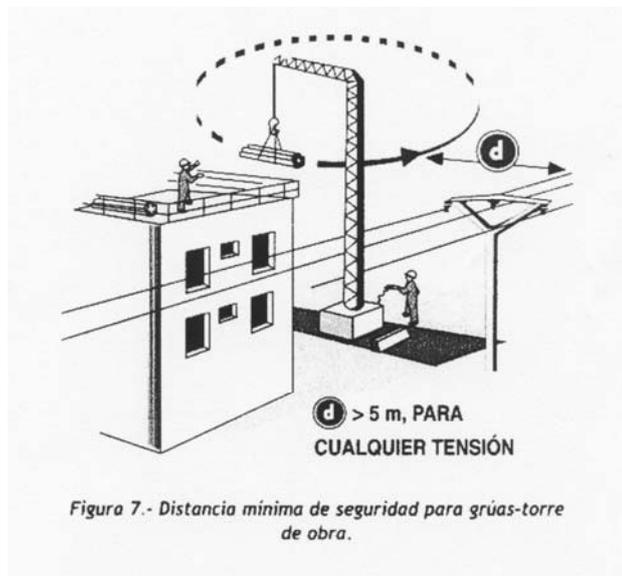


Fig. 139 Plan de Seguridad y Salud

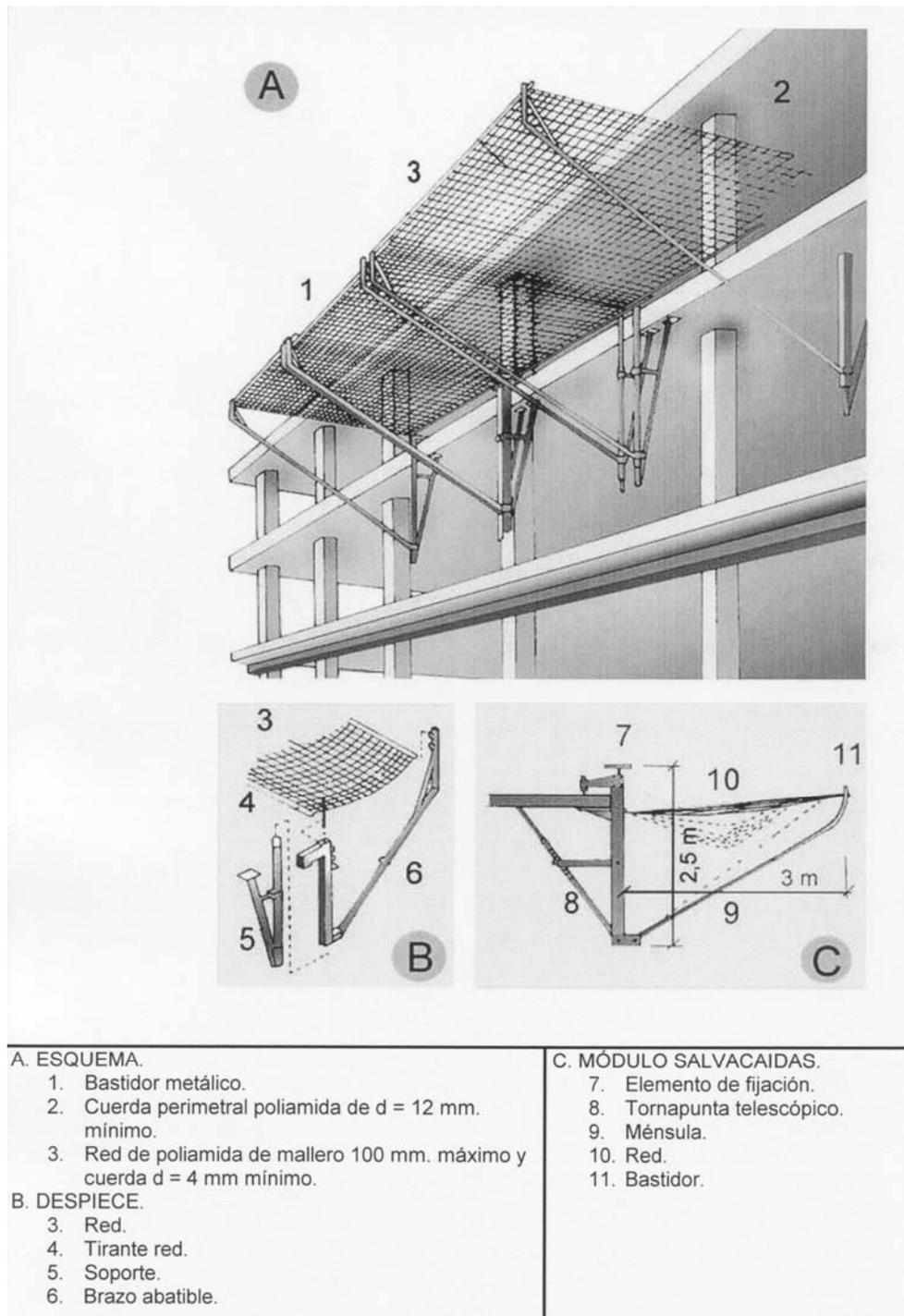


Fig. 140 Plan de Seguridad y Salud

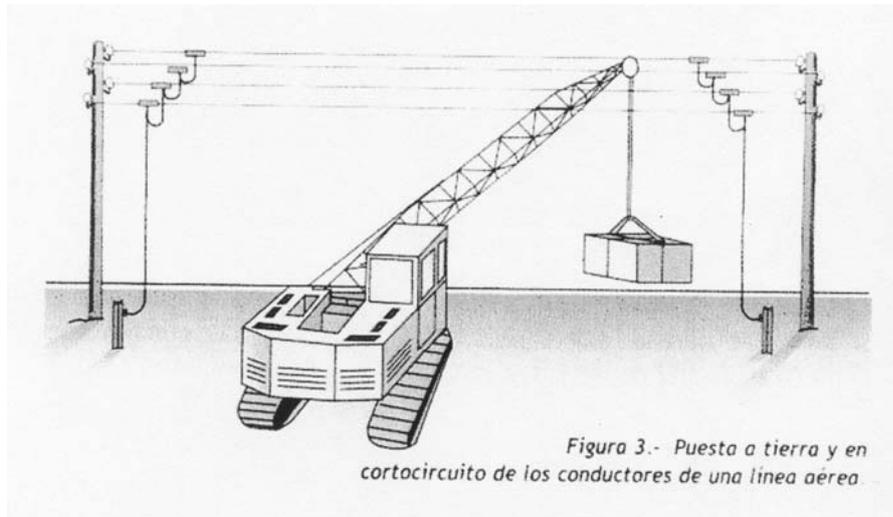


Fig. 141 Plan de Seguridad y Salud

16. Bibliografía

- Apuntes de la asignatura.
- AE-88. Acciones en la Edificación. Ministerio de Obras Públicas, Transportes y Medio Ambiente.
- EFHE-2001. Instrucción para el proyecto y la ejecución de forjados unidireccionales de hormigón estructural realizados con elementos prefabricados.
- EHE-98. Instrucción de Hormigón Estructural; Ministerio de Fomento. Secretaría General Técnica.
- "Normas Técnicas de Edificación" 1ª y 2ª parte; M.O.P.U.
- "Manual normas UNE sobre dibujo"; Tomo 3. Normas generales: AENOR
- "Código Técnico de la Edificación"; Ministerio de Vivienda .CTE; <http://www.codigotecnico.org>
- Arizmendi Barnes, L.J; "Cálculo y normativa básica de las instalaciones en los edificios: i. Instalaciones hidráulicas, de ventilación y de suministros con gases combustibles"; Ed. EUNSA; Pamplona 2005
- Arizmendi Barnes, L.J; "Cálculo y normativa básica de las instalaciones en los edificios: ii. Instalaciones energéticas y electrotécnicas"; Ed. EUNSA; Pamplona 2005
- Azpiazu Monteys, J. y otros; "Biblioteca Atrium de las instalaciones Tomo IV: Componentes de Fontanería y Calefacción; Tomo V: Calefacción"; Ed. Atrium; 1990
- Calavera, J.; "Cálculo, construcción y patología de forjados de edificación"; INTEMAC (Instituto Técnico de Materiales y Construcciones)
- Calavera, J.; "Proyecto y Cálculo de Estructuras de Hormigón Armado para Edificios"; INTEMAC; 1985.
- Calavera, J; González Valle, E; Fernández Gómez, J; Valenciano, F; "Manual de Ferralla"; INTEMAC y ANIFER (Asociación Nacional de Industriales de Ferralla); Madrid 1999.
- Jiménez Montoya, Pedro; García Meseguer, Álvaro; Morán Cabré, Francisco.; "Hormigón Armado"; Ed. Gustavo Gili, S.A. Depósito legal: B.18.748 – 2000.
- Martín Sánchez, F; "Nuevo manual de instalaciones de fontanería, saneamiento y calefacción" Ed. de Arquitectura Técnica; Madrid, 2007
- "Tolerancias en la Construcción de Obras de Hormigón"; Cuadernos INTEMAC nº 18, segundo trimestre de 1.995.
- Ruiz Duerto, A.; Ferreres Gómez, T.; "Protección contra el agua de obras enterradas". Madrid 1995.
- Ruiz Gines, Roberto; "Control de proyecto y ejecución. Industrialización de procesos"; Proyecto Fin de Carrera ETSIIM; Julio 2002
- www.geoteknia.com