

---

## INDICE

<b>1.- INTRODUCCIÓN</b>	<b>13</b>
1.1.- Generalidades	13
1.2.- Limitaciones del uso del hormigón armado en forjados	14
1.3.- Interés y ventajas del pretensado en la edificación	15
1.4.- Antecedentes históricos	17
1.5.- Descripción de los forjados postesados con tendones no adherentes	20
1.6.- Edificios construidos en España con esta técnica	22
<b>2.- FUNDAMENTOS DEL PROYECTO</b>	<b>31</b>
2.1.- Planteamiento general del proceso de proyecto	31
2.2.- Tipología estructural	33
2.2.1.- Losas bidireccionales macizas	34
2.2.2.- Losas con capiteles o ábacos	35
2.2.3.- Losas bidireccionales aligeradas	36
2.2.4.- Losas con vigas entre soportes	37
2.3.- Características de los materiales	38
2.3.1.- Hormigón	38
2.3.2.- Acero de armadura pasiva	39
2.3.3.- Tendones y componentes accesorios	39

2.3.3.1.-Acero de armadura activa.....	39
2.3.3.2.-Anclajes.....	41
2.3.3.3.-Acopladores.....	41
2.4.- Predimensionamiento. Método de compensación de cargas.....	42
2.5.- Definición del trazado en alzado.....	43
2.6.- Disposición de tendones en planta.....	44
2.6.1.- Tendones distribuidos en dos direcciones.....	44
2.6.2.- Tendones en banda en una dirección y distribuidos en otra dirección.....	44
2.6.3.- Disposiciones mixtas.....	45
2.6.4.- Colocación de tendones en grupo.....	46
2.6.5.- Separación entre tendones.....	46
2.7.- Métodos de cálculo de esfuerzos.....	46
2.7.1 - Método de los pórticos virtuales.....	46
2.7.2.- Método del emparrillado plano o espacial.....	47
2.7.3.- Elementos finitos.....	48
2.8.- Dimensionamiento de la fuerza de pretensado.....	48
2.8.1.- Ponderación de la fuerza de pretensado en servicio.....	48
2.8.2.- Limitación de la fuerza de tesado.....	48
2.8.3.- Criterios tensionales sobre el hormigón.....	49
2.8.3.1.- Limitación de tracciones máximas.....	49
2.8.3.2.- Limitación de compresiones máximas.....	50
2.8.3.3 - Precompresión media.....	51
2.9.- Pérdidas de pretensado. Incorporación en el cálculo.....	51
2.9.1.- Introducción.....	51
2.9.2.- Pérdidas instantáneas.....	51
2.9.3.- Pérdidas diferidas.....	53
2.9.4.- Incorporación en el cálculo.....	55
2.10.- Dimensionamiento de armaduras longitudinales.....	55
2.10.1.- Losas unidireccionales.....	55
2.10.2.- Losas bidireccionales.....	57
2.10.3.- Estimación de la contribución del pretensado.....	57
2.10.4.- Secciones de cálculo. Redistribución de esfuerzos.....	57
2.10.5.- Armadura longitudinal mínima.....	58
2.10.6.- Ancho eficaz de vigas en T y nervios.....	60
2.11.- Comprobación de tensiones tangenciales.....	61

2.11.1.- Cortante en losas unidireccionales .....	61
2.11.2.- Cortante en losas bidireccionales fuera de la zona de cargas concentradas .....	62
2.11.3.- Armadura transversal mínima .....	62
2.11.4.- Punzonamiento .....	62
2.11.4.1.- Determinación de la sección crítica .....	64
2.11.4.2.- Tensiones tangenciales provocadas por la carga .....	66
2.11.4.3.- Tensión tangencial resistida por la losa .....	68
2.12.- Comprobaciones adicionales en servicio .....	70
2.12.1.- Deformabilidad .....	70
2.12.2.- Fisuración .....	70
2.13.- Durabilidad. Protección frente al fuego y frente a la corrosión .....	70
2.13.1.- Materiales de protección .....	71
2.13.2.- Protección de los anclajes .....	71
2.13.3.- Recubrimientos .....	71
2.13.4.- Recubrimiento en zona de anclajes .....	73
2.14.- Espaciadores. Trazado en alzado: sujeción .....	73
2.15.- Juntas .....	74
2.15.1.- Adecuada disposición de muros y pilares .....	75
2.15.2.- Separación entre distintos elementos de la losa .....	75
2.15.3.- Disposición de juntas y bandas de cierre .....	76
2.16.- Tipos de anclajes. Zonas de borde y zonas de anclaje .....	77
2.16.1.- Tipos de anclajes .....	77
2.16.2.- Ensayos .....	78
2.16.3.- Zonas de borde y armadura próxima a muros .....	78
2.16.4.- Zonas de anclaje .....	80
2.17.- Aberturas .....	81
2.18.- Tolerancias .....	82
<b>3.- CONSTRUCCIÓN DE FORJADOS POSTENSADOS .....</b>	<b>83</b>
3.1.- Características de los materiales .....	83
3.2.- Plan de obra .....	88
3.3.- Acopio de materiales y operaciones previas .....	89
3.4.- Encofrado .....	89
3.5.- Cimbrado .....	91
3.6.- Ferrallado .....	93

## **ATEP**

3.7.- Colocación de armadura activa .....	94
3.8.- Colocación de armadura pasiva superior .....	99
3.9.- Hormigonado .....	101
3.10.- Curado .....	103
3.11.- Tesado de los tendones .....	103
3.12.- Desencofrado y descimbrado .....	106
3.13.- Soldaduras y focos caloríficos .....	106
3.14.- Protección de anclajes .....	106
3.15.- Correcciones en obra o actuaciones sobre la obra acabada .....	107
3.16.- Control de calidad .....	107
<b>4.- ASPECTOS ECONÓMICOS .....</b>	<b>109</b>
4.1.- Introducción .....	109
4.2.- Valoración aproximada del coste de la estructura .....	109
4.2.1.- Precios unitarios .....	110
4.2.2.- Predimensionamiento del canto .....	111
4.2.3.- Determinación de la cuantía aproximada de armadura activa .....	113
4.2.4.- Determinación de la cuantía aproximada de armadura pasiva .....	116
4.2.5.- Coste por unidad de superficie, en función de la luz .....	117
4.3.- Influencia en el coste de la cimentación .....	118
4.4.- Ventajas derivadas de la explotación de la estructura .....	119
<b>ANEJO 1: EJEMPLO DE APLICACIÓN .....</b>	<b>121</b>
<b>ANEJO 2: BIBLIOGRAFÍA Y NORMATIVA .....</b>	<b>145</b>
<b>ANEJO 3: NOTACIÓN .....</b>	<b>157</b>