

RESUMEN DEL CONTENIDO DE LA OBRA COMPLETA

VOLUMEN 1 – FUNDAMENTOS

I El proyecto constructivo

II Estructura

- II-1 Orden y subdivisión
- II-2 Construcción industrializada
- II-3 Ordenamiento dimensional

III Sostenibilidad

- III-1 Contexto
- III-2 Ecología
- III-3 Economía
- III-4 Factores sociales
- III-5 Análisis del ciclo de vida
- III-6 Reciclaje

IV Materiales

- IV-1 Materia
- IV-2 Materiales técnicos
- IV-3 Piedra
- IV-4 Hormigón
- IV-5 Madera
- IV-6 Acero
- IV-7 Hormigón armado
- IV-8 Vidrio
- IV-9 Materiales sintéticos

V Productos de construcción

- V-1 Piedras artificiales
- V-2 Productos de madera
- V-3 Productos de acero
- V-4 Productos de vidrio
- V-5 Productos sintéticos

VI Funciones

- VI-1 Ámbito
- VI-2 Conducción de fuerzas (con Dr. M. Weißbach)
- VI-3 Protección higratérmica
- VI-4 Protección acústica
- VI-5 Protección contra incendios
- VI-6 Durabilidad

VOLUMEN 2 – CONCEPCIÓN

VII Generación de superficies

VIII Composición de envoltentes

IX Estructuras primarias (con Dr. M. Weißbach)

- IX-1 Fundamentos
- IX-2 Tipos
- IX-3 Deformaciones
- IX-4 Cimentación

- X Métodos constructivos**
- X-1 Construcción de obra de fábrica
- X-2 Construcción de madera
- X-3 Construcción de acero
- X-4 Construcción de hormigón prefabricado
- X-5 Construcción de hormigón in situ

XI Empalmes de superficies

VOLUMEN 3 – EJECUCIÓN

- XII Conexiones** (con Dr. M. Weißbach)
- XII-1 Fundamentos del ensamble
- XII-2 Conducción de fuerzas
- XII-3 Procedimientos de ensamble
- XII-4 Componer
- XII-5 Aplicar o insertar a presión
- XII-6 Ensamblar por conformación primaria
- XII-7 Ensamblar por deformación
- XII-8 Ensamblar por consolidación de materiales

XIII Envolvertes exteriores

- XIII-1 Fundamentos
- XIII-2 Envolvertes en contacto con el terreno
- XIII-3 Sistemas de hoja simple
- XIII-4 Sistemas compuestos multicapa
- XIII-5 Sistemas nervados
- XIII-6 Envolvertes de vidrio apoyadas en puntos
- XIII-7 Elementos funcionales añadidos
- XIII-8 Sistemas de membrana
- XIII-9 Huecos

XIV Envolvertes interiores

- XIV-1 Fundamentos
- XIV-2 Separaciones horizontales
- XIV-3 Separaciones verticales
- XIV-4 Huecos

- 1** Escala
- 2** Sostenibilidad
- 3** Materiales
- 4** Funciones
- 5** Forma
- 6** Superficies
- 7** Composición
- 8** Métodos constructivos
- 9** Uniones
- 10** Proyecto constructivo

VOLUMEN 4 – PRINCIPIOS

CONTENIDO DEL VOLUMEN 2

GENERACIÓN DE SUPERFICIES

1. La formación de superficies planas continuas a partir de componentes individuales..... 4

1.1 Condiciones dimensionales de los elementos de partida 4

1.2 Principios geométricos de la formación de superficies a partir de elementos individuales..... 8

1.2.1 Teselado de la superficie 8

1.3 Formación de superficies mediante la conjunción de elementos individuales 16

1.3.1 Elementos de partida colados..... 16

1.3.2 Elementos de partida en forma de banda... 18

1.3.3 Elementos de partida en forma de placa 20

1.3.4 Elementos de partida en forma de barra 30

1.3.5 Elementos de partida en forma de bloque .36

2. Definición geométrica de superficies curvas continuas 40

2.1 Características especiales de superficies curvas 40

2.2 Fundamentos geométricos 41

2.2.1 Plano tangencial, vector normal..... 41

2.2.2 Curvatura..... 42

2.3 Tipos de superficie regulares..... 46

2.3.1 Por tipo de curvatura..... 46

2.3.2 Por desarrollabilidad sobre el plano 48

2.3.3 Por ley generatriz 48

2.4 Métodos digitales de definición de superficies ... 64

2.5 Mallas..... 72

2.6 Refinamiento de mallas poligonales—
aproximación a una curvatura 74

2.7 Curvas de forma libre..... 74

2.7.1 Curvas de subdivisión 76

2.7.2 Curvas Bézier 78

2.7.3 Curvas B-spline 78

2.7.4 Curvas NURBS..... 80

2.8 Superficies de forma libre a partir de curvas 82

2.8.1 Superficies de subdivisión 82

2.8.2 Superficies Bézier 84

2.8.3 Superficies B-spline 88

2.8.4 Superficies NURBS..... 88

2.9 Superficies de forma libre a partir de superficies parciales desarrollables 88

3. La realización constructiva de superficies de capa curvas y continuas..... 92

3.1 Realización de superficies de curvatura uniaxial 92

3.1.1 Elementos de partida en forma de banda... 92

3.1.2 Elementos de partida en forma de placa	96
3.1.3 Elementos de partida en forma de barra	96
3.1.4 Elementos de partida en forma de bloque	98
3.2 Realización de superficies de curvatura biaxial....	99
3.2.1 El paraboloido hiperbólico	104
3.2.2 La esfera	110
Notas	126

1. Implementación constructiva de las funciones parciales—principios básicos de solución	130
1.1 Definición de términos.....	131
1.2 Estructuras básicas de envolventes.....	131
2. Sistemas de hoja sólida simple.....	132
2.1 Hoja sólida simple sin trasdosado.....	132
2.1.1 Componentes envolventes exteriores.....	133
2.1.2 Componentes envolventes interiores.....	134
2.2 Hoja simple con trasdosado por un lado sin subestructura	134
2.2.1 Componentes envolventes exteriores.....	136
2.2.2 Componentes envolventes interiores.....	139
2.3 Hoja simple con trasdosado por un lado con subestructura	140
2.3.1 Nervadura simple.....	140
2.3.2 Nervadura doble.....	143
3. Sistemas de hoja doble	146
3.1 Dos hojas con capa intermedia.....	146
3.2 Dos hojas con capa intermedia y cámara de aire	152
4. Sistemas compuestos multicapa.....	155
4.1 Sistemas sándwich	156
4.2 Sistemas de núcleo de panal	157
5. Sistemas nervados.....	160
5.1 Principio constructivo.....	160
5.2 Sistemas nervados unidireccionales y bidireccionales.....	160
5.3 Sistemas nervados con construcción envolvente integrada.....	162
5.3.1 Sistemas nervados con trasdosado en un lado sin subestructura.....	164
5.3.2 Sistemas nervados con trasdosado en un lado con subestructura	166
5.3.3 Sistemas nervados con nervadura añadida en un lado	170

COMPOSICIÓN DE ENVOLVENTES

5.4	Sistemas nervados con separación de la construcción envolvente y las costillas	170
5.4.1	Sistemas nervados con hoja y trasdosado sin subestructura.....	174
5.4.2	Sistemas nervados con hoja y trasdosado con un solo grupo de costillas transversales.....	176
5.4.3	Sistemas nervados con hoja y trasdosado de doble nervadura	176
5.4.4	Sistemas nervados con hoja y trasdosado con nervadura longitudinal	176
6.	Elementos u hojas funcionales complementarios	180
7.	Sistemas de membrana.....	183
7.1	Sistemas de membranas tensadas mecánicamente	183
7.2	Sistemas de membranas tensadas neumáticamente	184
	Notas	185
	Normas y directrices	186

ESTRUCTURAS PRIMARIAS

Fundamentos

1.	Precondiciones básicas	190
1.1	Estructura portante y diseño del edificio	190
1.2	Interrelaciones funcionales	190
1.3	Creación de espacios	190
1.4	Estructuras elementales y compuestas.....	194
1.5	Principios de proyecto de la adición de células estructurales	196
1.5.1	Adición horizontal.....	196
1.5.2	Adición vertical	196
1.6	Los elementos de la célula estructural	198
1.6.1	El elemento de cerramiento plano	200
1.6.2	La cobertura.....	206
1.7	La célula básica formada por cerramiento y cobertura	208
1.8	Las tareas estáticas	209
1.8.1	Estabilidad.....	209
1.8.2	Capacidad de servicio	209
2.	La transferencia de cargas	210
2.1	Transferencia de cargas unidireccional y bidireccional	210
2.1.1	Comportamiento de carga	210
2.2	Influencias de la transferencia de cargas sobre la geometría de la célula base.....	214
2.2.1	Elección de la dirección de descarga para la transferencia de cargas	

unidireccional	214
2.2.2 Interacción entre la longitud del vano, el canto y la geometría en planta	214
2.3 Relación de vanos en la transferencia de cargas bidireccional.....	218
2.4 Transferencia de cargas y uso.....	220
3. El diseño constructivo del elemento superficial envolvente	224
3.1 Elemento superficial uniforme	224
3.2 Elemento compuesto de grupo de barras y placa	226
3.3 Elemento compuesto de rejilla de barras y placa	228
3.4 Elemento compuesto de grupo de barras, barras transversales subordinadas y placa (variante 4)	228
3.5 El arriostramiento de sistemas de barras en su superficie.....	228
3.5.1 Mallas triangulares.....	228
3.5.2 Riostras diagonales.....	232
3.5.3 Aplacados rígidos a esfuerzo cortante.....	232
3.5.4 Creación de armazones rígidas.....	234
3.6 Remate de sistemas de barras para formar una superficie por medio de aplacados	234
3.6.1 Emparrillados de barras	234
3.6.2 Grupos de barras jerárquicos apilados en direcciones alternantes	236
3.7 Algunas consideraciones básicas de proyecto sobre grupos de barras	236
4. Cuestiones de forma de estructuras con esfuerzos axiales.....	242
4.1 Interrelaciones entre apoyo, forma y esfuerzo ..	244
4.2 Los conceptos de línea funicular y antifunicular	248
4.2.1 Línea funicular.....	248
4.2.2 Línea antifunicular	248
4.3 Desviaciones con respecto a la línea antifunicular	250
4.4 Estructuras laminares bajo esfuerzos de membrana.....	260
4.4.1 Estado de membrana.....	262
4.4.2 Estado de flexión	262
4.4.3 Determinación de la forma de estructuras laminares bajo esfuerzos de membrana.....	262
4.5 Variantes constructivas de estructuras laminares bajo esfuerzos de membrana.....	264
4.5.1 Cascarones	264
4.5.2 Membranas y redes de cables.....	268
Notas	272

Tipos

1. Sinopsis de estructuras portantes elementales.....	276
2. Sistemas unidireccionales.....	284
2.1 Sistemas bajo flexión	284
2.1.1 Placa con descarga unidireccional	284
2.1.2 Cobertura plana compuesta de conjuntos de barras.....	296
2.1.3 Arriostramiento de estructuras de esqueleto	310
2.1.4 Cobertura plana inclinada compuesta de conjuntos de barras.....	318
2.2 Sistemas de compresión—cubiertas inclinadas y bóvedas	324
2.2.1 Cubierta inclinada compuesta de conjuntos de barras.....	324
2.2.2 Bóveda de cáscara homogénea.....	326
2.2.3 Bóveda laminar de cáscara homogénea	336
2.2.4 Bóveda compuesta de conjuntos de arcos	336
2.2.5 Bóveda de celosía	340
2.3 Sistemas sometidos a tracción	340
2.3.1 Bandas	340
3. Sistemas bidireccionales.....	344
3.1 Sistemas sometidos a flexión—coberturas planas.....	344
3.1.1 Placa bidireccional sobre apoyos lineales	344
3.1.2 Placa bidireccional sobre apoyos puntuales	348
3.1.3 Emparrillado de vigas bidireccional sobre apoyos lineales.....	350
3.1.4 Emparrillado de vigas bidireccional sobre apoyos puntuales	354
3.1.5 Losa sobre apoyo anular	356
3.1.6 Conjunto radial de barras sobre apoyo anular.....	357
3.2 Sistemas sometidos a compresión.....	358
3.2.1 Pirámide	358
3.2.2 Cúpula cilíndrica	359
3.2.3 Cono.....	360
3.2.4 Cúpula de cáscara homogénea.....	362
3.2.5 Cúpula compuesta de barras	370
3.2.6 Cascarón homogéneo, de curvatura sinclástica, sobre apoyos puntuales	376
3.2.7 Cascarón compuesto de barras, de curvatura sinclástica, sobre apoyos puntuales	381
3.3 Sistemas sometidos a tracción.....	382
3.3.1 Membrana y estructura de cables, con pretensado mecánico, sobre apoyos puntuales	382

3.3.2 Membrana y estructura de cables con pretensado mecánico sobre apoyos lineales.....	394	
3.3.3 Estructura de membrana o cable tensada por gravedad	396	
3.3.4 Membrana y estructura de cables con pretensado neumático	398	
Notas	403	
1. Causas y propiedades de las deformaciones	406	Deformaciones
1.1 Causas	406	
1.2 Requerimientos.....	406	
1.3 Definición	408	
1.4 Tensión y elongación.....	410	
1.5 Cambios de forma internos intrínsecos o independientes de la carga	412	
2. Efectos de deformaciones sobre las estructuras de edificios.....	415	
2.1 Efectos sobre la capacidad de carga.....	416	
2.2 Efectos sobre la capacidad de servicio.....	416	
3. Soluciones estructurales y constructivas en la construcción de edificios	420	
Notas	424	
Normas y directrices	424	
1. Generalidades.....	428	Cimentación
2. Interacción entre estructura portante y subsuelo	428	
2.1 El subsuelo.....	428	
2.2 Transferencia de cargas entre la estructura y el subsuelo.....	432	
2.3 Propagación de la carga en el subsuelo.....	434	
2.4 Deformaciones del suelo de cimentación.....	436	
2.4.1 Deformaciones inducidas por la carga.....	436	
2.4.2 Deformaciones inducidas por heladas.....	438	
2.5 Hundimiento del subsuelo	440	
3. Tipos de cimentación	444	
3.1 La cimentación como conexión entre la estructura y el suelo	444	
3.2 Mejora y sustitución del subsuelo	444	
3.3 Cimentaciones superficiales	448	
3.4 Cimentaciones profundas	452	
Normas y directrices	458	

MÉTODOS CONSTRUCTIVOS

Construcción de obra de fábrica

1. Generalidades.....	462
2. Clasificación de los métodos de construcción ..	462
2.1 Construcción de pared.....	462
2.2 Construcción de esqueleto	467
3. Fundamentos de la construcción de pared de obra de fábrica.....	470
3.1 Interrelación de la función portante y envolvente del muro	470
3.2 Excentricidades.....	474
3.3 Formación de células.....	474
3.4 Flexibilidad	475
3.5 Posición y forma de huecos en muros.....	475
3.6 Características especiales de los huecos con arcos	479
4. Cuestiones constructivas en particular	479
4.1 Materiales	479
4.2 Refuerzo y estabilización de muros en construcciones de obra de fábrica.....	481
4.2.1 Muro de gravedad.....	481
4.2.2 Rigidización por medio de machones o contrafuertes	481
4.2.3 Rigidización por medio de muros transversales.....	481
4.2.4 Rigidización mediante vigas anulares o forjados diafragma	483
4.3 Creación de una célula.....	486
4.3.1 Tareas parciales del zuncho anular.....	486
5. Métodos de construcción de obra de fábrica.....	488
5.1 Método de construcción celular	488
5.2 Construcción de mamparo (construcción de muro transversal)	490
5.3 Construcción de pantallas exentas	492
5.4 Combinación de métodos de construcción y disolución de los métodos de construcción clásicos de obra de fábrica.....	494
6. Huecos en muros de fábrica	496
6.1 Ejecución de arcos en la obra de fábrica.....	498
6.1.1 Arco de medio punto, arco ojival.....	498
6.1.2 Arco rebajado o de punto hurtado, arco adintelado	499
6.2 Arcos de compensación y descarga	501
6.3 Ejecución de un dintel.....	502
7. Construcción de muro con piezas artificiales	506
7.1 Muros exteriores de sótano de piezas de albañilería artificiales sin verificación	

especial.....	508	
7.2 Muros arriostrantes.....	508	
7.3 Paredes interiores no portantes.....	510	
7.4 Paredes exteriores no portantes.....	514	
7.5 Muros exteriores de doble hoja	514	
7.6 Rozas y canales (integración de la instalación) ..	515	
Notas	517	
Normas y directrices.....	517	
 1. Historia de la construcción de madera.....	522	Construcción de madera
1.1 Primeros métodos de construcción de madera	522	
1.2 Métodos americanos de construcción de madera	524	
1.3 Construcción de madera industrializada	524	
1.4 Construcción moderna de madera	526	
 2. Métodos de construcción de madera.....	528	
 3. Construcción de pared	528	
3.1 Construcción de blocao o de troncos	531	
3.2 Construcción de poste y tablón	532	
3.3 Construcción de entramado.....	534	
3.4 Construcción de costillas, construcción de panel.....	538	
3.5 Construcción de paneles de madera	543	
3.5.1 Modo de acción estructural de los paneles de madera	547	
3.5.2 Estructura de los paneles de madera	548	
3.6 Moderna construcción de madera maciza.....	549	
3.6.1 Madera maciza en el uso constructivo	550	
3.6.2 Elementos de madera maciza con forma de tablero.....	554	
3.6.3 Elementos de construcción de madera	557	
3.6.4 Acabado	558	
3.6.5 Enlace pared-forjado	560	
 4. Construcción de esqueleto de madera	563	
4.1 Variantes estructurales básicas.....	567	
4.1.1 Viga sobre columna	568	
4.1.2 Dos vigas a tope en la columna	570	
4.1.3 Vigas gemelas a ambos lados de la columna (construcción en pinza)	572	
4.1.4 Viga atravesando una columna doble	574	
4.1.5 Cuatro vigas acometiendo a tope en la columna	575	
4.1.6 Placa sobre columna.....	577	
4.1.7 Placa con apoyo lateral sobre la columna.....	579	
4.2 Construcción de naves.....	580	

5. Construcción compuesta de madera-hormigón	587
5.1 Aplicaciones de la construcción compuesta de madera-hormigón	587
5.2 Fundamentos	587
5.3 Forjados compuestos de madera-hormigón.....	589
5.4 Construcción de pared.....	589
5.5 Conexión a cortante.....	589
6. Construcciones laminares	590
6.1 Material y comportamiento de carga.....	590
6.2 Primeros cascarones de madera	591
6.3 Nuevas estructuras de cascarón.....	592
6.3.1 Métodos modernos de construcción Zollinger	593
6.3.2 Cascarones de trama de latas.....	594
6.3.3 Construcción de costillas de tabla	594
6.3.4 Cascarones sometidos a esfuerzos de tracción	595
6.3.5 Métodos de construcción con nudos de acero	596
6.3.6 Estructuras laminares puras.....	597
Notas	600
Normas y directrices	601

Construcción de acero

1. Historia de la construcción de hierro y acero.....	606
1.1 La construcción de puentes durante la Revolución Industrial	606
1.2 Primeros edificios de hierro y acero	608
1.3 La Escuela de Chicago.....	608
1.4 El desarrollo de la construcción de acero en el siglo XX	612
2. Aspectos básicos de la construcción de acero ..	618
2.1 Propiedades de las estructuras de acero.....	618
2.2 Ejecución de estructuras de acero.....	619
2.3 Aspectos de uso de edificios de acero.....	620
2.4 Protección contra incendios.....	621
2.5 Protección contra la corrosión.....	621
2.6 Sostenibilidad.....	622
3. Diseño constructivo con acero.....	623
3.1 Construcción con perfiles estandarizados y conexiones articuladas	623
3.2 Pórticos y conexiones rígidas a la flexión	626
3.2.1 Ejecución de sistemas porticados	628
3.3 Ejecución de estructuras de cubierta y forjado en la construcción de acero.....	634
3.3.1 Forjados compuestos	635
3.3.2 Forjado y cubierta de chapa trapezoidal ...	637
3.4 Estructuras de celosía.....	638
3.4.1 Aplicaciones de celosías.....	640

3.4.2 Reglas para la ejecución de sistemas de celosía	641
3.4.3 Perfiles para celosías	643
3.4.4 Arriostramientos en posición horizontal para estructuras de cubierta o forjado resistentes al descuadre	644
3.5 Celosías espaciales	645
3.5.1 Ejecución de celosías espaciales	648
3.6 Cascarones de celosía	648
3.7 Construcciones tensadas	650
3.7.1 Puentes colgantes	652
3.7.2 Puentes atirantados	652
3.7.3 Construcciones de redes de cables	653
3.7.4 Estructuras de cable	654
Notas	658
Normas y directrices	659
1. Historia de la construcción de hormigón prefabricado	662
2. Fabricación	664
2.1 Características de la producción en fábrica en la construcción de hormigón	664
2.2 Consecuencias de la producción en fábrica	665
2.3 Lugar de fabricación	665
3. Técnica de encofrado	665
3.1 Posición del encofrado	666
3.2 Proceso de desencofrado	668
4. Técnicas de armadura	672
4.1 Armadura pasiva	672
4.2 Armadura activa	672
4.2.1 Método de aplicación del pretensado	672
4.2.2 Tipo de conducción del tendón	674
4.2.3 Producción de piezas pretesadas	676
4.2.4 Producción de piezas postesadas	676
4.3 Armadura de fibra	676
5. Influencias de la técnica de armadura sobre la construcción	678
5.1 Armadura pasiva	678
5.2 Pretensado	678
5.3 Postesado	679
6. Principios generales de construcción y diseño de elementos prefabricados	680
6.1 Transporte	680
6.2 Montaje	680
6.3 Soluciones constructivas estándar	687
6.3.1 Métodos de construcción de muros	687

Construcción de hormigón prefabricado

6.3.2 Construcción de esqueleto de una sola planta (naves).....	689
6.3.3 Construcción de esqueleto de varias plantas	689

7. Influencias sobre la forma..... 694

Notas 698

Normas y directrices 698

Construcción de hormigón in situ

1. Historia de la construcción de hormigón..... 702

1.1 Antecedentes históricos	702
1.2 Historia del desarrollo de la construcción moderna de hormigón armado	702
1.3 Tecnología moderna del hormigón	705

2. El hormigón armado como material de construcción 706

3. Comparación con otros métodos de construcción..... 707

4. Procesamiento..... 710

5. Técnica de armadura..... 710

5.1 Instalación	712
5.1.1 Tipos de armadura	714
5.1.2 Distancias entre barras	714
5.1.3 Anclaje de barras longitudinales	716
5.1.4 Armadura transversal en la zona de anclaje.....	716
5.1.5 Anclaje de la armadura de esfuerzo cortante.....	716
5.1.6 Empalmes de armadura.....	716
5.1.7 Agrupación de barras	718
5.2 Barras de armadura.....	720
5.3 Mallas de armadura.....	720
5.4 Armadura básica electrosoldada de celosía.....	723
5.5 Recubrimiento de hormigón	723
5.6 Juntas de hormigonado	726

6. Técnica de encofrado..... 726

6.1 Paramento de encofrado.....	728
6.2 Encofrados de muro.....	728
6.3 Encofrados de muro especiales.....	730
6.3.1 Encofrado rampante.....	730
6.3.2 Encofrado deslizante	730
6.4 Encofrado de forjado.....	730

7. Semiprefabricados..... 732

7.1 Forjados semiprefabricados.....	734
7.2 Muros semiprefabricados	734

8. Aspectos de diseño y planificación	736	
9. Métodos de construcción de hormigón in situ ..	738	
9.1 Estructuras celulares.....	738	
9.2 Estructuras de pantallas exentas	739	
9.3 Estructuras porticadas	739	
9.4 Estructuras de esqueleto con arriostramiento por núcleo.....	740	
9.5 Conceptos estructurales libres	741	
9.6 Estructuras laminares	741	
Notas	743	
Normas y directrices	743	
 Índice.....	 746	ANEXO
Bibliografía	754	
Origen de ilustraciones.....	778	
Agradecimientos.....	785	