

# Cómpu<sup>t</sup>os y Presupuestos

El computar y presupuestar edificios es, sin duda, la tarea diaria de todo profesional de la construcción, sea para obtener costos tentativos o definitivos, según se trate de anteproyectos, licitaciones u obras a realizar.

El costo siempre fue la llave que abrió el camino de la concreción de un proyecto, pero hoy, su conocimiento previo es decisivo, tanto que podemos decir sin eufemismo alguno que "el costo es parte del diseño".

A ello pues va dedicado este ya clásico libro, totalmente remozado, con el agregado de nuevas tablas, planillas, estándares de insumos y de mano de obra y particularmente con nuevos detalles referidos a la construcción, tan importantes para el correcto despiece y análisis de costos.

Todo ello, además, apuntalado y complementado con el aporte informático de un CD que los nuevos tiempos requieren para lograr más eficacia y rapidez.

Que este verdadero "vademécum" de la construcción siga constituyendo junto al tablero, la herramienta útil y práctica no sólo del profesional sino también de estudiantes y técnicos. Ese es el propósito de esta obra.

Cómpu<sup>t</sup>os y Presupuestos  
21<sup>a</sup> edición

# Cómpu<sup>t</sup>os y Presupuestos

Manual para la construcción  
de edificios con computación aplicada









# **CÓMPUTOS Y PRESUPUESTOS**

2006

## PRÓLOGO A LA DÉCIMA EDICIÓN

*Los agregados que fuimos introduciendo en las últimas ediciones de este libro llegaron a diferenciarlo de las primeras. Así, por ejemplo, el capítulo relativo a costo del equipo, los datos sobre la mampostería antisísmica, pavimentos asfálticos, hormigones livianos y otros temas.*

*Nos ha parecido oportuno, entonces, pensar en un nuevo ordenamiento que –sin apartarse mucho del original– permitiera incorporar de un modo orgánico aquellas novedades al texto. De modo que toda la información miscelánea que formó el capítulo XIX de la anterior edición, ha sido repartida en los capítulos correspondientes. Por su parte, las normas de la Dirección Nacional de Arquitectura con su suplemento, inconvenientemente dispersas, aparecen ahora agrupadas en una edición integral (Cap. XVII), como en la publicación oficial.*

*Hay, además, capítulos nuevos, como los de instalaciones y carpinterías, y un trabajo de puesta al día con el agregado de nuevas tablas –como la perfilería U.S.A.– y la modernización de otras –como la adaptación al PRAHE de algunos detalles de hormigón armado–, todo ello con una mayor insistencia en la presentación de ejemplos.*

*Sabemos que el libro ha sido utilizado a lo largo de treinta años y nos alienta la esperanza de que siga siéndolo.*

Buenos Aires, junio de 1981

## **PRÓLOGO DE LA DECIMONOVENA EDICIÓN**

*En rigor, es la primera edición del siglo XXI, y por lo tanto exige una revisión completa y total de las anteriores, así como una puesta al día de todas las temáticas tratadas en la obra. La evolución del arte de construir lo impone, y el libro lo merece.*

*Van con ésta diecinueve ediciones de este verdadero vademécum de la construcción de obras que, a partir del año 1951, el Ing.*

*puso a disposición de ingenieros, arquitectos, técnicos, docentes y estudiantes, para que constituya una herramienta de trabajo útil en la diaria labor de todos ellos.*

*Va de suyo, entonces, que hemos procedido a realizar una total puesta al día del libro, en todos y cada uno de sus temas, sin alterar la estructura original del mismo.*

*Para ello, entre otras cosas, hemos introducido:*

*a) La numeración arábica de los capítulos (en reemplazo de la numeración romana); b) Un reordenamiento del índice, para su rápida consulta; c) El agregado de nuevas tablas y supresión de otras; d) Actualización de los detalles constructivos dados como ejemplo; e) El reemplazo del disquete por un CD: allí se volcó todo tipo de información complementaria y de apoyo, al igual que las Normas de Medición Oficiales de la Dirección Nacional de Arquitectura, y por supuesto Computación Aplicada; f) Adaptación a las nuevas Normas Antisísmicas de la Albañilería, a la que se dedicó un capítulo aparte; g) Aplicación de las normas del CIRSOC (Centro de Investigación de los Reglamentos Nacionales de Seguridad para las Obras Civiles) del sistema INTI, en los capítulos de Albañilería Antisísmica, Hormigón Armado y Estructuras de Hierro; h) Introducción sumaria de la nueva Ley de Riesgos de Trabajo (Ley 25.557), y del decreto 911/96 que rige para todas las etapas de obra con vistas a la seguridad en las mismas.*

*Esperamos que este clásico auxiliar de la construcción continúe cumpliendo su cometido, para lo cual hemos volcado nuestra experiencia tanto profesional como docente, aquilatada en años de construir y de enseñar. Si lo logramos, no fue en vano nuestro empeño ni el legado del Ing.*

# ÍNDICE

## INSTALACIÓN DEL CD QUE ACOMPAÑA AL LIBRO

Inserte el CD en la lectora de su computadora.

Para poder ejecutar el mismo, vaya a su explorador de directorios (carpetas); en el mismo seleccione la unidad de CD, y haga clic sobre el archivo "Inicio", el cual le abrirá el explorador de Internet.

Luego use el navegador como si estuviera en Internet, y desplácese por el mismo haciendo clic sobre los enlaces.

La información contenida en el CD está diseñada para ser utilizada como página web.

Las planillas de cálculo están en directorios aparte; los mismos se pueden seleccionar desde el explorador de directorios, o desde las respectivas páginas con sus enlaces.

<b>1. OBJETO Y TÉCNICA DEL CÁLCULO MÉTRICO .....</b>	<b>1</b>
1.1. Generalidades .....	1
1.2. Metodología .....	2
1.3. Reglamentación .....	3
1.4. Documentos necesarios .....	4
1.5. Técnica del cálculo .....	5
1.6. Sobre la cantidad de materiales .....	8
1.7. El desplazo .....	9
1.8. Superficie cubierta .....	13
Lista sumaria de rubros .....	15
<b>2. MOVIMIENTO DE TIERRA .....</b>	<b>27</b>
2.1. Criterios básicos .....	27
2.2. Excavaciones para fundaciones .....	27
2.2.1. Zanjas .....	27
2.2.2. Zanjas para instalaciones sanitarias .....	31
2.2.3. Fundaciones aisladas .....	32
2.3. Excavaciones de gran superficie .....	33
2.4. Desmontes, terraplenes y rellenos .....	34
2.4.1. Cálculo .....	35
2.5. Excavaciones subterráneas .....	41
2.6. Normas de la DNA .....	42
2.6.1. Ejemplo de aplicación .....	42
2.7. Sobre la naturaleza de las tierras .....	44
2.7.1. Compactación de las tierras .....	46
2.8. Relación entre la forma de medir y el costo .....	47
<b>3. ALBAÑILERÍA .....</b>	<b>51</b>
3.1. Generalidades .....	51
3.2. Mampostería de ladrillos cerámicos comunes .....	52
3.2.1. Sobre el consumo de materiales .....	56
3.2.2. Normas de la DNA .....	59
3.2.2.1. Mediciones no desarrolladas por la DNA .....	60
3.3. Mampostería de ladrillos de máquina .....	62
3.4. Mampostería de ladrillos cerámicos huecos .....	62
3.4.1. Muros de bloques cerámicos portantes .....	62
3.4.2. Muros de ladrillos huecos para cerramiento .....	64
3.4.3. Muros de ladrillos cerámicos huecos para vista .....	64
3.5. Mampostería refractaria .....	65
3.6. Bloques de morteros aglomerados con cemento (bloque de hormigón) ..	66
3.6.1. Morteros usuales para muros de bloque de concreto .....	68
3.6.2. Capa compresión para forjados horizontales con ladrillones cementicios .....	70
3.7. Resumen final .....	71
3.8. Capas aisladoras .....	72
3.8.1. Medición .....	73
3.8.2. Rendimientos .....	74
3.9. Bovedillas .....	75

X	CÓMPUTOS Y PRESUPUESTOS		ÍNDICE	XI
<b>4. ALBAÑILERÍA ANTISÍSMICA</b>	77		<b>7. HORMIGÓN ARMADO</b>	125
4.1. Zonificación sísmica	77		7.1. Generalidades	125
4.2. Generalidades	79		7.2. Método para medición	126
4.2.1. Combinaciones de diferentes clases de mampostería	79		7.2.1. Operatividad de la medición	127
4.3. Muros	80		7.2.2. Normas de la DNA	128
4.3.1. Armadura horizontal en muros encadenados armados	80		7.2.3. Fórmulas a emplear para el cómputo de bases y columnas	133
4.4. Mampostería encadenada	81		7.2.4. Tipos y pesos de los aceros	136
4.4.1. Encadenados. Conceptos fundamentales	81		7.2.5. Medición del acero	140
4.4.2. Áreas y dimensiones máximas de paneles	82		7.2.5.1. Armadura principal	140
4.4.3. Ubicación de los encadenados verticales	82		7.2.5.2. Armadura secundaria	144
4.4.3.1. Muros resistentes sin abertura	82		7.2.6. Coeficientes de masa	147
4.4.3.2. Muros resistentes con aberturas	84		7.3. Encofrados	150
4.4.3.3. Armadura de antepecho de aberturas	85		7.3.1. Su medición, su cómputo y tipos	152
4.4.3.4. Dinteles de aberturas	85		7.3.2. Cómputo mediante el empleo de coeficientes	154
4.4.3.5. Muros resistentes interiores en zonas sísmicas 1 y 2	86		7.3.3. Cómputo sobre "planos municipales"	156
4.4.4. Ubicación de los encadenados horizontales	86		7.4. Encofrados metálicos	158
4.4.4.1. Prescripciones generales	86		<b>8. ESTRUCTURA DE HIERRO</b>	159
4.4.4.2. Prescripciones particulares	86		8.1. Generalidades	159
4.5. Esfuerzo de corte en paneles	87		8.2. Método de medición	160
4.6. Encadenados de hormigón armado	87		8.3. Normas de la DNA	161
4.6.1. Alcance de las prescripciones	87		8.4. Normas en vigencia	162
4.6.2. Dimensiones transversales de los encadenados de hormigón armado	88		8.4.1. Aspectos tecnológicos de los aceros para estructuras metálicas	164
4.6.2.1. Sección transversal de las columnas de encadenado	88		8.4.2. Resolución 404 de la SICM	164
4.6.3. Encadenados equivalentes	89		8.5. Tablas	166
4.7. Morteros	89		8.6. El aluminio	171
4.8. Cómputo	90		8.7. Metal desplegado	171
<b>5. ENTREPIOS Y TECHOS PREMOLDEADOS</b>	93		<b>9. ESTRUCTURAS DE MADERA</b>	173
5.1. Nervurados tipo cerámico	93		9.1. Generalidades	173
5.2. Losetas huecas pretensadas	96		9.2. Comercialización	174
<b>6. MORTEROS Y HORMIGONES</b>	99		9.3. Medición	176
6.1. Generalidades	99		9.3.1. Normas de la DNA	177
6.2. Morteros	100		9.3.2. Cubicación de maderas-tablas	177
6.2.1. Dosificación por el método de los coeficientes de aporte	100		9.3.3. Maderas escuadradas. Problemas típicos de conversión	178
6.2.2. Determinación de la cantidad de materiales por coeficientes de aporte	103		9.3.4. Cubicación de maderas redondas y rollizos	180
6.2.3. Sobre mezclas no compactas	107		9.4. Compendio de tablas prácticas de uso	184
6.2.4. Consideración final	107		<b>10. TECHOS</b>	195
6.2.5. Sobre el uso de las cales en las mezclas	108		10.1. Generalidades	195
6.2.6. Consumo de mezclas en morteros	111		10.2. Techos planos	196
6.3. Hormigón	116		10.2.1. Su medición	198
6.3.1. Hormigones pétreos y pobres	116		10.2.2. Tipos de techos planos y rendimientos	198
6.3.2. Hormigones livianos	117		10.3. Techos en pendiente	203
6.4. Nomenclatura de morteros y hormigones	118		10.3.1. Medición	204
6.4.1. Productos de adición para el mejoramiento de morteros y hormigones	120		10.3.2. Tipos de techos de pendiente y rendimientos	206
6.4.2. Morteros y hormigones con cemento de albañilería	123		10.3.3. Tablas prácticas	208
			10.4. Techos curvos	216
			<b>11. REVOQUES Y CIELOS RASOS</b>	219
			11.1. Revoques	219



11.1.1. Tipos .....	219
11.1.2. Rendimiento .....	220
11.1.3. Medición .....	221
11.1.4. Normas de la DNA .....	223
11.2. Cielos rasos .....	223
11.2.1. Materiales y rendimientos .....	224
11.2.2. Medición .....	229
11.2.2.1. Forma de medición para los trabajos de yesería que aplica el Centro de Empresarios Yeseros .....	230
11.2.3. Consumos y rendimientos prácticos en obra .....	232
<b>12. SOLADOS</b> .....	233
12.1. Generalidades .....	233
12.2. Tipos de pisos .....	233
12.2.1. Resumen general de tipos de pisos .....	237
12.3. Tipos de contrapiso .....	238
12.3.1. Medición .....	238
12.4. Zócalos y cordones, umbrales y solias .....	239
12.5. Pavimentos .....	240
12.5.1. Suelo-cemento .....	240
12.5.2. Pavimento articulado .....	241
12.5.3. Pavimento asfáltico .....	242
<b>13. REVESTIMIENTOS, SILLERÍA Y MARMOLERÍA</b> .....	245
13.1. Revestimientos .....	245
13.1.1. Tipos y rendimientos .....	245
13.1.2. Rendimientos .....	248
13.1.3. Medición .....	248
13.1.4. Revestimientos para uso sanitario .....	249
13.1.5. Problema práctico .....	251
13.2. Sillería .....	251
13.2.1. Ejecución y medición .....	252
13.3. Marmolería .....	252
13.4. Normas de la DNA .....	253
13.4.1. Algunas notas sobre mediciones .....	253
<b>14. CARPINTERÍA METÁLICA Y DE MADERA</b> .....	255
14.1. Generalidades .....	255
14.2. Carpintería metálica y herrería .....	256
14.3. Carpintería de aluminio .....	258
14.4. Carpinterías cementicias armadas (H <sup>º</sup> A <sup>º</sup> ) .....	259
14.5. Carpintería de plástico .....	260
14.6. Carpintería de madera .....	261
14.7. Medición .....	262
<b>15. PINTURA</b> .....	265
15.1. Generalidades .....	265
15.2. Tipos de pinturas .....	266
15.2.1. Pinturas especiales .....	269
15.2.2. Pinturas ecológicas .....	270
15.3. Datos para el consumo .....	270
15.4. Medición .....	272

<b>16. VIDRIOS Y POLICARBONATOS</b> .....	275
16.1. Vidrios. Generalidades .....	275
16.2. Medición .....	276
16.3. Medidas comerciales .....	278
16.4. Ladrillos de vidrio hueco soldados al vacío y baldosas de vidrio .....	280
16.5. Vidrios de seguridad .....	282
16.6. Policarbonatos .....	284
<b>17. OBRAS VARIAS</b> .....	287
17.1. Medición de escaleras .....	287
17.2. Demoliciones .....	289
17.3. Trabajos de canaleteo en muros existentes .....	289
17.4. Replanteo y trabajos de instalación de obradores .....	290
17.5. Juntas de dilatación térmica para estructuras de hormigón armado... ..	290
17.6. Conductos de ventilación .....	293
17.7. Chimeneas y conductos de humo .....	293
17.8. Tanques de agua para reserva domiciliaria .....	293
17.9. Cercos y alambrados .....	295
17.10. Otros elementos .....	296
<b>18. INSTALACIONES COMPLEMENTARIAS</b> .....	299
18.1. Generalidades .....	299
18.2. Normas de la DNA .....	301
18.3. Obras sanitarias .....	301
18.3.1. Artefactos .....	307
18.3.2. De los materiales .....	307
18.3.3. De la mano de obra .....	308
18.4. Tablas prácticas .....	308
<b>19. LAS TÉCNICAS DEL PRESUPUESTO</b> .....	313
19.1. Tipos .....	313
19.2. Presupuestos por analogía .....	314
19.3. Presupuestos por equivalencia de mano de obra .....	322
19.3.1. Otras metodologías de esta técnica .....	324
19.3.2. Los distintos índices y/o parámetros existentes .....	325
19.4. Presupuestos por análisis de costos .....	326
19.4.1. Metodología .....	327
19.5. Las ayudas de gremios .....	330
19.6. Condiciones generales .....	330
<b>20. PRESUPUESTO POR ANÁLISIS DE PRECIOS</b> .....	333
20.1. Generalidades .....	333
A) El costo de los materiales .....	334
B) El costo de la mano de obra .....	337
C) Los gastos generales .....	347
D) El beneficio .....	351
E) Impuestos .....	352
F) Costo financiero de la inversión .....	352
G) Eventualidad .....	352
H) Imprevistos .....	352
I) Seguridad en la construcción .....	352

J) Honorarios profesionales por proyecto, dirección, construcción y/o administración .....	353
K) Derechos municipales .....	353
<b>21. PLANILLAS PARA EL ANÁLISIS DE COSTOS</b> .....	355
21.1. Generalidades .....	355
21.2. Ejemplo de aplicación .....	356
21.3. Obrador .....	357
21.4. Movimiento de tierra .....	359
21.5. Apagamiento de cales y elaboración de mezclas .....	363
21.6. Cimentación de muros .....	364
21.7. Capas aisladoras .....	365
21.8. Albañilería .....	366
21.9. Hormigón armado .....	372
21.10. Obras de madera (m <sup>2</sup> ) .....	380
21.11. Cubiertas planas .....	380
21.12. Cubiertas en pendiente .....	383
21.13. Revoque de paramentos y cielos rasos aplicados .....	386
21.14. Yesería y cielos rasos armados .....	390
21.15. Contrapisos .....	397
21.16. Pisos .....	400
21.17. Pavimentos .....	405
21.18. Escalones, umbrales, zócalos y cordones .....	407
21.19. Revestimientos .....	409
21.20. Marmolería .....	411
21.21. Pinturas .....	412
21.22. Receptáculos de albañilería para obras sanitarias .....	415
21.23. Instalación de cañerías para obras sanitarias .....	420
21.24. Plenos, recortes y pases (para cañerías, ventilaciones, etc.) .....	421
<b>22. ANÁLISIS DEL COSTO DEL EQUIPO</b> .....	423
22.1. Uso del equipo .....	423
22.2. Cálculo de los gastos fijos .....	424
22.2.1. Depreciación y amortización .....	424
22.2.2. Fórmulas para calcular la amortización .....	426
22.2.3. Intereses sobre capital no amortizado .....	429
22.2.4. Tasa de interés .....	431
22.2.5. Seguro, patentes, almacenamiento .....	432
22.3. Cálculo de los gastos de funcionamiento .....	433
22.3.1. Combustibles y lubricantes .....	433
22.3.2. Mantenimiento y repuestos .....	433
22.3.3. El personal necesario .....	434
22.3.4. Ejemplo .....	434
22.4. Cálculo del rendimiento y el precio unitario .....	436
22.4.1. Precio en unidades de trabajo .....	436
22.5. Otros gastos motivados por el equipo .....	438
22.5.1. Fletes, costo de montaje, prueba en la obra .....	438
22.6. Un caso de aplicación .....	439
22.6.1. Cálculo del costo del hormigón por m <sup>2</sup> .....	439
22.6.2. Problemas .....	446

Nota: Las tablas, planillas y detalles específicos, se ubican en sus respectivos capítulos.

# 1. OBJETO Y TÉCNICA DEL CÓMPUTO MÉTRICO

## 1.1. GENERALIDADES

Por medio del cómputo métrico se miden todos los Subsistemas Constructivos que integran el Sistema Constructivo de una obra de ingeniería o arquitectura, con el objeto de:

- establecer el costo de la misma, o de cada uno de sus subsistemas;
- determinar la cantidad de materiales necesarios para ejecutarla;
- elegir la opción más conveniente.

Todo arquitecto, ingeniero o proyectista de obra, debe saber manejar perfectamente el cómputo, presupuesto o análisis de precios para poder elegir en el estudio, antes de la obra, la alternativa que más se ajuste a la idea del proyecto.

Se trata de un problema de medición de longitudes, áreas y volúmenes, que requiere el manejo de fórmulas geométricas y planteos aritméticos, por lo común sencillos y del dominio general. Computar es entonces, medir y comparar. Cómputo, medición y cubicación son palabras equivalentes y las usaremos indistintamente.

No obstante la simplicidad de sus métodos y fundamentos, el cómputo métrico supone el conocimiento de los procedimientos constructivos de la obra, y su éxito depende, en gran medida, de una experiencia sólida y una actitud vigilante en el trabajo. Aunque el técnico computista está considerado como una de las categorías más modestas del gremio, su labor

tiene una gran importancia, y como tal es valorada entre los constructores responsables.

## 1.2. METODOLOGÍA

El trabajo de medición puede ser ejecutado de dos maneras: sobre la obra misma, o sobre los planos. Puesto que la obra debe ser, teóricamente, igual a los planos, podría pensarse que los criterios que son aplicables a la primera forma, valen también para la otra. Sin embargo, no es así, y ocurre que el rigor de exactitud que se exige para las mediciones "conforme a la obra", desaparece en el estudio de proyectos, donde prima el criterio del computista, que debe suplir con su conocimiento y experiencia, la falta de información característica de muchos de ellos.

Aunque cada obra presenta particularidades que la diferencian de las demás y obligan a un estudio especial en cada caso, pueden darse algunos principios generales, que deben ser respetados y servirán como guía en el desarrollo del trabajo. Ellos son:

*a) Estudiar la documentación:* Ésta es una de las operaciones que reviste la mayor importancia; da la primera idea sobre la marcha del cómputo, y al mismo tiempo que permite planificarlo, informa sobre el carácter de la obra y el contenido de la documentación.

La interpretación ajustada de un plano no puede lograrse si no se tiene la visión de conjunto de la obra, y es solamente este conocimiento el que permite alcanzar, junto con el máximo rendimiento, la mayor exactitud dentro de la menor dispersión de esfuerzos. La actitud característica de ciertos técnicos de prescindir de esta confrontación de planos y pliegos, más que una demostración de pericia, es una prueba de su incapacidad para ordenar el trabajo.

*b) Respetar los planos:* La medición debe corresponderse con la obra. El cómputo se hará siguiendo las indicaciones de los planos y los pliegos. Sólo se abandonará esta norma cuando resulten contradicciones o construcciones impracticables; entonces el operador aplicará su propio criterio (claro está que los planos deben ser siempre claros y completos).

Durante la operación de cómputo se ponen en evidencia los errores y omisiones cometidos en el dibujo, de donde resulta que el computista es también un eficaz colaborador del proyectista.

*c) Ajustarse a normas:* Las normas que rigen el cómputo, tanto en la medición de proyectos como en la de obras, tienen el más variado origen que va desde la cláusula contractual rígida (las Normas Oficiales de la DNA)<sup>1</sup>, hasta la práctica más o menos difundida y elástica. De ahí la necesidad de ajustarse a normas invariables a falta de una reglamentación completa y general, tan necesaria para dar uniformidad a un trabajo, que no la tiene más que en la medida en que se la pueda dar la costumbre.

*d) Medir con exactitud:* Dentro de límites razonables de tolerancia se debe lograr un grado de exactitud tanto mayor, cuanto mayor sea el costo del rubro que se estudia. No es lo mismo despreciar un metro cuadrado, de revoque común que una superficie igual de revestimiento de granito.

Por pequeños que sean su importancia y su costo, no debe ser nunca despreciado ninguno de los elementos que forman una construcción; el olvido de pequeñas estructuras, puede conducir en conjunto a un resultado falso.

Además, no deben ser descuidadas algunas verificaciones de control y comparación que surjan del propio plano.

## 1.3. REGLAMENTACIÓN

Desde 1913 el ex Ministerio de Obras Públicas –actual Secretaría de Estado del mismo nombre– ha reglamentado la medición de estructuras en la construcción de edificios. Las normas actualmente en vigencia aparecieron en 1938 y fueron complementadas y ampliadas en 1965. Cuando las citemos, las llamaremos normas de la DNA, y su transcripción completa puede verse en el CD adjunto a este libro.

Son obligatorias en el cómputo de obras públicas nacionales, aunque algunas reparticiones no las aplican o sólo las adoptan parcialmente; no lo son para la medición de obras privadas, aunque es conveniente ajustarse a ellas –salvo que los contratos indiquen otra cosa– en razón de que son el único elemento capaz de dar una base común de comparación, y que tienen además valor documental.

Tales normas no constituyen un canon inflexible, ni son de esperar, con su aplicación resultados exactos, por cuanto el criterio fundamental que las orienta es el de dar una base de comparación destinada a uniformar

<sup>1</sup> DNA: Dirección Nacional de Arquitectura.

las mediciones. Por otra parte, aunque en general son satisfactorias, debe tenerse en cuenta que no son completas y que en algunos casos se diferencian de la práctica privada.

El autor ha podido comprobar además, que los cómputos oficiales no las tienen en cuenta en una cantidad apreciable de casos.

Se deduce entonces, la conveniencia de aplicarlas con cuidado, sobre todo en la determinación del consumo de materiales.

En cuanto a la medición de obras privadas, suelen adoptarse normas de medición dadas por cámaras empresarias y/o sindicatos.

#### 1.4. DOCUMENTOS NECESARIOS

Hemos señalado ya que los buenos resultados de un cómputo están estrechamente vinculados a la cantidad y calidad de la información que se suministre al técnico. Con respecto a esto, puede asegurarse que salvo excepciones poco frecuentes, esa información es totalmente insuficiente, quedando el trabajo librado a la pericia del computista, cuando no a su imaginación.

Debe considerarse que son documentos mínimos necesarios:

- planos definitivos de planta, cortes y frentes;
- planilla de locales;
- planos y planillas de estructura;
- planos de detalle;
- planos de instalaciones;
- pliego de condiciones y especificaciones técnicas.

De los dos primeros no se puede prescindir para una correcta interpretación de la obra. En rigor, con ellos se tiene material suficiente para desarrollar el cómputo. Sin embargo, es conveniente tener los otros a la vista, porque informan sobre todas las particularidades que no pueden ser expresadas en los planos de arquitectura, como son por ejemplo, los métodos constructivos, calidad de materiales, dosificaciones, etc.

Suele suceder que la información contenida en estos documentos es incompleta o contradictoria. Por ejemplo: en los planos de planta falta una medida importante, o bien está la medida, pero no coincide, ostensiblemente, con la que puede deducirse por la escala; o en los planos de detalle

se dice que los azulejos de un local sanitario son blancos y en planilla de locales se dice que son rubí, etc.

El computista no sabe, en esas circunstancias, qué medida o cuál azulejo considerar. Para resolver estos casos de duda, los propios pliegos de condiciones suelen fijar el orden de prioridad en que deben ser considerados los distintos documentos de la obra. Además, tanto en obras públicas como privadas, se tiene el derecho de hacer preguntas por escrito, que deben ser contestadas en la misma forma.

Para aquellos casos en que el pliego de condiciones no fije un orden de prioridad, son de aplicación estos tres principios generales:

a) Los documentos de la obra (pliego de condiciones, especificaciones, planos, etc.) son complementarios. Es decir, lo que no esté en algunos de ellos, pero esté en otro, es suficiente para que el contratista lo considere.

b) En la divergencia entre medidas acotadas y las que se deducen de la escala, debe darse preferencia a las primeras.

c) En la contradicción entre dos o más documentos, debe darse preferencia a aquellos que han sido específicamente estudiados para esa obra. En consecuencia, manda el plano de detalle sobre los planos generales, manda el pliego particular sobre el pliego general, mandan los planos sobre los pliegos.

Un orden de preeminencia razonablemente establecido es el siguiente:

1° planillas de locales; 2° planos de detalle; 3° planos generales; 4° pliego de condiciones particulares; 5° pliego de condiciones generales; 6° especificaciones técnicas; 7° presupuesto.

#### 1.5. TÉCNICA DEL CÓMPUTO

El trabajo se divide por etapas, cada una de las cuales constituye un rubro del presupuesto. Esta clasificación por ítem, debe ser hecha con el criterio de separar todas las partes que sean susceptibles de costo distinto, lo cual no sólo facilita la formación del presupuesto y de la lista indicativa de los trabajos por ejecutar, sino que además, es una documentación de obra.

Al final de este capítulo se encontrará una lista de rubros destinada a servir de modelo y guía. Es una lista puramente indicativa; para la confec-



ción del presupuesto, cada ítem deberá ser ampliado en forma sumaria, para fijar con más claridad el carácter del mismo.

En resumen, deberá observarse:

a) Un cómputo métrico es el resultado de una gran cantidad de operaciones de aritmética elemental. En beneficio de la rapidez y seguridad deben ser hechas con computadora o calculadora. En el CD, se explica el uso de tablas y el manejo de la computadora como apoyo en la tarea general del computista.

b) El trabajo debe ser detallado en todas sus partes, para facilitar su ulterior revisión, corrección o modificación. Debe quedar constancia no solamente de todas las operaciones, sino también de los criterios particulares que haya sido necesario adoptar, tal como puede verse en la tabla 1.1 (y la del apéndice III, "Uso de las tablas", ver CD), donde se indica la planilla usual con el detalle, por ejemplo, del cómputo de movimiento de tierra, cuyos volúmenes parciales pueden ser dibujados.

El uso de calculadoras programables y dotadas de memoria puede inducir al abandono de esta práctica. Ella es sin embargo inexcusable, puesto que -aparte del necesario control- permite, a partir del cómputo original, el estudio de adicionales, supresiones, compensaciones, etc., durante el transcurso de la obra.

En la tabla 1.2 damos el encabezamiento de otro tipo de planilla que algunos autores recomiendan. Se adapta bien a mediciones de obra, o en caso de utilizarse para locales puede reemplazarse por la indicada en apéndice III (ver CD). En rigor con un buen papel cuadrulado puede suplirse con éxito y economía cualquier planilla.

c) Se buscará un orden, una disposición, que permita reducir al mínimo el número de operaciones y el de mediciones. Así por ejemplo: la longitud de la capa aisladora horizontal, será igual a la de los muros en la planta baja, y a su vez, igual a la excavación de cimientos correspondientes, etc.

No deben ser descuidadas ciertas operaciones de control que permitan asegurarse contra errores groseros. Por ejemplo: 1º) la suma de pisos, contrapisos y cielos rasos en planta deben ser iguales. Además estas tres estructuras, guardan también cierta relación con la superficie cubierta; 2º) deben ser iguales: la suma de superficies revocadas y la suma de paramentos pintados; 3º) hay cierta relación entre la excavación de cimientos y el volumen de los mismos; en la misma forma, la hay entre estos últimos y la albañilería en elevación, etc.

TABLA 1.1. MODELO DE PLANILLA

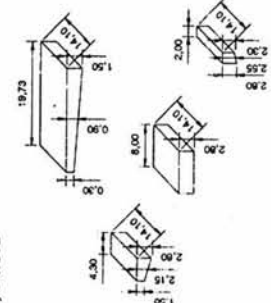
Nº de orden	Designación de las obras	Nº de partes	Largo (m)	Ancho (m)	Profundidad o altura (m)	Unidad (m³)	Cantidades	
							Parciales	Totales
1	MOVIMIENTO DE TIERRA a) Excavación para pileta de natación y local de bombas 1) Pileta 	1	19.73	14.10	0.90	m³	768.47	
		1	4.30	14.10	2.15			
		1	8.00	14.10	2.80			
		1	2.00	14.10	2.55			
		1	1.80	14.10	3.10	m³	370.58	1.139.05
		0.50	(m) 3.14	r² = 58.06	3.10			
		1	1.00	3.00	3.10			

TABLA 1.2.

Local	Destino	Dimensiones			Perímetro	Superficie	
		Ancho	Largo	Alto		Piso	Lateral
A	B	C	D	E	$H = (C+D) \times 2$	$F = C \times D$	$G = H \times E$

d) En cuanto al orden de operación, es el siguiente: 1º) hállese la superficie cubierta del edificio; es sorprendente que la mayoría de los computistas prescindan de este cálculo tan importante; 2º) calcúlense los perímetros y las superficies de cada uno de los locales, colocando ambos resultados sobre el plano mismo y dentro del área de aquéllos (estos datos serán luego usados en el cómputo de solados, revoques, revestimientos, cielos rasos, y otros); 3º) comiencese el cómputo siguiendo el orden de la lista sumaria de rubros.

En el trabajo de rutina, es conveniente que el computista se acostumbre al uso del formulario de geometría que se encuentra en el apéndice I, "Formularios para el cálculo de longitudes, áreas y volúmenes" (ver CD); con él puede resolver cómodamente su labor, con una rapidez y una seguridad decididamente superiores a las acostumbradas "simplificaciones" del oficio, con las cuales el trabajo no gana nada en rapidez y pierde todo en seguridad.

Asimismo el uso de computadoras, permite "ordenar" el cálculo, "registrar" las operaciones realizadas y "guardar" los resultados para una posterior ratificación o rectificación.

## 1.6. SOBRE LA CANTIDAD DE MATERIALES

Determinar las cantidades de materiales es una operación que interesa tanto a las empresas constructoras como a los directores de obras por administración, y a las reparticiones públicas afectadas a la construcción de obras.

Esta operación, requiere la ejecución previa del cómputo métrico y necesita, además del conocimiento de las características de los materiales, desde el punto de vista de sus dimensiones, pesos y rendimientos, el de sus envases y formas de expendio en la plaza. En los capítulos siguientes se encontrarán indicaciones, tablas y datos, destinados a facilitar este trabajo. Aparte de ello, el mantener actualizado un archivo con la literatura comercial -folletos, catálogos, hojas técnicas, etc.- debería ser una preocupación primaria y esencial del computista, con lo que agregaría una herramienta de trabajo de valor insustituible.

Tales determinaciones generalmente tienen la finalidad de comprar materiales en las cantidades convenientes, aunque pueden presentarse otros problemas, como serían por ejemplo: calcular la cantidad de camiones necesarios para transportar una partida, calcular el monto de los fletes, etc.

La planilla ha sido preparada con el objeto de totalizar las cantidades de materiales que forman parte de los distintos rubros (Tabla 1.3). En ella no se ha hecho indicación de todos los materiales que intervienen en una obra, sino de aquellos que aparecen con mayor frecuencia y en mayor cantidad de rubros.

No se han incluido, por ejemplo, mosaicos, dado que la gran cantidad de tipos aumentaría en forma inconveniente las dimensiones de la planilla, que dejaría entonces de prestar el servicio para el que está destinada. Por otra parte, es obvio que puede ser mejorada y adaptada a las necesidades de cada obra en particular.

Un rápido examen de la planilla, orientará sobre su disposición y manejo, lo que no requiere mayores explicaciones. En la misma, ha sido detallado el cálculo de materiales de una obra cualquiera.

## 1.7. EL DESPIEZO

El detalle de los materiales necesarios para hacer una obra, o una de sus partes, ya sea para confeccionar una lista de compra, o formular un análisis de precios, no puede ser hecha sin conocer las clases de materiales que la componen y la cantidad con que cada uno de ellos interviene.

La operación que permite llegar a ese conocimiento se llama "despiezo". En este libro se muestra el despiezo de variadas estructuras (solados, cubiertas, mamposterías, etc.), tanto en las figuras y/o tablas que acompañan el texto como en los análisis del capítulo 21, "Planilla para el análisis de costos".

Durante su actividad profesional, el computista descubrirá una gran cantidad de detalles que requieren del despiezo. Para ello es necesario en primer lugar, dibujar esos detalles, en segundo lugar hacer la lista completa de los materiales que los forman, y finalmente determinar la cantidad de cada uno de ellos.

Ésta es una de las operaciones básicas de la especialidad, y de su importancia puede dar una idea el ejemplo que sigue:

Sea una cubierta de las llamadas a libre dilatación, para ser ejecutada con chapas lisas de hierro galvanizado o de zinc. En la figura 1.1. se dan



TABLA 1.3. MODELO DE PLANILLA PARA CÓMPUTO DE MATERIALES

Nº ítem	DESIGNACIÓN	Unidad	Cantidad	Dosificación	Cemento Portland	Cal grasa	Cal hidráulica	Cal hidráulica	Material de frente	Yeso	Arena gruesa	Arena mediana	Arena fina	Polvo de ladrillo	Cascotes de ladrillos	Hidrologo	Ladrillos comunes
1	Albailería	m²	83,50	1 : 3 : 1			3,35				18,40			6,10			30,00
2	Capa aisladora	m²	42,00	1 : 3	0,46								1,05			10,50	
3	Tabique de canto	m²	122,50	1/2 : 1 : 3 : 1	0,24		0,24				0,86			0,37			3,18
4	Revoque de frente y jaharro	m²	71,00	1 : 1 : 5	0,50		0,21		1,00		1,78						
5	Revoque interior fino y grueso	m²	346,50	1/4:1:3 y 1/8:1:3	1,04	1,39					5,90			2,44			
6	Toma de juntas	m²	80,00	1 : 1	0,32					3,42			0,40				
7	Cielo raso de yeso	m²	76,50														
8	Cielo raso a la cal completo	m²	17,50	1/4:1:3 y 1/8:1:3	0,05	0,07					0,32		0,12				
9	Contrapisos de cascotes	m²	100,50	1/4 : 1 : 3 : 2 : 10	0,47		0,79				3,70			2,52	12,60		
10	Concreto bajo parquet	m²	70,50	1 : 3	0,74							1,77					
11	Colocación de mosaicos	m²	30,00	1/8 : 1 : 4	0,06	0,09					0,75			0,18			
	TOTAL				3,88	1,55	4,59		1,00	3,42	31,71	1,77	1,57	11,61	12,60	10,50	33,18

las medidas de cada elemento y su posición relativa. Supondremos que la chapa disponible mide 1 x 2 m. Unidad de cómputo: m² (metro cuadrado).

Calcularemos la cantidad de materiales necesarios, y estudiaremos el desperdicio en el uso de la chapa que, en este caso, es un punto de verdadera importancia para el costo.

1º) Dibujamos el detalle de la estructura, figura 1.1. En a) se ve la disposición general; en b) dibujado en una escala generosa, se ve la compleja formación del cubrejunta sobre los listones; en c) el resultado final (no necesario para el despiece) luego del último pliegue, que se ilustra con sentido puramente informativo; en d) se muestra la chapa (el sombreado y el rayado indican el despiece y el resto sobrante de chapa); en e) lo destinado a la bandeja y junta transversal con el rayado que indica los bordes para formarla y en f) un corte transversal de dicha junta.

2º) La lista de materiales para este techo es, siguiendo siempre la figura 1.1, la siguiente:

- Tabla de pino de 25 mm de espesor, cepillada (eventualmente machimbrada);
- tirantillos de pino de 45 x 45 cm, cepillados;
- fieltro saturado n° 15;
- clavos para fijar las grapas (cabeza chata 25 x 1,2 mm);
- clavos para fijar los tirantillos (70 x 4,1 mm, París);
- chapa galvanizada n° 24 o zinc n° 12, para formar las bandejas, los cubrejuntas y las grapas.

3º) La cantidad de materiales, en la unidad requerida metro cuadrado (m²) se calcula así:

Tabla cepillada 25 mm	1,00 m²
Tirantillos (1 / 0,60) =	1,67 m
Fieltro saturado ancho 0,90 m; ancho útil 0,83 m; en el redondeo se considera incluido el solape transversal) (0,90 / 0,83) =	1,09 m²
Clavos para grapas (2 clavos por grapa; 2 grapas cada 0,30 m; 1 tirantillo c/0,60 m) (2 x 2 / 0,30) / 0,60 =	23,00
Clavos para tirantillos (2 c/0,40) (2 / 0,40) / 0,60 =	8,33
Chapa galvanizada (largo útil: 1,93) ancho de corte para bandejas 0,60 - 0,045 + 2 x 0,45 =	0,645 m
Ancho de corte para cubrejuntas 0,045 + 2 x 0,025 + 2 x 0,012 =	0,119 m
Grapas necesarias (2 x 1,93) / 0,30 / 0,60 =	21,44

Consumo:			
bandeja	0,645 x 2,00	=	1,290 m²
cubrejunta	0,119 x 2,00	=	0,238 m²
grapap	21,44 x 0,05 x 0,07	=	0,075 m²

Consumo teórico: = 1,603 m²

La superficie efectivamente cubierta es  $0,60 \text{ m} \times 1,93 \text{ m} = 1,158 \text{ m}^2$ , es decir, el consumo teórico por metro cuadrado, es igual a  $1,603 \text{ m}^2 / 1,158 \text{ m}^2 = 1,384 \text{ m}^2$  de chapa por metro cuadrado de techo. Pero como en realidad hemos necesitado una chapa de  $2 \text{ m}^2$  para cubrir  $1,158 \text{ m}^2$  de techo, el consumo efectivo es  $2 / 1,158 \text{ m}^2 = 1,727 \text{ m}^2$  de chapa por metro cuadrado de techo.

La chapa sobrante (casi  $0,47 \text{ m}^2$  en tiras de  $0,23 \text{ m}$ ), si no se le encuentran usos ulteriores, puede ser vendida a un precio menor que su costo; si no es así, será todo desperdicio.

Es decir, el consumo a considerar variará –según que los sobrantes sean utilizables o vendibles– entre un mínimo teórico de  $1,603 \text{ m}^2 / \text{m}^2$  y un máximo de  $1,727 \text{ m}^2 / \text{m}^2$ . El mínimo nunca será logrado y el máximo puede ser superado conforme con la complejidad de los faldones, sus medidas, encuentros y puntos singulares.

Los sobrantes pueden disminuirse imaginando otras maneras de cortar las chapas. Por ejemplo: cortar solamente las bandejas, con lo que sobrarían tiras de  $0,35 \text{ m}$  de ancho, más útiles que las anteriores, y destinar chapas enteras para el corte de cubrejuntas. Pero el mínimo teórico nunca podría ser disminuido.

Este despiece sirve para mostrarnos la realidad de muchas estructuras y los riesgos que se corren al no calcularlas debidamente.

\* **Problema:** Estudiar el consumo y los sobrantes de la cubierta anterior usando chapas galvanizadas de  $1,22 \text{ m} \times 3,05 \text{ m}$ .

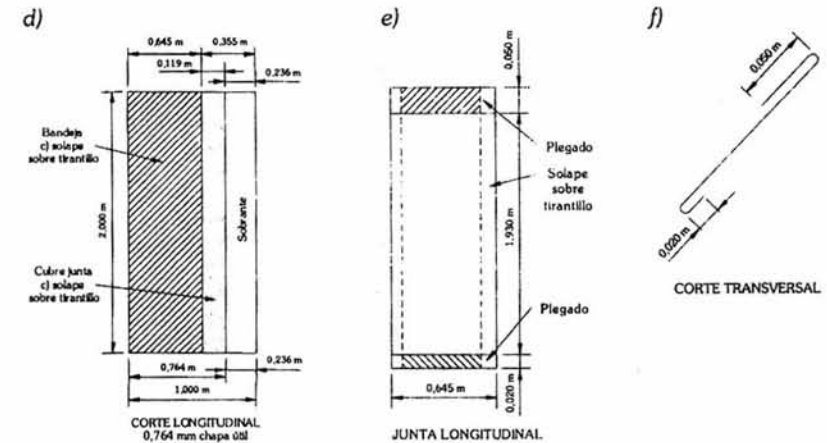
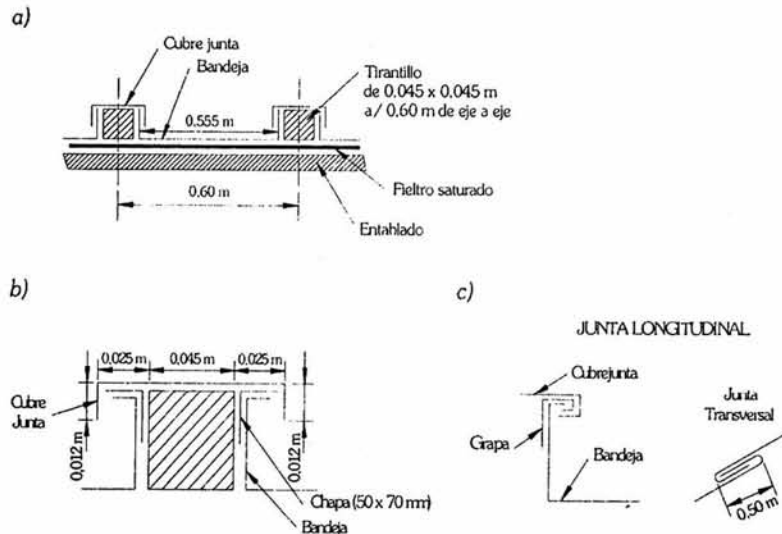


Fig. 1.1.

## 1.8. SUPERFICIE CUBIERTA

En el estudio de precios para la construcción de edificios comunes –viviendas, oficinas, escuelas, hospitales, cuarteles, etc., de una o más plantas– la superficie cubierta es un dato de primera importancia y debe ser calculado en primer término. En nuestro país se la usa como elemento de comparación de presupuestos de edificios similares, del mismo modo que en otras regiones se usa para ese fin el volumen edificado.

No está definitivamente aclarado qué se entiende por superficie cubierta. El Código de la Edificación de la Ciudad de Buenos Aires da la siguiente definición: “Es el total de la suma de las superficies parciales de locales, entresuelos, sección horizontal de muros, voladizos y pórticos que componen los pisos de un edificio”. No está precisado el sentido de expresiones como “voladizos y pórticos”, y se omite señalar que, en edificios situados entre medianeras, las áreas se miden entre ejes de medianeras. Es probable que aplicada por dos técnicos distintos, esta definición condujera a dos resultados diferentes, cosa que aparecería en principio como carente de importancia, en tanto que se trata de obtener una base puramente comparativa y aproximada.

Pero este dato tiene, dentro del panorama actual, una significación mucho mayor que la que puede deducirse de su simple uso comparativo. Hay, en efecto, modernas modalidades de la contratación de obras, que hacen necesario normalizar de un modo terminante el cómputo de la superficie cubierta. Así por ejemplo, ha tenido difusión en los últimos años el

contrato de la obra de mano para "albañilería, afines y ayuda de gremio", por metro cuadrado de superficie cubierta, o para la ejecución de una estructura de hormigón armado, etc. Es en el momento de la liquidación, donde aparecen las distintas interpretaciones y con ellas los pleitos.

Para acentuar aún más la necesidad de esa normalización, señalemos la existencia de la propiedad horizontal, para la cual el cómputo de superficies tiene una importancia verdaderamente grande en la determinación de los porcentajes de participación de cada propietario en las cosas comunes.

La publicación de las "Normas para la presentación de los planos de mensura con división por el Régimen de Propiedad Horizontal" (Ordenanza 24.411 del 30/6/69), trae claridad sobre muchos aspectos de la medición de áreas en relación con la naturaleza del dominio. Se recomienda su conocimiento, aunque no queda resuelto el problema de la medición de superficies desde el punto de vista del constructor.

A éste le interesa el dato como módulo para la comparación y verificación de costos y para ello necesita que ese módulo pueda determinarse con precisión. El principal problema está en las superficies que no son totalmente cubiertas (galerías, balcones, lavaderos), que sólo tienen cerramiento en uno, dos o tres lados. Lo usual es, en estos casos, considerarlas como media superficie. En las normas del FONAVI, se las toma también de ese modo. Pero falta la norma que unifique los criterios y permita tener una base única de comparación.

La superficie cubierta se medirá en dos ítems. En el primero irá el área de la construcción dotada de techo y cerrada por muros en todos sus lados, medida entre plomos exteriores de muros exteriores (frente, contrafrente y patios) y ejes de muros medianeros (cuando sea el caso). En el segundo ítem irán todas las áreas que, aunque no vayan totalmente cerradas, tengan techo (balcones, galerías, lavaderos, etc.). Naturalmente, cuando las alturas interiores de los locales sean distintas, se hará un ítem por cada altura. Lo mismo ocurrirá cuando se trate de construcciones formadas por edificios de distinto tipo.

Acumuladas en una sola cifra todas estas diferencias expresadas, sólo pueden dar una idea de la magnitud del servicio o función de aquellas construcciones, pero no de su costo.

La comparación de las construcciones por medio de la superficie cubierta nació como una respuesta espontánea a imperiosas necesidades de la estadística, y otras importantes actividades que requieren métodos expeditivos de evalúo. Nos remitimos al capítulo 19, "Las técnicas del presupuesto", para destacar su gran utilidad y recomendar el uso de una nueva unidad —no para reemplazar a aquella, sino para complementarla— capaz de expresar mejor las semejanzas de determinadas categorías de obras: el volumen edificado.

## LISTA SUMARIA DE RUBROS

### 1. Trabajos preparatorios

Demoliciones .....	Global
Apuntalamiento .....	"
Limpieza del terreno (extracción de árboles, malezas, residuos, etc.) .....	"
Valla provisoria, casillas para el obrador y el personal, cartel de obra .....	"
Defensas reglamentarias .....	"
Provisión (agua, luz, fuerza motriz, etc.) .....	"
Sereno de obra .....	"
Replanteo .....	"
Obrador .....	"

### 2. Movimiento de tierra (Manual/Mecánico)

Desmote general .....	m <sup>2</sup> ó m <sup>3</sup>
Relleno o terraplenamiento general .....	"
Esponjamiento .....	m <sup>3</sup>
Recompactación .....	"
Excavación general de sótanos .....	"
Vaciado y ulterior relleno de pozos negros .....	"
Excavación para bases de columnas .....	"
Excavación para tanques y otros receptáculos enterrados .....	"
Zanjas para cimientos de muros .....	"
Tipos de máquinas .....	m <sup>3</sup> /hs
Varlos .....	"

### 3. Estructura resistente

De hormigón armado, (detallarla, si cabe) .....	m <sup>3</sup>
De hormigón sin armar (detallarla, si cabe) .....	"
De hierro (detallarla, si cabe) .....	kg
De madera (detallarla, si cabe) .....	m <sup>3</sup>
Tanques de hormigón armado para agua, combustibles y otros .....	"
Tabiques de hormigón armado .....	"
Estructura metálica con bovedillas .....	m <sup>2</sup>
Bóvedas .....	"
Zapatas de hormigón simple o armado, para muros .....	m <sup>3</sup>
Dinteles de hierro, hormigón armado u otros tipos .....	m
Vigas de encadenado (tipos) .....	"
Plateas (tipos) .....	m <sup>2</sup> o m <sup>3</sup>
Losas de subpresión .....	"
Pilotines .....	m
Pilotes (tipos) .....	"
Escaleras .....	"
Rampas .....	"
Hormigón elaborado .....	m <sup>3</sup>
Viguetas c/bloques huecos y capa compresión .....	m <sup>2</sup>
Losetas huecas pretensadas .....	"
Premoldeados (tipos, paneles, etc.) .....	Unidad
Recortes de canaletas en mampostería existente para alojar vigas y columnas, con impermeabilización .....	m
Apuntalamientos provisorios .....	Global

**4. Albañilería***De ladrillos comunes:*

Para cimientos .....	m <sup>3</sup>
Para sótanos .....	"
Para submuraciones .....	"
Para muro sobre terraplén .....	"
Para muros en elevación (0,30 y más) .....	"
Para tabiques en elevación (0,15 y menos) .....	m <sup>2</sup>
Para tabiques a panderete .....	"

*De ladrillos cerámicos huecos:*

Para muros en elevación (detallar espesores) .....	m <sup>3</sup>
Para tabiques (detallar espesores) .....	m <sup>2</sup>

*De bloques de hormigón o de cerámicos portantes:*

Para cimientos .....	m <sup>3</sup>
Para muros de elevación .....	"
Para tabiques .....	m <sup>2</sup>

*De otros tipos (ladrillos de máquina, ladrillos de vidrio, piedra, refractarios, suelo cemento, especiales, etc.)*

Cordones .....	m
----------------	---

**5. Aislaciones hidrotérmicas y acústicas (Capas aisladoras)***Hidrófugas:*

Horizontal para muros y tabiques .....	m <sup>2</sup>
Horizontal para solados (contrapiso sobre terreno natural) .....	"
Horizontal para cubiertas .....	"
Vertical, con tabique a panderete .....	"
Vertical sin tabique (Azotado hidrófugo) .....	"

*Térmicas – Acústicas:*

Horizontal (contrapisos flotantes, contrapisos cielos rasos, etc.) .....	"
Vertical (paredes, tabiques, cámaras de aire, etc.) .....	"

**6. Cubiertas***Inclinadas:*

De tejas cerámicas u otros tipos .....	m <sup>2</sup>
De chapas onduladas (aluminio, policarbonato, hierro galvanizado u otros) .....	"
De chapa lisa a libre dilatación .....	"
De vidrio .....	"
Parabólicas .....	"
Especiales .....	"

*Planas:*

Azotea accesible (terrazza) o inaccesible, completa (contrapiso para pendiente, alisado para apoyo de la aislación hidrófuga, aislación térmica, solado de terminación o protección mecánica, babetas, juntas de dilatación, ruptores, barrera de vapor) .....	"
Terrazas jardín (drenajes, tierra, aislamiento) .....	"
Terrazas y azoteas (c/losetas, cámara ventilación, ruptores, etc.) .....	"
Apertura y cierre de babetas .....	m

**7. Revoques**

De frente, con material símil piedra, a la piedra lavada, o a la cal .....	m <sup>2</sup>
De patios interiores .....	"

De medianeras .....	m <sup>2</sup>
Cortes de piedra, goterones, buñas, cornisas, etc. ....	m <sup>2</sup>
Toma de juntas .....	"
Engrosado bajo revestimiento de frente .....	"
De parapetos y cargas .....	"
Enlucidos para frentes sobre superficie de hormigón .....	"
Engrosado interior bajo enlucido de yeso .....	"
Engrosado interior bajo revestimiento .....	"
Enlucido sobre superficie de hormigón .....	"
Grueso y fino interior fratasado .....	"
Grueso y fino interior terminado al fieltro .....	"
Completos proyectables .....	"
Alisado impermeable para tanques .....	"
Alisado impermeable bajo bañaderas .....	"
Taparrollos, falsas vigas y otras obras armadas (no al yeso) .....	"
Cielos rasos aplicados y armados (no al yeso) .....	"
Picado de revoques existentes .....	"
Remiendo de revoques existentes .....	"
Otros tipos .....	"

**8. Yesería**

Enlucido de paredes .....	m <sup>2</sup>
Enlucido de paredes proyectables .....	"
Enlucido de cielos rasos (aplicados o armados) .....	"
Nichos para radiadores y otros .....	Unidad
Roperos .....	"
Molduras y gargantas .....	m
Taparrollos armados .....	"
Falsas vigas y otras obras armadas .....	"
Estructuras de armado .....	"
Cielos rasos armados comunes o especiales .....	m <sup>2</sup>
Caja de escaleras, palieres, hall, pasillos, etc. ....	"
Dinteles c/guías para cortina .....	m
Guardacantos .....	"
Plaqueados de roca de yeso en paredes .....	m <sup>2</sup>
Plaqueados de roca de yeso en cielos rasos .....	"
Aristas de vigas y columnas .....	m
Enlucidos reforzados con cemento para pegar revestimientos .....	m <sup>2</sup>
Estucados .....	"
Remiendos .....	Global

**9. Cielos rasos independientes**

Estructura de sostén y revestimiento, para cielos rasos independientes no al yeso (chapas metálicas, plásticas, etc.) .....	m <sup>2</sup>
---	----------------

**10. Contrapisos**

Cascotada en zanjas .....	m <sup>3</sup>
Bajo piso de mosaicos sobre terreno natural .....	m <sup>2</sup>
Bajo piso de mosaicos sobre losa .....	"
Bajo piso de madera sobre terreno natural .....	"
Bajo piso de madera sobre losa .....	"
Bajo piso de madera con cámara de aire .....	"



Aislación hidrófuga, termo-acústica no incluida en los anteriores .....	m <sup>2</sup>
Bajo mosaicos en locales sanitarios .....	"
Otros contrapisos de relleno (térmicos o acústicos), flotantes .....	"
Doble contrapiso en sótano por subpresión .....	"
Alisado de cemento bajo pisos plásticos .....	"
Para pendiente en fondo de tanques .....	"
Banquinas interiores de placares .....	"
Banquinas (mesadas, cordones, bordes) .....	"

**11. Pisos**

Piso falso (técnicos elevados) .....	m <sup>2</sup>
De mosaicos graníticos pulidos en fábrica .....	"
De mosaicos graníticos pulidos a piedra fina en obra .....	"
De mosaicos graníticos lustrados a plomo en obra .....	"
(en todos los casos detallar tipos y medidas)	
De mosaicos calcáreos .....	"
De mosaicos calcáreos para vereda .....	"
De baldosas cerámicas (ordinarias, gres, etc.) .....	"
De baldosas asfálticas, vinílicas, goma, plásticas, linóleo, etc. ....	"
De cemento alisado o rodillado .....	"
De cemento alisado con limaduras metálicas .....	"
Pisos alisados de H <sup>+</sup> antideslizantes c/ fibras propileno .....	"
Piso de poliuretano - cemento .....	"
De terrazzo .....	"
De porcellanato .....	"
De parquet (detallar si cabe) .....	"
Entablonados, entarugados, especiales .....	"
Piso laminado de alta resistencia .....	"
Moquetas .....	"
De vidrio armado .....	"
De mármol, laja, pórfido, granito, etc. ....	"
Solados (bloques hormigón articulado, intertrabados) .....	"
Metálicos industriales .....	"
Baldosones de vereda .....	"
Baldosones de piedra lavada .....	"
Pavimentos de hormigón, asfálticos .....	"
Pintados continuos sintéticos (acrílicos) .....	"
Ladrillos comunes .....	"
Bloques para césped .....	"
Estampados (impresos de H <sup>+</sup> , coloreados <i>in situ</i> ) .....	"
Placas compactadas para pisos .....	"
Piso flotante melamínico .....	"
Rebaje de cordones para garajes .....	"
Pisos industriales cerámicos gresificados .....	"
Endurecedores .....	"
Otros .....	"

**12. Zócalos**

De madera (detallar, si cabe) .....	m
Contrazócalos .....	"
Granítico recto .....	"
Granítico sanitario .....	"

Calcáreo .....	m
Cerámico .....	"
Alisado .....	"
De lajas .....	"
Otros .....	"
Colocación tacos para amure .....	"

**13. Revestimientos**

Molduras .....	m
Granito en fachadas e interiores .....	m/m <sup>2</sup>
Mármol en fachadas e interiores .....	"
Azulejos cerámicos, plásticos o de vidrio .....	"
Chapitas graníticas .....	"
Forros de madera .....	"
Plaqueados de laminados plásticos, aluminio, cementicio .....	"
Concreto alisado .....	"
Mosaico veneciano (de vidrio o cerámico) .....	"
Tejuela de ladrillo .....	"
Lajas .....	"
Porcellanato .....	"
Artefactos de embutir .....	Unidad
Cornisas, cuartas cañas, piezas de acordamiento, etc. ....	Unid./m
Telas vinílicas y similares (entelados) .....	m <sup>2</sup>
De chapas metálicas (aluminio, acero inoxidable, etc.) .....	"
Ángulos para aristas .....	m
Piezas de acordamiento (buñas, aristas, etc.) .....	"

**14. Escaleras, umbrales, solias, antepechos, etc.**

Escalones y contraescalones reconstituidos .....	m <sup>2</sup>
Escalones y contraescalones de mármol, piedra, etc. ....	"
Zócalos rampantes .....	m
Revestimientos antideslizantes (arranque y llegada) .....	"
Umbrales de mármol, reconstituido, etc. ....	m <sup>2</sup>
Solias (para vanos, ascensores, etc.) .....	m
Escalones y contraescalones de concreto alisado .....	m <sup>2</sup>
Escalones y contraescalones de madera .....	"
Antepechos de mármol .....	"
Antepechos de baldosas coloradas .....	"
Antepechos de chapa metálica .....	"
Escaleras metálicas rectas .....	Global
Escaleras metálicas caracol .....	"
Escaleras metálicas especiales .....	"
Escaleras madera rectas .....	"
Escaleras madera caracol .....	"
Escaleras revestimientos especiales (goma, plásticos, etc.) .....	"
Narices para escalones .....	"

**15. Conductos humeros y ventilaciones**

Humeros en ladrillo refractario alta temperatura (hogares, parrillas, etc.) .....	m
Humeros en ladrillo refractario baja temperatura .....	"
Humeros en ladrillos comunes .....	"

Humeros en caño prefabricado (cerámicos, hormigón, etc.) .....	m
Ventilaciones para baños (individual, unificado) .....	"
Ventilaciones para cocinas .....	"
Ventilaciones para estufas de gas (individual, unificado) .....	"
Ventilaciones para calefones, termotanques, etc. ....	"
Sombreretes .....	"
Rejillas fijas y graduables .....	Unidad

**16. Barandas, balcones, pasamanos, cupertinas**

Aluminio .....	m
Metálicas (acero inoxidable, hierro, aluminio, etc.) .....	"
Madera .....	"
Mampostería .....	"
Hormigón .....	"
Otros .....	"

**17. Carpintería de madera**

Puertas (detallar tipos) .....	Unidad
Ventanas (detallar tipos) .....	"
Ventilucos (detallar tipo) .....	"
Placares (detallar tipos) .....	"
Divisores plegadizos (detallar tipo) .....	"
Muebles de cocina (detallar tipos) .....	"
Celosías (detallar tipos) .....	"
Postigones (detallar tipos) .....	"
Taparrollos .....	m
Mesas y mostradores .....	Unidad
Cortinas de enrollar (comunes, barrios, americana) .....	m <sup>2</sup>
Herrajes .....	Global
Recubrimientos (mochetas, paredes, solías, umbrales) .....	m <sup>2</sup>
Portones cocheros .....	Unidad
Rejas, cercos .....	Global

**18. Carpintería metálica y herrería (bronce, aluminio, acero inoxidable, hierro)**

Marcos para puertas de madera (detallar tipos) .....	Unidad
Puertas (detallar tipos) .....	"
Ventanas (detallar tipos) .....	"
Ventanas oscilobatientes .....	"
Ventanas para techos .....	"
Ventilucos .....	"
Claraboyas .....	"
Parasoles .....	"
Roperos .....	"
Portones cochera .....	"
Muros cortina (cortain wall) .....	Global
Cortinas de enrollar (malla o tablillas) .....	m <sup>2</sup>
Cortinas de enrollar frente negocios .....	"
Tapas de inspección para cortinas de madera .....	Unidad
Tapas para radiadores embutidos .....	"
Escaleras marineras, molineras, etc. ....	m

Guardacantos .....	Unid./m
Rejillas de piso, tapas para cámaras, etc. (tipos) .....	Unidad
Recubrimientos mochetas, solías, umbrales .....	"
Vidrieras o frentes locales negocio .....	Unidad
Defensas, bauleras .....	"
Rejas .....	"
Herrería artística .....	Global

**19. Carpintería PVC**

Cortinas de enrollar .....	Unidad
Ventanas (detallar tipo) .....	"
Puertas (detallar tipo) .....	"

**20. Carpinterías combinadas**

Ventanas (detallar tipo) .....	Unidad
Puertas (detallar tipo) .....	"

**21. Instalación eléctrica**

Luz, tomas, timbres (centros, bocas, brazos, llaves, etc.) .....	Global
Fuerza motriz (ascensores, bombas, etc.) .....	"
Tableros .....	"
Alimentación, conexiones, medidores .....	"
Baja tensión: alarma, buscapersonas, señales, portero, protecciones (disyuntores), detectores, etc. ....	"
Pisos falsos (técnicos) .....	"
Pararrayos .....	"
Protección puesta a tierra .....	"
Teléfonos externos/internos audio .....	"
TV aire y cable .....	"
Artefactos .....	"
Automáticos caja escalera, pasillos, etc. ....	"
Luces emergencia .....	"
Informatización .....	"
Automatización cortinas de enrollar (Motor) .....	"
Instalaciones especiales (temporizadores, sistema fotovoltaico, etc.) .....	"
Domótica .....	"
Solar fotovoltaica (paneles, baterías, transformadores, inversores, etc.) ..	"
Grupos electrógenos .....	"
Planos y derechos (conexiones) .....	"

**22. Obras sanitarias**

Conexiones externas (cloaca y aguas corrientes) .....	Global
Agua fría y caliente .....	"
Desagües pluviales y cloacales .....	"
Artefactos y broncearía .....	"
Equipo de bombeo .....	"
Instalaciones especiales (hidroneumáticos, saunas, piscina, riegos, etc.) ..	"
Cámaras inspección, pozos negros, etc. ....	"
Interceptores, cámaras sépticas, etc. ....	"
Decantadores, aforadores .....	"



Servicio incendio (rociadores) .....	Global
Derechos y planos (conexiones) .....	"
<b>23. Instalación de gas natural (media y baja presión), envasado</b>	
Cañerías .....	Global
Medidores y válvulas .....	"
Artefactos (cocinas, calefones, estufas, secadores, etc.) .....	"
Sala medidores .....	"
Instalación gas envasado .....	"
Derechos y planos (conexiones) .....	"
<b>24. Calefacción</b>	
<i>Central colectiva-individual:</i>	
Instalación completa para caldera, termotanques (cañería, radiadores, accesorios, etc.) por piso o losa radiante o por zócalos .....	Global
Intermediario para el agua caliente .....	"
Hogares .....	"
<i>Solar térmica:</i>	
Solar térmica (agua caliente, calefacción) .....	Global
Solar térmica instalación (colectores, acumulador, bombas, termostatos, válvula seguridad, etc.) .....	"
<b>25. Aire acondicionado, refrigeración, confort</b>	
<i>Sistemas sólo frío/frío-calor (bomba de calor):</i>	
Sistema VRV (Volumen de refrigerante variable) .....	Global
<i>Acondicionador doméstico - residencial - comercial:</i>	
Split - pared / techo / suelo / conducto / cassette / suelo vertical .....	"
Multisplit .....	"
<i>Acondicionador industrial central:</i>	
Roof - top; Split p/conductos .....	"
Enfriadoras de agua - fluidos (condensadas por agua o aire) - Fan-coils .....	"
Máquinas especiales (para centrales telefónicas, centros de cómputos, etc.) .....	"
Refrigeración central (heladeras, cámaras frigoríficas, etc.) .....	"
Sistemas de difusión de aire .....	"
Cortinas de aire .....	"
Deshumificadores .....	"
Recuperadores entálpicos .....	"
Sistemas de control (informática) .....	"
<b>26. Eliminación de residuos</b>	
Trituradoras de residuos (bajo pileta cocina) .....	Global
<b>27. Ascensores, montacargas, escaleras mecánicas, cintas transportadoras</b>	
Provisión e instalación, completa .....	Global
Provisión e instalación, completa hidráulicos .....	"
Puertas (detallar tipos) .....	"
Habitáculos (detallar tipos) .....	"
Montaplatos .....	"
Elevadores .....	"
Rampas móviles .....	"

Escaleras mecánicas .....	Global
Cintas transportadoras .....	"
Tubos .....	"
<b>28. Instalación contra incendio</b>	
Detectores .....	Global
Alarmas (bocinas) .....	"
Extintores (matafuegos) .....	"
Cañería (instalación) .....	"
Rociadores (tipo spray, gran goteo, etc.) .....	"
Nichos, mangueras y accesorios .....	"
Puertas contra fuego .....	"
Reserva incendio .....	"
Sistemas de control (informática) .....	"
Señalización .....	"
<b>29. Vidrios, cristales, espejos, acrílicos, policarbonatos</b>	
<i>Cristales planos transparentes "FLOAT":</i>	
Sencillos .....	m <sup>2</sup>
Dobles .....	"
Triples .....	"
Gruesos (vitreo) .....	"
Coloreados (bronce o gris) .....	"
Impresos o fantasía templados .....	"
Tabiques y/o pisos de bloques de vidrio .....	"
Tejas y baldosas de vidrio .....	"
De seguridad (laminados, armado, laminados para la construcción, de impacto, antivándalo, a prueba de balas, etc.) .....	"
Especiales (doble vidrio hermético: DVI, atérmicos, control solar, etc.) .....	"
Componentes templados frente locales .....	"
Vidrios (grabados, arenados, biselados, etc.) .....	"
Vitraux .....	"
Espejos (comunes, parabólicos, etc.) .....	"
Acrílicos .....	"
Policarbonatos .....	"
<b>30. Pintura</b>	
<i>Muros exteriores:</i>	
A la cal .....	m <sup>2</sup>
Esmalte sintético .....	"
Acrílicos impermeabilizantes y/o siliconados .....	"
Al látex acrílico .....	"
Películas elásticas .....	"
Enduido acrílico p/ exterior .....	"
Fijador, sellador .....	"
<i>Muros interiores:</i>	
A la cal .....	m <sup>2</sup>
Látex (interior, satinado, para chicos, efectos especiales) .....	"
Látex acrílico .....	"
Esmalte sintético .....	"
Esmalte epoxy (azulejos) .....	"

Enduido plástico al agua p/interior .....	m <sup>2</sup>
Fijador .....	"
<b>Cielos rasos:</b>	
A la cal .....	m <sup>2</sup>
A la tiza y cola .....	"
Látex especial para cielos rasos (antihongo y para evitar condensación) .....	"
<b>Aberturas:</b>	
Metálica al esmalte sintético, acrílico, epoxy .....	m <sup>2</sup>
Metálica con esmalte (inhibidores) .....	"
Metálica con antióxido (convertidores) .....	"
Metálica para alta temperatura .....	"
Madera con fondo blanco .....	"
Madera con esmalte (sintético, acrílico) .....	"
Madera al barniz (sintético, marino, poliuretánico, laca para pisos) ....	"
Madera con preservantes, con caucho clorado .....	"
Madera lustrada .....	"
<b>Especiales:</b>	
Para ladrillos (siliconado, transparente satinado) .....	m <sup>2</sup>
Pintura para piletas de natación .....	"
Primer vinílico o fondo especial (dos componentes) .....	"
Pinturas para hormigón y epoxy (pisos, tejas, lajas, etc.) .....	"
Empapelados, entelados .....	"
Decorados (molduras, etc.) .....	"
Lacas para pisos (plastificados) .....	"
Selladores, endurecedores, lijas, accesorios .....	"
<b>31. Obras varias</b>	
<b>Zinguería o accesorios (PVC, zinc, etc.):</b>	
Canaletas .....	m
Embudos .....	n°
Sombreretes .....	"
Piezas acordamiento .....	"
<b>Otros varios:</b>	
Claraboyas .....	"
Colocación tacos de amure (lavatorios, espejos, bastidores, zócalos, etc.) .....	"
Colocación botiquines .....	"
Gabinetes para tubos de supergás .....	n°
Receptáculos de albañilería para obras sanitarias (fosas sépticas, pozos absorbentes, cámaras de inspección, etc.) .....	Global
Bases para máquinas .....	n°
Pozo de desagüe de la caldera .....	"
Mano de obra y materiales para la ayuda de gremios .....	Global
Detalles de terminación .....	"
<b>32. Inmótica (Edificios inteligentes)</b>	
<b>Administración del edificio:</b>	
Control ambiental (alumbrado, climatización) .....	Global
Control energético .....	"
Seguridad (CCTV, control de rondas, alarmas de incendio e intrusos) .....	"
Entreténimiento .....	"
Control de acceso (personal o visitante) .....	"
Sistema de altavoces - sonido .....	"

Control de ascensores .....	Global
Control de motores varios (bombas, extractores, inyectores, etc.) .....	"
<b>Administración de oficinas:</b>	
Automatización del ámbito de trabajo (comunicación y trabajo conjunto, equipos exteriores, otros sistemas, ordenador central) ....	Global
<b>Ahorro de energía:</b>	
Apagado y encendido de equipos .....	"
Controladores de ambientes .....	"
Monitoreo de emergencia .....	"
Reinicio del equipo por falla automáticamente .....	"
<b>Administración del edificio:</b>	
Monitoreo de equipos (envía alarma en caso necesario) .....	"
Registra información de temperatura del equipo .....	"
Registro del tiempo que corre el equipo (funcionamiento) .....	"
Seguridad y accesos controlados (reporte de acceso y horarios) .....	"
Y cualquier otro dispositivo o sistema adaptado mediante una interfase .....	"

### 33. Domótica (Hogares inteligentes)

Preinstalación de vivienda domótica (cajas empalme, cajas de distribución, bus de comunicaciones, etc.) .....	Global
Sistema de control centralizada (PC)/distribuida (control individual) .....	"
<b>Medio de transmisión:</b>	
Línea de distribución (unidad de control, interfase, filtro) .....	"
Soportes metálicos (par metálico, coaxil, fibra óptica, infrarrojos, radiofrecuencias) .....	"
Protocolo de comunicaciones (estándar, propietario) .....	"
<b>Tipos de nodos:</b>	
Control estándar (circuitos independientes, pulsadores) .....	"
Supervisión (interfase con el usuario) .....	"
Alarmas técnicas (agua, gas, humo, fuego, suministro eléctrico, etc.) .....	"
Seguridad (simulación de presencia, vigilancia, detector presencia) ....	"
Sirena interior (avisador acústico) .....	"
Telefónico (comunicaciones) .....	"
Portero (interfase entre el portero y el teléfono) .....	"
Televisión (CCTV, etc.) .....	"
Confort (temperatura, iluminación, programación de horarios, riego automático, etc.) .....	"
Exterior (sirena exterior, sensores de luz, encendido y apagado automático, riego, etc.) .....	"
Comunicaciones (repetidor, routers) .....	"
Red integral (correo electrónico, internet) .....	"
<b>Unidad de alimentación:</b>	
Fuente de alimentación (red, generadores) .....	"
Cargador de baterías .....	"
Supervisión de alimentación (temperatura, consumo, potencia) .....	"
Aspiración central de polvo .....	"

### 34. Derechos y seguros

Seguro obrero (ART) .....	Global
Seguros varios (incendio, terceros, etc.) .....	"
Derechos municipales .....	"

Agua de construcción .....	Global
Sellado del contrato .....	"
Impuesto (a las actividades lucrativas, I.V.A., y otras) .....	"

### 35. Otros gastos directos de obra

Limpieza periódica y final (gruesa y fina) .....	Global
Fuerza motriz e iluminación provisoria .....	"
Ropa obreros y elementos protección personal.....	"
Elementos de protección colectiva .....	"
Gastos imprevistos .....	"
Planos conforme a obra Planos de obra .....	"
Liquidaciones de medianería .....	"
Honorarios proyecto y/o dirección .....	"
Honorarios (otros profesionales) .....	"
Alquiler máquinas (retroexcavadora, pala, torre grúa, etc.) .....	"
Alquiler sanitarios químicos .....	"
Alquiler contenedores .....	"
Otros gastos (detallar si cabe) .....	"
Ayuda de gremios.....	"

## 2. MOVIMIENTO DE TIERRA

### 2.1. CRITERIOS BÁSICOS

Estableceremos como norma general, que el movimiento de tierra se medirá según el volumen de la obra ejecutada, sin tener en cuenta la naturaleza del terreno, el grado de esponjamiento de la tierra, el medio que se utilice para su manipuleo, ni las obras de entibamiento ejecutadas, salvo aquellos casos en que el pliego de condiciones o cláusulas contractuales dispongan un método distinto. Por lo demás, el transporte de tierra se computa y presupuesta aparte.

Desde el punto de vista del cómputo, haremos entonces la siguiente clasificación:

- 2.2. Excavación para fundaciones;
- 2.3. Excavaciones de gran superficie;
- 2.4. Desmontes, terraplenes y rellenos;
- 2.5. Excavaciones subterráneas.

La unidad de medida será siempre el metro cúbico (m<sup>3</sup>).

### 2.2. EXCAVACIONES PARA FUNDACIONES

#### 2.2.1. ZANJAS

Con este nombre distinguiremos a las excavaciones de escasa profundidad, ancho y gran longitud, dentro de las cuales se alojan los cimientos continuos de la albañilería y vigas de fundación, etc.

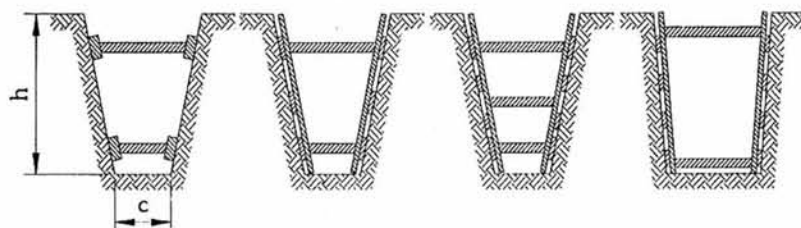


Fig. 2.1. Las zanjias cortadas con talud se computan como rectangulares:  $c \times h$ . Los entibamientos –cualquiera que sea su tipo– quedan incluidos en la medición.

Su sección transversal está representada en la figura 2.1, y sus dimensiones quedan establecidas en la siguiente forma:

El ancho está determinado por el espesor del cimiento, más 15 cm que el muro en elevación. De manera que:

Para muros de 0,45 m	$c = 0,60$ m
Para muros de 0,30 m	$c = 0,45$ m
Tabiques menores de 0,15 m	$c = 0,30$ m

Este ancho será en todos los casos el de fondo de cimiento, sin tener en cuenta el talud con que sea necesario cortar la tierra.

La profundidad ( $h$ ), si no es un dato del proyecto, puede ser fijada empíricamente por comparación con la que se ha alcanzado en las construcciones vecinas, y a falta de un elemento de juicio más concreto, aconsejamos tomar como mínimas, las profundidades que indica el Código de la Edificación (5.6.2.0 Profundidad y perfil de cimiento) cuyo artículo 5.6.2.1 transcribimos parcialmente (fig. 2.2), expresado textualmente:

"a) Muro interior que no sea de sostén; 0,30 m, medidos desde el suelo próximo más bajo; tabique de espesor no mayor de 0,10 m, podrá apoyarse directamente sobre el contrapiso;

b) muro interior de sostén, muro de fachada secundaria y bases interiores de estructura: 0,80 m, medidos desde el plano superior del solado próximo terminado más bajo, y no menos de 0,50 m, medidos desde el plano inferior del contrapiso adyacente más bajo;

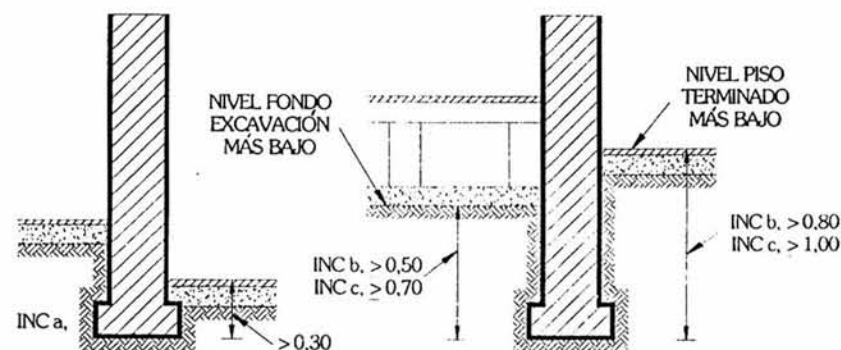


Fig. 2.2. Art. 5.6.2 1. del Código de la edificación.

c) muro divisorio y bases de estructura ubicados rasando la línea divisoria entre predios: 1,00 m, medido desde el plano superior del solado próximo terminado más bajo, y no menos de 0,70 m, medidos debajo del plano inferior del contrapiso adyacente más bajo;

d) muro de fachada principal y bases de estructura ubicados sobre la línea municipal: 1,00 m, medido desde el nivel del cordón.

e) muro de cerca de espesor no inferior a 0,22 m; 1,00 m, medido desde el suelo próximo más bajo. Cuando el espesor sea menor el cimiento podrá tener 0,60 m de profundidad, siempre que el alto de la cerca no exceda de 3,00 m;

f) muro de sótano: 0,30 m, medido desde el fondo de la excavación;

g) en terrenos de relleno, cumplido lo indicado en los incisos precedentes, será suficiente una profundidad de 0,30 m dentro de la capa apta para cimentar. Cuando el suelo o la profundidad fijada resulten menos aptos que lo previsto para soportar cargas, teniendo en cuenta lo establecido en "Suelos aptos para cimentar", se pueden alterar las medidas mínimas fijadas para muros y bases no ubicadas sobre la L.M. o divisoria entre predios;

h) plano inferior de las vigas o intradós de los arcos, cuando un muro se apoye sobre pilares y estos elementos:

- para el caso del inciso a): 0,30 m;
- para el caso de los incisos b), c), e): 0,60 m;
- para el caso del inciso d): 1,00 m".

La *longitud* constituye el verdadero trabajo de cómputo, cuya determinación debe ser hecha sobre los planos, midiéndola de acuerdo con las cotas de los mismos, cuidando de no superponer la medición en las esquinas y encuentros de muros y tabiques.

En cuanto al ancho mínimo de zanjeo, puede estimarse desde la ergonomía, en aproximadamente 0,70 m, para los casos b), c), d) y e).

El trabajo se desarrollará conforme con las siguientes indicaciones:

1° - Los cimientos no se interrumpen en las aberturas de puertas, portones, arcos, etc. Hacen excepción aquellas cuya luz es mayor que tres metros (Código, art. 5.6.1.6.).

2° - Las mochetas, aun cuando no sean continuadas longitudinalmente por un muro, llevan fundación en toda su abertura (o sea, se fundan siempre).

3° - Los tabiques de ladrillos huecos, tabiques bajos, de ladrillos de canto, etc., pueden ser apoyados directamente sobre el contrapiso, y en este caso no requerirán excavación alguna.

4° - Los muros perimetrales del edificio, los que den a patios y todos aquellos que separen ambientes de distintos niveles, llevan doble capa aisladora (cajón hidrófugo); su cómputo será especialmente señalado a los efectos de evitar una nueva medición en las aislaciones horizontales.

5° - En ningún caso se tomará un ancho de excavación inferior a 0,30 m.

6° - Los pilares, chimeneas y excavaciones para elementos aislados, serán computados en último término.

7° - Las partes "a descontar", si las hubiera, serán agrupadas a continuación de todas las mediciones, a modo de efectuar una sola operación de resta.

8° - Todas estas mediciones serán sumadas a un total único que será incorporado al presupuesto bajo el rubro "Excavación para cimientos de muros".

TABLA 2.1. ANCHO DE EXCAVACIÓN PARA OBRAS SANITARIAS

Diámetro de la cañería (mm)	Ancho de excavación	
	Material vítreo, hormigón (m)	Fundición, acero, polietileno (m)
Hasta 125	0,60	0,50
150	0,60	0,55
175	0,65	0,55
220 y 225	0,65	0,55
250	0,70	0,60
300	0,75	0,60
350	0,80	0,65
375 y 400	0,85	0,70
450	0,90	0,75
500	0,95	0,80
550	1,00	0,85
600	1,05	0,90
700	1,15	1,00
800	1,25	1,10
900	1,35	1,20
1.000	1,34	1,30
1.100	1,60	1,40
1.200	1,75	1,50

Nota: Volumen suplementario para nichos de juntas.

Hasta 225 mm: 0,030 m <sup>3</sup> por junta	Hasta 700 mm: 0,350 m <sup>3</sup> por junta
Hasta 350 mm: 0,080 m <sup>3</sup> por junta	Hasta 1.000 mm: 0,500 m <sup>3</sup> por junta
Hasta 450 mm: 0,120 m <sup>3</sup> por junta	Hasta 1.200 mm: 0,700 m <sup>3</sup> por junta

## 2.2.2. ZANJAS PARA INSTALACIONES SANITARIAS

Estas zanjás no se detallan en los presupuestos, quedando su costo incluido en la colocación de la cañería. Sin embargo, puede interesar conocer su magnitud a los efectos del movimiento de tierra dentro o fuera de la obra. Para tales casos, en la tabla 2.1 damos las dimensiones que corresponden conforme con el diámetro del caño.

La longitud será igual a la de la cañería, y en cuanto a la profundidad es variable según la pendiente de la conducción y viene indicada en los pla-



nos. En cada tramo la pendiente es constante de modo que como profundidad se tomará el promedio de las profundidades extremas.

### 2.2.3. FUNDACIONES AISLADAS

Nos referimos aquí a las bases de columnas, pilares de arcos de fundación y pozos romanos.

Para las primeras, fijada la cota de fundación ( $h$ ), resulta un prisma de altura  $h$  y base igual a la que indiquen las planillas de cálculo. El Código de la Edificación fija, como se ha visto, en 0,80 m y 1,00 m las profundidades mínimas para columnas interiores o sobre medianeras respectivamente; nosotros aconsejamos tomar 1,50 m cuando no se tenga ninguna información.

Es corriente que esta excavación se superponga con la de cimientos de muros. Esta circunstancia no se tiene en cuenta en el cómputo, y de ello resulta un exceso en relación con la excavación real, que no tiene generalmente importancia. Sin embargo, cuando se trata de muchas bases de grandes dimensiones, es prudente operar el descuento.

La fundación sobre arcos y pilarés, o sobre pozos romanos, se usa cuando el terreno resistente se encuentra a profundidad apreciable. La excavación de estos pozos está complementada con la de vigas de fundación, que quedan incluidas en la categoría de zanjas. Es necesario entonces hacer un cómputo mixto, separando en todos los casos la excavación de pozos de la de zanjas, porque suponen precios de ejecución distintos.

Puede ocurrir que no se conozcan las dimensiones de las bases de columnas y sea, sin embargo, necesario calcular la excavación para las mismas.

En este caso puede calcularse por aplicación del siguiente criterio:

Si  $S$  es la superficie cubierta total del edificio y  $p$  su peso por metro cuadrado (peso muerto más sobrecargas),  $S \times p$  será la carga que el edificio transmite al terreno. Dividiéndola por la tensión admisible del terreno se tendrá la superficie total de bases, es decir el fondo de la excavación (obviamente, si la multiplicamos por la profundidad, obtenemos el volumen total de la excavación).

Es decir:

$$[1] \quad V = \frac{S \cdot p}{\sigma_t} \cdot h = \frac{p}{\sigma_t} \cdot S \cdot h \quad (\text{ordenando los términos})$$

$h$  = profundidad media probable de los pozos.

$V$  = volumen excavación.

en la que  $S$ ,  $h$  y  $\sigma_t$  son datos; se trata de encontrar  $p$ . Se lo obtiene de un cálculo como el siguiente:

Peso de la estructura  
(supuesta de 16 cm de  
espesor medio),  $0,16 \times 1 \text{ m} \times 1 \text{ m} = 0,16 \text{ m}^3$

$$0,16 \text{ m}^3/\text{m}^2 \times 2.400 \text{ kg/m}^3 = 384 \text{ kg/m}^2$$

contrapiso y piso

$$0,13 \text{ m}^3/\text{m}^2 \times 1.600 \text{ kg/m}^3 = 208 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{obra muraria} = 500 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{sobrecargas} = 150 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Total } p = 1.242 \text{ kg/m}^2 \quad (0,1242 \text{ kg/cm}^2)$$

que llevada a la [1], para distintas clases de terrenos, dará:

$$V = \frac{P}{\sigma} \cdot S \cdot h = \frac{0,1242 \text{ kg/cm}^2}{3,0 \text{ kg/cm}^2} \cdot S \cdot h = 0,041 \cdot S \cdot h \quad (\text{para } \sigma_t = 3,0 \text{ kg/cm}^3)$$

$$V = 0,041 \cdot S \cdot h \quad (\text{para } \sigma_t = 3,0 \text{ kg/cm}^3);$$

$$V = 0,050 \cdot S \cdot h \quad (\text{para } \sigma_t = 2,5 \text{ kg/cm}^3);$$

$$V = 0,062 \cdot S \cdot h \quad (\text{para } \sigma_t = 2,0 \text{ kg/cm}^3);$$

$$V = 0,083 \cdot S \cdot h \quad (\text{para } \sigma_t = 1,5 \text{ kg/cm}^3);$$

$$V = 0,124 \cdot S \cdot h \quad (\text{para } \sigma_t = 1,0 \text{ kg/cm}^3);$$

$$V = 0,248 \cdot S \cdot h \quad (\text{para } \sigma_t = 0,5 \text{ kg/cm}^3).$$

### 2.3. EXCAVACIONES DE GRAN SUPERFICIE

Son aquellos trabajos que por sus características disponen de una superficie menor o igual que la correspondiente a la planta de la obra, tales como sótanos, piletas de natación, cisternas u otras excavaciones ejecutadas a cielo abierto, y el caso particular de pocetes para submurar; o sea, todas ejecutadas desde la superficie del terreno.

La cubicación de estos movimientos de tierra se realiza con arreglo a los siguientes criterios:

a) si la superficie del terreno y la del fondo son paralelas (sin pendiente), la cubicación queda definida por el producto de esta última y la profun-



didad (este paralelismo puede considerarse existente hasta pendientes del 10%; en este caso, la diferencia entre una superficie medida sobre el terreno y su proyección horizontal es del 1,5%).

b) si estas superficies no son paralelas, los volúmenes se miden sobre áreas laterales (secciones transversales), convenientemente elegidas.

El *primer criterio* es aplicable a la mayoría de los casos (sótanos, tanques enterrados, etc.) en la construcción de edificios comunes, cuyas excavaciones cumplen en general con las condiciones de paralelismo mencionadas.

Las profundidades se medirán en todos los casos desde el terreno natural, hasta la superficie inferior del contrapiso (supuestamente suelo *confiado* o compactado). Si en los planos sólo se indica la cota a *piso terminado*, como ocurre frecuentemente, se considerarán por lo menos 15 cm más, para tener en cuenta el espesor de piso y contrapiso, salvo que circunstancias especiales indiquen la conveniencia de un espesor mayor.

Las dimensiones en planta serán tomadas de los planos, cuidando de sumar el espesor de los tabiques aisladores. Resta agregar que el cómputo se hará descomponiendo la planta en superficies de áreas fácilmente determinables y clasificándolas por profundidades, con el objeto de reducir el número de operaciones. Como en el caso de las zanjas, el talud de corte de las tierras no se tendrá en cuenta, salvo el caso en que queden revestidos por obras posteriores.

El *segundo criterio*, sin ser tan común, es frecuente en la construcción de sótanos de grandes dimensiones, donde el terreno presente grandes pendientes o irregularidades de orden local. Los métodos a aplicar se dan en el apartado siguiente, de los cuales se tomará el que convenga de acuerdo con la importancia de la obra.

## 2.4. DESMONTES, TERRAPLENES Y RELLENOS

Desde el punto de vista de su cubicación, terraplenes y desmontes constituyen un mismo problema, y son tratados en consecuencia con los mismos métodos.

El problema aparece en grandes plantas industriales, playas de maniobras, sótanos de mucha capacidad, etc. La medición de movimientos de tierra de este carácter es típica de las construcciones viales, infraestructura de los ferrocarriles, canalizaciones, etc.

Los métodos y fórmulas que se van a indicar son de aplicación totalmente general y válidos, por lo tanto, para los tipos de excavaciones estudiados anteriormente. Se basan en el supuesto de que la medición de distancias que se hace sobre el terreno natural no contiene error, y que para pendientes no muy fuertes, las distancias medidas coinciden con su proyección horizontal. En todo caso, en la tabla 1.6, del apéndice I, "Cálculo de pendiente" (ver CD), se encuentran los datos para reducir las medidas tomadas sobre el terreno a su proyección horizontal y viceversa.

Repitamos nuevamente que el volumen se mide sobre el perfil de la obra definitiva.

### 2.4.1. CÓMPUTO

El cómputo de estos volúmenes se hace por descomposición en cuerpos primarios, contenidos entre superficies paralelas verticales llamadas *secciones transversales*, cuya separación se fija convenientemente y cuyas dimensiones, medidas sobre perfiles transversales y longitudinales, son los datos del problema.

Estos cuerpos resultan *prismatoides*, figura 2.3, cuyo volumen exacto viene dado por la fórmula:

$$V = \frac{L}{6}(A_1 + A_2 + A_m), \quad (\text{ver apéndice I, I.7 Sólidos, ver CD})$$

donde  $A_m$  es la sección transversal a la distancia  $\frac{L}{2}$ .

No es el área media, sino que sus dimensiones lineales son las medias aritméticas de las correspondientes dimensiones de  $A_1$  y  $A_2$ .

Esta fórmula da una exactitud que no está justificada en la práctica, ya que los volúmenes de tierra sólo son aproximadamente prismatoides; por otra parte, su aplicación requiere una serie de operaciones que la hacen engorrosa. Se la reemplaza con éxito por algunos de los métodos que se dan a continuación, de gran aplicación y manejo fácil, sancionados por una extensa experiencia.

#### a) Capítulo I, artículo 2, de las Normas de la DNA

Según este método, el volumen de un terraplén –o un desmonte– se establece de la siguiente manera (fig. 2.4):

Se calcula:

1° - el área superior  $S_1$  de la obra ( $mnp$ );

2° - el área  $S_2$  del terreno natural ( $abcd$ );

3° - la altura  $h_m$  del terraplén.

Finalmente se hace:

$$[1] \quad V = \frac{S_1 + S_2}{2} \cdot h_m$$

Es una forma muy expeditiva y muy usada, que en terrenos de poca pendiente conduce a resultados aceptables.

El grado de aproximación depende del número de volúmenes en que se haya dividido la figura, y de la pendiente del terreno. De todos modos, su uso es obligatorio cuando se miden terraplenamientos, para la Dirección Nacional de Arquitectura, y otras reparticiones que lo han adoptado.

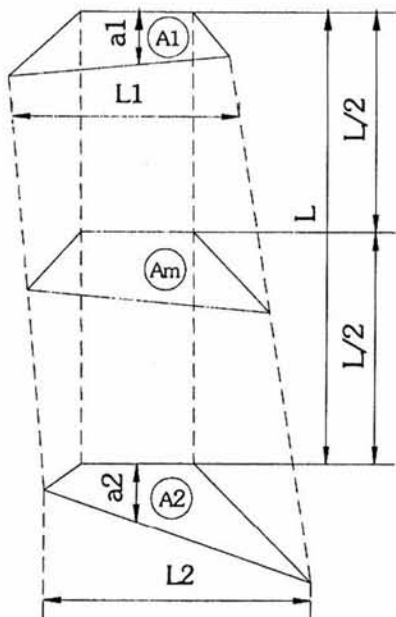


Fig. 2.3. Ilustración de la fórmula del prismaoide.

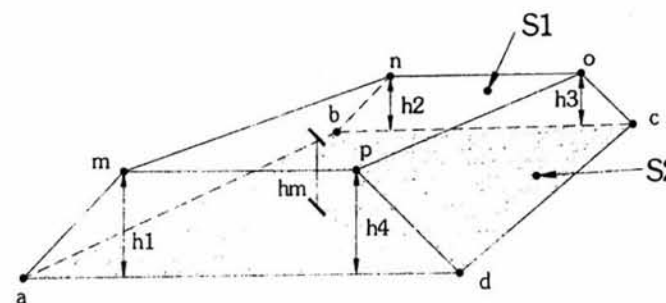


Fig. 2.4. Aplicación del art. 2 de las normas.

### b) Método del área media

Es el más difundido por su sencillez, y el que lleva, cuando está bien tratado, a resultados más correctos y rápidos; el éxito de su aplicación está condicionado como en los demás casos, al cuidado con que hayan sido elegidos los puntos de nivelación. En el cálculo de movimientos de tierra de mucha importancia —obras viales, ferroviarias, etc.— es de aplicación universal.

La obra se divide convenientemente en prismoides, mediante secciones transversales a distancias fijas, y se resuelve por aplicación de la fórmula [2] análoga a la [1], pero donde  $S_1$  y  $S_2$  son ahora secciones verticales, y  $d$  la distancia horizontal entre ambas.

$$[2] \quad V = \frac{S_1 + S_2}{2} \cdot d.$$

El problema consiste, pues, en la determinación de  $S_1$  y  $S_2$ , según se indica en el apéndice I, "1.1 Área de las figuras planas" (ver CD). Para el caso de obras viales, ferroviarias o canalizaciones, la determinación de superficies ha sido reducida al manejo de gráficos, ábacos, tablas y aun medios mecánico-gráficos.

### c) Método del reticulado triangular

Resulta engorroso por el gran número de operaciones que requiere. Consiste en dividir el terreno en triángulos cuyos vértices son nivelados, tal como se indica en la figura 2.5; se miden en el terreno las instancias mutuas entre puntos de nivelación.

Se hace el promedio de las cotas de los tres vértices de cada triángulo, multiplicando esta altura media por la superficie correspondiente. La superficie se calcula por la fórmula de Herón:

$$S = \sqrt{p(p-a)(p-b)(p-c)}$$

donde  $p$  es el semiperímetro y  $a, b, c$ , los lados.

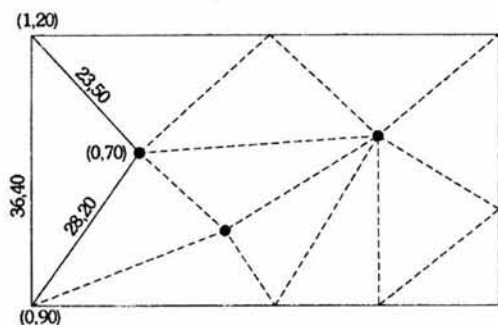


Fig. 2.5. Método de reticulado triangular.

Para cada triángulo se opera entonces así (en la figura se indican solamente las cotas de tres puntos):

Lados	Cotas
$a = 23,50 \text{ m}$	1,20
$b = 28,20 \text{ m}$	0,70
$c = 36,40 \text{ m}$	0,90

$$p = \frac{a+b+c}{2} = 44,05$$

$$S = \sqrt{44,05 \times 20,55 \times 15,85 \times 7,65} = 331,30 \text{ m}^2$$

$$h_m = \frac{1,20+0,70+0,90}{3} = 0,93 \text{ m}$$

$$\text{Volumen} = 0,93 \text{ m} \times 331,30 \text{ m}^2 = 308,11 \text{ m}^3$$

Obtenidos los volúmenes de todos los prismas de base triangular, se hace la suma, y el resultado es el volumen buscado.

El método aumenta su exactitud con el número de puntos elegidos; el error aumenta con la pendiente, ya que la base triangular se diferencia cada vez más de su proyección.

#### d) Método del reticulado rectangular

Con este método se consigue la máxima simplificación, y por esa razón resulta insustituible, sobre todo en la construcción de edificios. Se traza sobre el terreno un reticulado rectangular —mejor aún cuadrado— (fig. 2.6).

En cada uno de los puntos de la red se toma el nivel; el número en correspondencia con cada intersección es, en el caso de la figura 2.6, la profundidad con respecto a un plano de comparación arbitrario. (En el ejemplo se trata de una excavación de grandes dimensiones a rellenar; los números indican la profundidad con respecto al cero de la futura construcción.)

De las consideraciones que se hacen más abajo, surge el siguiente método:

- 1° - Súmense las cotas de los cuatro vértices ( $A, B, C, D$ );
- 2° - Súmense las cotas de los puntos perimetrales, excluidos los vértices, y multiplíquese esta suma por 2;
- 3° - Súmense las cotas de los puntos interiores, y multiplíquese esta suma por 4;
- 4° - Hágase la suma de los tres valores hallados anteriormente, y multiplíquese el resultado por  $\frac{d^2}{4}$ ; éste es el volumen buscado.<sup>1</sup>

En símbolos:

$$[3] \quad V = \frac{d^2}{4} (\Sigma C_v + 2 \Sigma C_p + 4 \Sigma C_i), \quad (C = \text{Cota})$$

donde con  $\Sigma$  se indica suma;

$C_v = \text{Suma Cotas Vértices}$	$11,70 \times 1 =$	11,70
$C_p = \text{Suma Cotas Perimetrales}$	$56,60 \times 2 =$	113,20
$C_i = \text{Suma Cotas Interiores}$	$50,85 \times 4 =$	203,40
		<b>328,30</b>

$$V = \text{Volumen} = \frac{d^2}{4} \times 328,30$$

$$V = \frac{(2,00 \times 2,00)}{4} \times 328,30 = 328,30$$

<sup>1</sup> Si el reticulado no fuese cuadrado sino rectangular de lados  $a$  y  $b$ , el término  $\frac{d^2}{4}$  se transforma en  $\frac{ab}{4}$ .

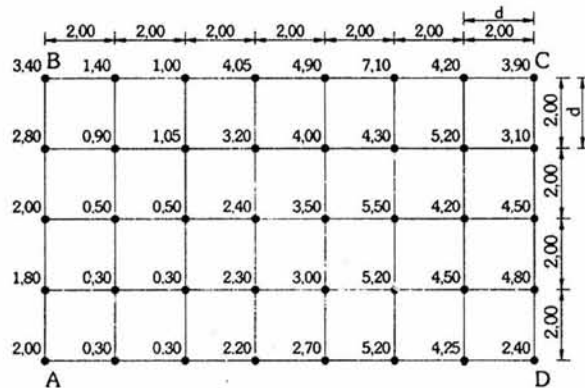


Fig. 2.6. Método de reticulado rectangular (Planta).

**Justificación:**

Cada sección transversal es un trapecio cuya superficie es:

$$S = \frac{h_1 + h_2}{2} \cdot d; \text{ (sección transversal)}$$

El volumen comprendido entre dos secciones transversales es, de acuerdo con la [ 2 ]:

$$\frac{(h_1 + h_2 + h_3 + h_4)}{4} \cdot d = \frac{h}{4} \cdot d = V'$$

donde:

$$V = \frac{S_1 + S_2}{2} \cdot d$$

$$V = \frac{\frac{h_1 + h_2}{2} + \frac{h_3 + h_4}{2}}{2} \cdot d = \frac{h_1 + h_2 + h_3 + h_4}{4} \cdot d$$

en la cual:

- H = es la suma de las cuatro cotas de un cuadrado;
- d = distancia horizontal entre secciones transversales;
- h = cota de referencia;
- V' = volúmenes parciales.

El volumen total se obtendría por suma de todos estos volúmenes parciales; pero obsérvese que cada punto interior, pertenece simultáneamente a cuatro cuadrados –en la suma intervendrá entonces, cuatro veces; cada punto perimetral pertenece a dos cuadrados– en la suma intervendrá dos veces; cada vértice pertenece a un solo cuadrado, en la suma intervendrá una sola vez. De allí el método que hemos propuesto más arriba [ 3 ].

El método puede generalizarse a retículas como las de la figura 2.7, cuyo perímetro tiene ángulos entrantes y salientes. Aquí puede verse que cada vértice saliente pertenece a un solo cuadrado, cada intersección perimetral a dos cuadrados, cada vértice entrante a tres cuadrados, y cada punto interior a cuatro cuadrados. El volumen resultante es, entonces:

$$V = \frac{d^2}{4} \Sigma C_v + 2 \Sigma C_p + 3 \Sigma C_e + 4 \Sigma C_i$$

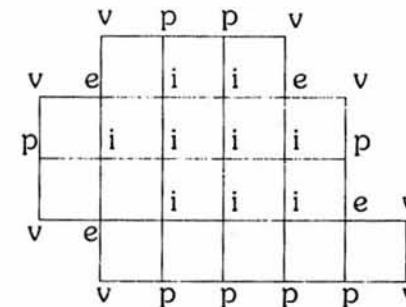


Fig. 2.7.

**2.5. EXCAVACIONES SUBTERRÁNEAS**

En estos casos el volumen se mide conforme con el perfil definitivo de la obra, sin tener en cuenta las chimeneas o pozos de acceso, etc., aplicando a tal efecto las fórmulas que respondan exactamente al volumen excavado. Este es el caso de túneles y algunas construcciones subterráneas.

## 2.6. NORMAS DE LA DNA

Las normas oficiales reconocen dos tipos de movimientos de tierra –excavaciones y terraplenamiento– para cada uno de los cuales establecen los criterios que pueden verse en los artículos 1 y 2 del capítulo I (ver CD). Se adopta el generalizado criterio de medir el fondo y multiplicarlo por la altura media. Cualquiera sea la naturaleza del terreno y cualesquiera sean los trabajos necesarios para el removo y las condiciones de seguridad (entibaciones, reconocimiento del terreno de fundaciones, relleno ulterior, transporte y desparramo de los excedentes), la unidad de medida es el metro cúbico.

Sin embargo, las modificaciones y agregados de 1965 han tenido en cuenta las importantes diferencias que pueden ocurrir entre el volumen real de una excavación (esponjamiento), y su volumen teórico (por ejemplo, para prevenir derrumbes), o en el costo de sus diversas partes (por ejemplo, por variación de la naturaleza del suelo). De tal modo, reconocen la existencia de situaciones especiales y autorizan a medir diferenciadamente la excavación en tosca de la que requiere bombeo, de la que lleve tablestacado, etc. Esta enunciación no es limitativa, sino solamente descriptiva de algunas situaciones que pueden presentarse, como lo confirma la duplicación del etcétera en el texto oficial.

Además, dispone la medición de los volúmenes que fuera “técnicamente necesario excavar”, por ejemplo taludes para evitar desmoronamientos. Del mismo modo, permite cubicar los terraplenes, aunque hayan sido hechos con tierra proveniente de las excavaciones de la obra misma, cosa que anteriormente no se permitía.

Pero todas estas excepciones sólo tendrán validez cuando lo autoricen los pliegos de condiciones. Para nosotros, el computista deberá –en todos los casos en que tenga conocimiento de estas situaciones excepcionales– desglosar su medición en estos subítems: a) excavación común, b) excavación especial, c) excavación con entibado, y d) excavación con achique cubriendo en cada uno de ellos el volumen “técnicamente necesario”.

### 2.6.1. EJEMPLO DE APLICACIÓN

Sea la excavación (fig. 2.8), para una cámara subterránea, de hormigón armado, cuyo fondo asienta a la cota –9,90 m. Se sabe que en los primeros 2,20 m el suelo es fácilmente desmoronable; por debajo de esta cota comienza el suelo firme, cuyo manto es de por lo menos 12,00 m. En

este suelo ya en la cota –6,00 m aparece la napa freática. Calcularemos el movimiento de suelo técnicamente necesario.

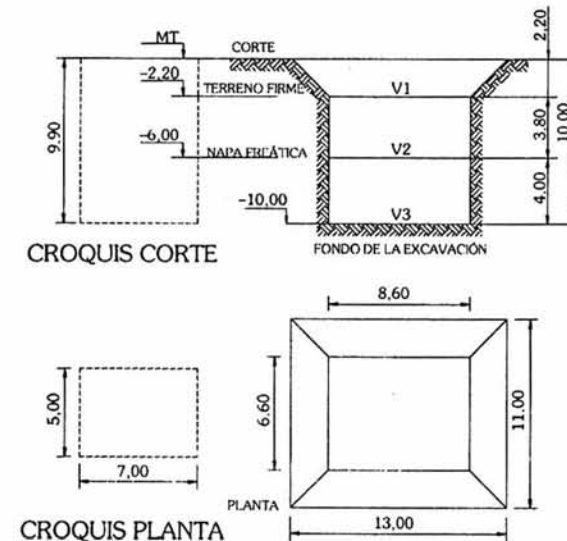


Fig. 2.8.

De la aplicación rigurosa del artículo 1 de las normas, el volumen a cubicar es el que resulta del croquis punteado, a la izquierda en la figura 2.8:

$$V = 5,00 \text{ m} \times 7,00 \text{ m} \times 9,90 \text{ m} = 346,50 \text{ m}^3$$

En cambio, el volumen “técnicamente necesario”, resulta de las siguientes consideraciones (figura a la derecha):

a) *profundidad*: la losa de fondo no puede hormigonarse sobre la tierra misma; hay que considerar un contrapiso como plataforma de trabajo: mínimo espesor, 10 cm. La excavación tendrá, pues, una profundidad de  $9,90 \text{ m} + 0,10 \text{ m} = 10,00 \text{ m}$ .

b) *Tramo desmoronable*: para evitar el derrumbe de los primeros 2,20 m sobre la zona de trabajo, la tierra se cortará en talud; en este caso a  $45^\circ$ .

c) las paredes de hormigón de la cámara llevan encofrado interior y exterior. Para colocar este último, es necesario un espacio que permita el



libre movimiento del carpintero; en cada uno de los costados de la excavación se requiere un sobreancho mínimo de 0,80 m.

De allí que la excavación definitiva tenga la forma y medidas de la figura (a la derecha). El cómputo es el siguiente:

En terreno desmoronable:

$$S_1 = 6,60 \times 8,60 = 56,76 \text{ m}^2$$

$$S_2 = 11,00 \times 13,00 = 143,00 \text{ m}^2$$

$$V_1 = (56,76 + 143,00 + \sqrt{56,76 \times 143,00}) \times \frac{2,20}{3} = 212,56 \text{ m}^3$$

(fórmula de la pirámide truncada)

En terreno firme, sin achique:

$$V_2 = 143,00 \times 3,80 = 543,40 \text{ m}^3$$

En terreno firme, con achique:

$$V_3 = 143,00 \times 4,00 = 572,00 \text{ m}^3$$

$$\text{Total} = 1.327,96 \text{ m}^3$$

La información que suministra el computista se completa con el área de eventual tablestacado:  $(8,60 + 6,60) \times 2 \times 4,00 = 121,6 \text{ m}^3$ , en la que no se han incluido las fichas ni sobrealturas por encima de la napa, es decir está solamente la superficie vista del tablestacado.

En este ejemplo se ve que no mediando la autorización para computarlo, el volumen técnicamente necesario es cuatro veces mayor que el que resulta de multiplicar fondo de zanja por profundidad.

## 2.7. SOBRE LA NATURALEZA DE LAS TIERRAS

Si bien la cubicación se hace independientemente de la naturaleza de las tierras, es natural que ésta deba ser considerada en la formación de presupuestos y en el estudio de su transporte fuera de la obra.

La clasificación más racional de las tierras –desde este punto de vista– es aquella que tiene en cuenta el tipo de herramienta necesaria para la excavación. En tal concepto se han establecido cinco categorías de tierra que se señalan en la tabla 2.2.

TABLA 2.2. CATEGORÍA Y ESPONJAMIENTO DE LAS TIERRAS

Categoría	Esponjamiento inicial	Esponjamiento remanente
1° - Aflojamiento a pala ancha "tercera". Suelos sin cohesión. Tierra arable, arena suelta, etc.	1.15	1.05
2° - Aflojamiento a pala de puntear. Suelos de poca cohesión. Arcilla, arenas mojadas, grava dura y tosca blanda.	1.25	1.10
3° - Aflojamiento a pico. Suelos de mucha cohesión. Tosca dura, margas, arcillas pegajosas.	1.30	1.15
4° - Aflojamiento a pico y barreta. Suelos muy duros. Rocas blandas, esquitos duros, rocas desmoronables.	1.40	1.20
5° - Aflojamiento a barreta y/o explosivos. Suelos durísimos. Rocas duras, compactas y/o estratificadas	1.50	1.25

*Nota:* A los terrenos de la Capital Federal, César Berra los califica como de 3ª categoría. Se tomaron valores promedio.

La tierra excavada ocupa un volumen mayor que el del perfil (tierra confinada "en caja"); a ese aumento de volumen se lo llama *esponjamiento inicial*, y se mide por la relación

$$(\text{Coef. Esponjamiento}) \text{ Esp. Inicial} = \frac{\text{volumen tierra suelta}}{\text{volumen de perfil}} > 1$$

La tierra suelta vuelta a compactar artificialmente no vuelve a ocupar el mismo volumen que tenía en su estado natural (supuesto de querer volver a ocupar el primitivo volumen). Al volumen necesario para recompactar, se lo llama *esponjamiento remanente*, o por recompactación manual "a brazo", quedando entonces un volumen excedente.

$$(\text{Coef. Recompactación}) \text{ Esp. remanente} = \frac{\text{volumen tierra suelta}}{\text{volumen perfil a recompactar}} > 1$$

Tanto éste como el *esponjamiento inicial*, tienen una gran importancia cuando se estudia el transporte de las tierras, o su utilización en operaciones de relleno y terraplenamiento.

Los coeficientes dados en la tabla 2.2, son valores medios utilizables solamente como elemento de cómputo.

**Problema:**

Hallar la cantidad de viajes de camión necesarios para retirar el sobrante de tierra de una obra:

<b>Se conoce:</b>	excavación de sótano (volumen perfil)	150 m <sup>3</sup>
	excavación de cimientos (volumen perfil)	300 m <sup>3</sup>
	volumen de cimientos (espacio que ocupa)	170 m <sup>3</sup>
<b>Se calcula:</b>	volumen de la tierra (esp. inicial)	450 x 1,30 = 585 m <sup>3</sup>
	volumen a rellenar	300 - 170 = 130 m <sup>3</sup>
	tierra neces. para el relleno	
	(esp. remanente)	130 x 1,10 = 143 m <sup>3</sup>
	volumen a retirar	585 - 143 = <b>442 m<sup>3</sup></b>

Si la capacidad de los camiones es de 6 m<sup>3</sup>, son necesarios 74 viajes.

$$74 \times 6 \text{ m}^3 = 444 \text{ m}^3.$$

**Nota:** La tierra considerada es la de 3ª categoría.

### 2.7.1. COMPACTACIÓN DE LAS TIERRAS

La información contenida en la figura 2.7, y en la tabla 2.2, relativa al esponjamiento remanente, se refiere a trabajos de compactación a brazo. Un comentario especial requiere la consolidación por medios mecánicos, como es el caso de terraplenes viales, presas de tierra y obras semejantes. En estos trabajos, y sobre todo con ciertos suelos, el equipo mecánico es capaz de dar al material consolidado en terraplén, una densidad superior a la que tenía en su estado natural, antes de su extracción. En consecuencia, en su estado final los terraplenes tienen un volumen inferior al de la tierra medida en banco.

Esa reducción de volumen se mide por el *índice de compactación*, definido por la relación:

$$[1] \text{ Índice de compactación} = \frac{\text{volumen del suelo compactado (volumen a terraplenar)}}{\text{volumen del suelo en banco (volumen a sacar del banco)}} < 1$$

y será menor que 1. El grado o índice de compactación necesario se determina mediante ensayos de humedad óptima (la que produce la máxima densidad), y es un dato que se obtiene generalmente del pliego de condiciones.

**Problema:**

Con los datos que siguen, calcular la excavación necesaria, en un banco de arcilla, para construir un terraplén: determinar, asimismo, cuántos viajes de camión se necesitan.

<b>Se conoce:</b>	volumen del terraplén	20.000 m <sup>3</sup>
	capac. de c/camión	6 m <sup>3</sup>
	esponj. de la arcilla	1,25
	compactac. requerida	0,9

**Se calcula:** aplicando [1]

$$\text{volumen a excavar} = \frac{20.000 \text{ m}^3}{0,9} = 22.222 \text{ m}^3$$

$$\left( \text{volumen a excavar (en banco)} = \frac{\text{volumen del terraplén a ejecutar}}{\text{índice de compactación}} \right)$$

volumen a transportar	22.222 m <sup>3</sup> x 1,25 = 27.778 m <sup>3</sup>
viajes necesarios	27.778 m <sup>3</sup> / 6 m <sup>3</sup> = 4.630 m <sup>3</sup>

### 2.8. RELACIÓN ENTRE LA FORMA DE MEDIR Y EL COSTO

En la figura 2.9 hemos dibujado el perfil de una zanja excavada manualmente en terreno desmoronable, con un talud de 60°. Conforme con las normas de medición, el volumen a computar sería el área  $c \times h$  multiplicada por la longitud de la zanja.

El volumen real sin embargo, es mucho mayor, como que resulta incrementado por las áreas sombreadas. Como puede verse en la misma figura, el volumen real resulta ser un 83% mayor que el volumen teórico de cómputo; como el pago se hará sobre este último dato, la única forma de compensar el excedente consiste en considerarlo no como un exceso de cómputo, sino como un plus de costo, como se indica en la misma figura.

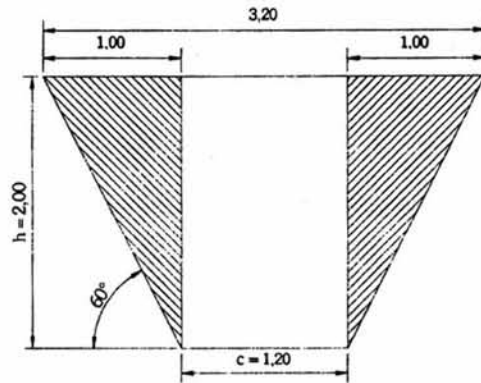


Fig. 2.9.

Donde:

$$\text{Excedente} = 2,00 / 2,40 = 83\%$$

$$\begin{array}{rcl} 2,40 & 100\% & \\ 2,00 & \times = (100/2,40) \times 2,00 = & 83\% \end{array}$$

$$\text{Precio unitario real} = 30 \text{ \$/m}^3$$

$$\text{Pago s/normas} = 2,40 \text{ m}^3 \times 30 \text{ \$/m}^3 = \text{\$72 (normas)}$$

Por lo cual:

$$\text{Volumen de cómputo} = 1,20 \times 1,00 \times 2,00 = 2,40 \text{ m}^3$$

$$\text{Volumen real trapezio} = ((3,20 + 1,20) \times 2,00 / 2) \times 1,00 = 4,40 \text{ m}^3$$

$$\text{Volumen áreas sombreadas} = (1,00 \times 2,00 / 2) \times 2 = 2,00 \text{ m}^3$$

$$\text{Precio de aplicación} = 30 \times (4,40 / 2,40) = \text{\$ 55 (plus)} \\ \text{(plus de costo)}$$

En la figura 2.10, las superficies C, E y T guardan entre sí la misma relación que los volúmenes 1, 2 y 3 del ejemplo dado en 2.7.1 (Compactación de las tierras). Si el contrato establece que la medición se hará sobre el perfil de la obra terminada, el contratista no podrá certificar más volumen que C (volumen compactado), aunque deba mover un préstamo (excavación E) 11% mayor (0,9 índice de compactación), y trasladar el cubaje (transporte T) un 38% más grande (1,25 esponjamiento).

Admitiendo que los precios de costo para el contratista fueran:

para la excavación en préstamo	31,00 \\$/m <sup>3</sup>
para el transporte a la distancia requerida	20,00 \\$/m <sup>3</sup>
para la formación del terraplén	8,00 \\$/m <sup>3</sup>

Relación volumétrica:

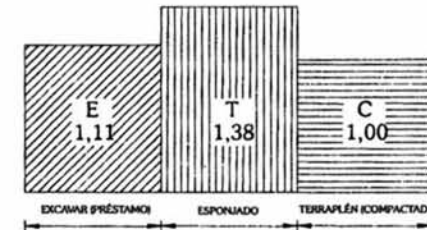


Fig. 2.10.

El costo unitario final de la obra terminada no es la suma de estos costos (59 \\$/m<sup>3</sup>), sino el que resulta de ponderar cada una de las tres operaciones en su magnitud y su precio; así:

excavación	31,00 \\$/m <sup>3</sup> × 22.222 m <sup>3</sup>	=	\\$ 688.882
transporte	20,00 \\$/m <sup>3</sup> × 27.778 m <sup>3</sup>	=	\\$ 555.560
terraplén	8,00 \\$/m <sup>3</sup> × 20.000 m <sup>3</sup>	=	\\$ 160.000
			<b>\\$ 1.404.442</b>

lo que da un costo unitario de:

$$\text{\$ 1.404.442} / 20.000 \text{ m}^3 = \text{70,22 \$/m}^3$$

Resumiendo:

C, Volumen a terraplenar	= 20.000 m <sup>3</sup>
E, Volumen a excavar	= 22.222 m <sup>3</sup>
T, Volumen esponjado	= 27.778 m <sup>3</sup>

**Nota:** Ver normas de medición DNA – Capítulo I, “Movimiento de tierras”, y los anexos I y II.

La aplicación de las normas, que hemos venido llamando de la DNA, conduce a resultados deformados cuando se trata de movimientos de tierra importantes. En realidad, en obras de ingeniería, la construcción de un terraplén está fraccionada en las tres operaciones citadas, medibles cada una de ellas por su volumen real y por el sistema de “unidad de medida”.



## 3. ALBAÑILERÍA

### 3.1. GENERALIDADES

Queda comprendida bajo esta denominación toda la obra muraria de un edificio cuando sea ejecutada por yuxtaposición de recortes de piedra natural o piezas de origen industrial, vinculadas entre sí por juntas de mortero; a todos ellos les cabe también el nombre de mampostería.

Muros monolíticos de suelo cemento u hormigón armado forman parte de otro rubro.

Éste es un ítem que tiene fuerte gravitación en el presupuesto, de ahí la necesidad de hacer una severa medición de la misma, al tiempo que una cuidadosa discriminación de los tipos que puedan resultar de costo distinto.

En una primera clasificación distinguiremos tres tipos generales de albañilerías de ladrillos cerámicos comunes:

- a) albañilería de cimientos;
- b) albañilería en muros de sótano (sobre terraplén), y de recalce (submuración);
- c) albañilería en elevación,

que se miden a partir de la capa aisladora más baja, hacia abajo el tipo a) y b), y hacia arriba el tipo c).

Dentro de cada uno de estos tipos, estableceremos nuevas divisiones que tengan en cuenta las características del material empleado, el espesor de los muros, etc.

Hay además de la obra muraria, otros elementos de mampostería, cuyo cómputo forma parte de este capítulo, como son los enchapados de ladrillos, las bovedillas de entrepisos, etc.

### 3.2. MAMPOSTERÍA DE LADRILLOS CERÁMICOS COMUNES

#### a) Albañilería en cimientos

La unidad de medida para esta clase de albañilería es el metro cúbico en todos los casos.

Un cimiento tiene la forma que se ve en la figura 3.1, donde la parte inferior ensanchada recibe el nombre de banquina o zapata y puede ser ejecutada con el mismo material del muro, con hormigón simple o armado, o simplemente con una cascotada en zanja (hormigón pobre).

El cómputo consta entonces de dos partes: determinación del volumen de banquina, y cálculo del resto hasta la primera capa aisladora, donde se considera que termina el cimiento.

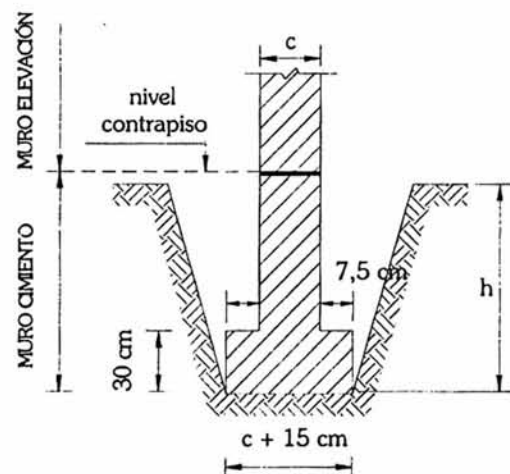


Fig. 3.1. El cimiento se mide hasta la capa aisladora.

La banquina tiene el mismo ancho que el fondo de la excavación; se tomarán entonces, en cada caso, las indicaciones dadas en el capítulo 2.

En cuanto a la altura, si no está indicada en los planos, puede tomarse de cuatro hiladas por lo menos, o mejor aún, 30 cm para muros de carga y 15 cm para tabiques.

Es obvio que la longitud debe ser exactamente la misma que para las zanjas, que en su oportunidad fue determinada. Si la cimentación lleva banquina de hormigón se formarán en el presupuesto dos ítems distintos:

1° - Banquina de hormigón.

2° - Albañilería en cimientos.

Fundaciones de albañilería sobre arcos o bóvedas, se computarán por aplicación de las fórmulas que corresponda. En este caso, el cómputo debe ser hecho sobre los planos de proyecto de las fundaciones, sin cuyo requisito sólo se tienen estimaciones groseras.

#### b) Albañilería de recalce (submuración) y en muros de sótanos (sobre terraplén)

La primera es frecuente en la construcción de sótanos entre medianeras, cuando éstas están construidas y supone un método constructivo especial, cuidadoso y el uso de material reforzado para las juntas; de ahí que se haga necesario establecer un ítem especial. Su altura se mide desde la primera capa aisladora, hasta la base inferior de la pared a submurar.

En cuanto a los muros de sótano en general, se los mide conforme con las normas que se dan para las demás albañilerías.

El espesor de estos muros se tomará de acuerdo con las indicaciones que rigen para muros en elevación, sin el tabique panderete que corresponde al capítulo de aislaciones (fig. 3 2).

Aunque las normas oficiales no indican este tipo de mampostería, conviene separarla de las anteriores, por sus características.

#### c) Albañilería en elevación

Es la que se ejecuta por encima de la capa aisladora más baja, rigiendo para su medición dos normas distintas, según sea su espesor.

Se mide por metro cúbico toda la albañilería cuyo espesor sea mayor de 15 cm.

Se mide por metro cuadrado toda la albañilería cuyo espesor sea inferior a 15 cm (tabiques).

En esta regla coinciden las normas oficiales con el cómputo de las obras particulares, y se aplica a muros ejecutados con cualquier clase de material.

La albañilería de 15 cm se mide indistintamente por metro cuadrado o metro cúbico.

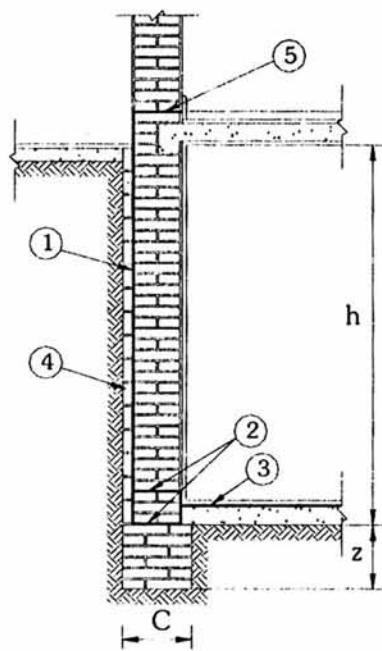


Fig. 3.2. Muro de sótano que muestra la aislación hidráulica (muro contra terraplén).

1) Aislamiento hidrófugo s/panderete; 2) Aislamiento hidrófugo del muro (doble capa); 3) Aislamiento hidrófugo s/contrapiso; 4) Pared ladrillo a panderete; 5) Aislamiento hidrófugo cierre superior.

$h$  = Altura que se considera;  $z$  = Profundidad zapata;  $c$  = Ancho zapata.

#### d) Ancho o espesor

El ancho o espesor, a los efectos de la aplicación de estas reglas, se entenderá que es el que resulta de medir desde los plomos exteriores del revoque fino de ambas caras, adicionando al espesor real 1,5 cm por cada

superficie revocada. Hay en esta forma de medir, un exceso de volumen, que desaparece cuando la medición se hace por metro cuadrado.

Debe tomarse siempre como ancho del muro, el que figure indicado en los planos, que ya se supone incluido el revoque.

Los ladrillos comunes y los de máquina se fabrican aproximadamente de una sola medida, tomándose para ellos los siguientes espesores:

Pared de $\frac{1}{2}$ ladrillo	ancho = 0,15 m
Pared de 1 ladrillo	ancho = 0,30 m
Pared de $1\frac{1}{2}$ ladrillo	ancho = 0,45 m
Pared de 2 ladrillos	ancho = 0,60 m

Para espesores mayores de los indicados, conviene ajustarse a medidas reales.

Los ladrillos huecos se fabrican con una gran variedad de espesores; debe admitirse, para dar cumplimiento a la norma enunciada, que para un espesor real de 12 cm, se tiene el límite entre la medición por superficie y volumen (según disminuya o supere dicho espesor).

La altura queda fijada por la que indiquen los planos de corte y fachadas.

Para tabiques que separen locales con cielo raso armado, puede suponerse que el tabique sobrepasa en 20 cm la altura del mismo. En paredes rematadas por mojinetes, conviene medir el muro hasta la base de aquél y a éste, tomarlo por separado.

La longitud, finalmente, será la que resulte de considerar detalladamente el desarrollo total de la obra de albañilería, sin despreciar ni descuidar el cómputo de mochetas, placares, cargas, parapetos, cercos, tabiques bajos, etc.

#### e) Cubicación

La cubicación de la mampostería constituye una de las partes del cómputo que requiere mayor cuidado. En este caso, debe buscarse en el estudio de los planos, una distribución que permita la mayor rapidez y claridad.

Debe respetarse, siempre que sea posible, la idea directriz de hacer un cómputo "de longitudes". A tal efecto, los muros serán agrupados en iguales espesores y alturas; así, una vez obtenidas las longitudes —que constitu-

yen el verdadero trabajo de cómputo— las superficies pueden ser halladas mediante la menor cantidad de operaciones.

En último término serán computados todos los elementos aislados que no hayan tenido cabida en el orden anterior (mojinetes, pilares, chimeneas, etc.). Las partes a descontar serán agrupadas en un solo conjunto, a modo de resolver el cómputo con una sola operación de resta.

Así, obtenidas primero las longitudes, y luego las superficies, se hará la reducción a volumen —cuando corresponda— multiplicando una sola vez por el espesor.

Para evitar la repetición, es conveniente numerar los muros, separándolos en horizontales y verticales (según la posición con respecto al dibujo), y tacharlos con lápiz, a medida que vayan siendo considerados.

Deben ser especialmente señaladas aquellas mediciones que puedan servir para otras estructuras, como por ejemplo la de ladrillos a la vista, cuya superficie es también de la toma de juntas. La longitud de muros de planta baja, ya ha sido obtenida en la cubicación de movimiento de tierra.

Para la consideración de entrantes, salientes, vanos, molduras, etc., nos remitimos a las normas de la DNA (capítulo II, "Albañilería", y anexos) que son satisfactorias.

### 3.2.1. SOBRE EL CONSUMO DE MATERIALES.

Para el cálculo de la cantidad de ladrillos y mezcla que requiera una obra de fábrica, sígase este ejemplo:

Sea un muro de un ladrillo o un asta (0,30 m), con el aparejo que se ve en la figura 3.3. Cada ladrillo mide 26,5 x 12,5 x 5,5 (cm), y las juntas serán de 1,5 cm. (La fabricación de ladrillos comunes no está normalizada; de ahí que pueda encontrarse una gran variedad de medidas.)

En el sentido longitudinal del muro, un metro lineal (1,00 m) de la primera hilada requiere (ladrillo más junta = 0,28 m):

$$2 \times (1 / 0,28) = 7,143 \text{ ld/m} - (\text{ladrillos por metro lineal}).$$

Para la segunda hilada son necesarios (medio ladrillo + junta = 0,14 m),

$$(1 / 0,14) = 7,143 \text{ ld/m},$$

es decir, la misma cantidad en cada hilada.

Una hilada tiene una altura de 0,07 m (ladrillo más junta), por lo tanto, en 1,00 m de altura entran

$$1 / 0,07 = 14,286 \text{ hiladas.}$$

En consecuencia, en un metro cuadrado de pared —con ese aparejo— entran:

$$14,286 \text{ hiladas} \times 7,143 \text{ ladrillos/hilada} = 102,04 \text{ ladrillos.}$$

y como se ha convenido que el muro se mida como si tuviera 0,30 m de espesor, el consumo por metro cúbico es:

$$\frac{102,04 \text{ ladrillos}}{0,30 \text{ m}^3/\text{m}^2} = 340,13, \text{ digamos } 340 \text{ ld/m}^3.$$

Si en lugar de un espesor convencional de 0,30 m, se le diera al muro su espesor real (0,265 m) la cantidad de ladrillos por m<sup>3</sup> resultaría ser:

$$\frac{102,04 \text{ ladrillos}}{0,265 \text{ m}^3/\text{m}^2} = 385,06, \text{ digamos } 385 \text{ ld/m}^3.$$

Podemos utilizar otro sistema con resultado intermedio, partiendo de la base de que cada ladrillo ocupa además de su volumen el correspondiente a la junta que lo rodea. Es decir que el volumen del ladrillo y junta será en este caso (pared de 1 ladrillo, 0,30 m):

$$(26,5 + 1,5) \times (12,5 + 1,5) \times (5,5 + 1,5) = 2.744 \text{ cm}^3;$$

quiere decir que en 1 m<sup>3</sup> entran (1.000.000 cm<sup>3</sup>):

$$1.000.000 / 2.744 = 364,43, \text{ es decir } 364 \text{ ld/m}^3.$$

Si la pared es de ½ ladrillo (0,15), éste está rodeado por junta en dos de sus lados y el volumen ocupado resulta igual a:

$$(26,5 + 1,5) \times (5,5 + 1,5) \times 12,5 = 2.450 \text{ cm}^3,$$

y en este caso entran:

$$1.000.000 / 2.450 = 408,16, \text{ es decir } 408 \text{ ld/m}^3.$$

Para determinar el consumo de mezcla, se debe deducir el volumen total al ocupado por los ladrillos obteniéndose los resultados siguientes:

para muro de un ladrillo:

$$1.000.000 - 364 \times 26,5 \times 12,5 \times 5,5 = 336.838 \text{ cm}^3,$$

es decir  $0,336 \text{ m}^3/\text{m}^2$ , mientras que si el muro es de medio ladrillo el volumen de mezcla será:

$$1.000.000 - 408 \times 26,5 \times 12,5 \times 5,5 = 256.675 \text{ cm}^3.$$

También por  $\text{m}^2$  los rendimientos varían según se tome el espesor nominal (0,30 m) o el real (0,265 m).

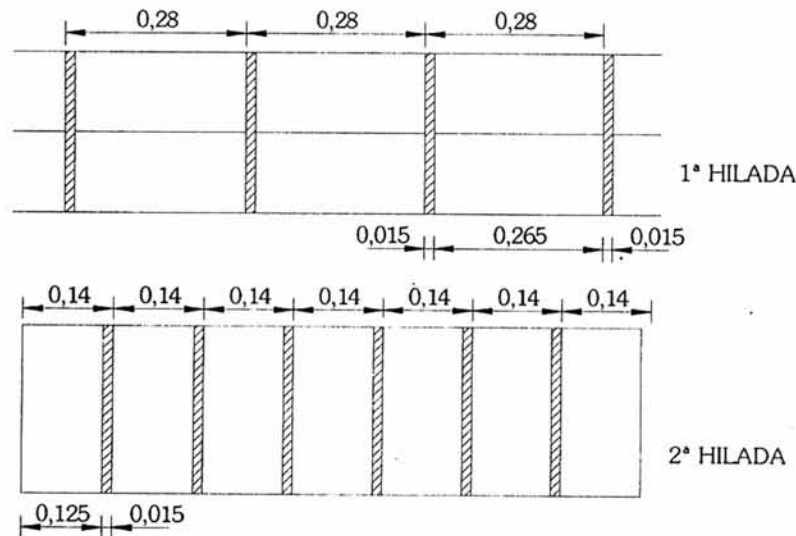


Fig. 3.3.

TABLA 3.1.

Espesor	Ladrillos/ $\text{m}^2$	Mezcla $\text{m}^3/\text{m}^2$
12,5 (nominal)	$408 \times 0,12 = 49$	$0,257 \times 0,125 = 0,032$
15,0 (real)	$408 \times 0,15 = 61$	$0,257 \times 0,15 = 0,039$
26,5 (nominal)	$364 \times 0,265 = 96$	$0,336 \times 0,265 = 0,089$
30,0 (real)	$364 \times 0,30 = 109$	$0,336 \times 0,30 = 0,101$

TABLA 3.2. CANTIDAD DE LADRILLOS Y MEZCLA NECESARIOS PARA 1 METRO CUADRADO DE LA MAMPOSTERÍA

Espesor ladrillo (m)	Panderete		Tabique 0,15		Muro de 0,30	
	Ladrillo $\text{p}/\text{m}^2$	Mezcla $\text{p}/\text{m}^2$	Ladrillo $\text{p}/\text{m}^2$	Mezcla $\text{p}/\text{m}^2$	Ladrillo $\text{p}/\text{m}^2$	Mezcla $\text{p}/\text{m}^2$
0,045	26	0,007	60	0,036	118	0,097
0,050	26	0,008	55	0,034	110	0,093
0,055	26	0,009	51	0,032	102	0,089
0,060	26	0,009	48	0,030	95	0,086

Como es natural, tienen influencia sobre el consumo, las aberturas y sus rebajos que no han sido descontadas. Si el número de éstas es grande, la cantidad de ladrillos a emplear puede resultar totalmente falseada por exceso. Vaya como ejemplo el siguiente: en un pabellón sanitario de cinco pisos y 180 m de frente, ocupado en toda dicha extensión por ventanas menores a  $5 \text{ m}^2$ , separadas por columnas de hormigón y pilares de albañilería, la superficie de vanos resultaba igual a 1,70 veces la de la albañilería.

En este caso, el autor optó por descontar todas las aberturas, y estudiar por separado el amurado de marcos que estaba incluido en el cómputo de mampostería.

### 3.2.2. NORMAS DE LA DNA

Véanse en el CD el capítulo II, "Albañilería", los artículos 4 al 12, y sus modificaciones, anexo 1 y anexo 2. Se adopta el criterio de fijar espesores convencionales de 15, 30, 45 y 60 cm, para muros de ladrillos comunes, de medio ladrillo, un ladrillo, un ladrillo y medio y dos ladrillos, respectivamente. Para ladrillos cerámicos huecos 0,15 y 0,20 m, para paredes de un ancho, o un largo de ladrillo, respectivamente. Para bloques de cemento comprimido la de 0,20 m. Para otras medidas, se remiten al pliego de condiciones de la obra.

Dada la gran variedad de espesores que se encuentran en plaza, y el hecho de que la lisura superficial de estos nuevos tipos de cerámica requieren mantos muy finos de revoque, creemos que hubiera sido preferible fijar, para estos casos, una forma más general: medir con los espesores reales, sin revoque.

Como puede verse, la unidad ( $\text{m}^2$  o  $\text{m}^3$ ), comprende la colocación de los marcos. En el consenso general, el costo de la colocación del marco se



compensa con el costo de la mampostería que deja de hacerse, luego se computa vacío por lleno; creyéndose que para vacíos mayores de 3 m<sup>2</sup>, esta compensación desaparece por lo que deben descontarse los vacíos, y en este caso deben computarse por separado los marcos de todos los vanos que hayan sido descontados, por superar dichos 3 m<sup>2</sup>.

### 3.2.2.1. Mediciones no desarrolladas por la DNA

Agregamos algunas observaciones destinadas a complementar o facilitar la solución de algunas situaciones que las normas no han tenido en cuenta, o en cuyo texto no están contenidas con claridad:

a) *Dinteles*: no han sido considerados en este capítulo. Estas normas hacen referencia a los dinteles en los ejemplos correspondientes a hormigón armado, capítulo III, y del capítulo VII, "Herrería", el art. 52 (ver CD), de donde se deduce que estas estructuras deben ser computadas como hormigón armado, o como hierro, según sea el caso.

Es sin embargo, más sencillo y más corriente considerarlos incluidos en la medición de la mampostería. Por otra parte, en la mayoría de los cómputos oficiales, los dinteles no figuran discriminados.

Para cuando se los compute, conviene tomar como unidad el metro lineal, sumando a la abertura del vano no menos de 30 cm para tener en cuenta la entrega en el muro.

b) *Enchapados*: estos revestimientos, de ladrillos huecos o comunes, destinados a proteger una superficie o más comúnmente a ganar espesor, son frecuentemente olvidados.

Sin embargo, conviene no despreciarlos, ya que en algunas ocasiones pueden representar una inversión grande. Para su medición debe usarse el metro cuadrado.

c) *Tabiques*: no aclaran las normas qué debe entenderse por tabique; nosotros vamos a suponer que lo son todas las paredes que no sirven como elemento de apoyo, con un espesor inferior a 15 cm, cualquiera que sea el material con que estén construidas.

En la figura 3.5 se indica un tipo de muro cuya medición resulta dudosa, y que ha sido objeto de discusiones. Se ve el enchapado de la estructura de hormigón por encima del dintel, y la albañilería de doble tabique de ladrillos huecos por debajo del alféizar.

Las normas oficiales no resuelven el caso. Puede ser medido por volumen con un espesor de 40 cm. Sin embargo es más racional medirlo por metro cuadrado de superficie y clasificarlo como tabique doble.

d) *Elementos que no formen parte específica de la mampostería, destinados a cumplir otras funciones, como por ejemplo: rellenos de poliestireno expandido o lana de vidrio, elementos aislantes, etc., serán computados por separado (fig. 3.4).*

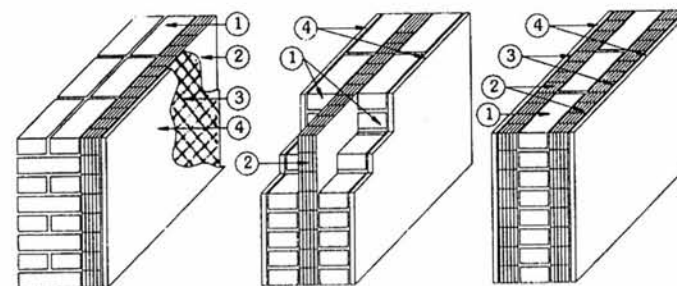


Fig. 3.4. Albañilería con aislamiento térmico.

1) Mampostería; 2) Material aislante en chapas; 3) Malla de alambre (metal desplegado) para servir de sostén al revoque; 4) Revoque.

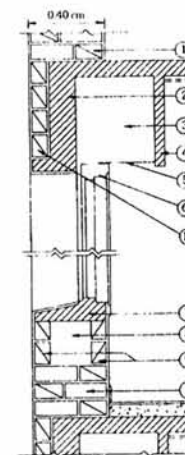


Fig. 3.5. Véase texto en 3.2.2.1 c).

1) Base de asiento de tabique doble (formada por ladrillos huecos 8 x 15 x 20); 2) Viga de hormigón armado; 3) Vacío para alojar el rollo de la cortina; 4) Taparrollo (metal desplegado, hardboard u hormigón); 5) Tapa de inspección (ídem anterior o chapa); 6) Marco metálico de la ventana; 7) Antepecho o alféizar de hormigón; 8) Vacío aislante; 9) Tabique doble; 10) Enchapado de ladrillos huecos.

### 3.3. MAMPOSTERÍA DE LADRILLOS DE MÁQUINA

TABLA 3.3. ALBAÑILERÍA DE LADRILLOS DE MÁQUINA

Espesor del muro	Por m <sup>3</sup>		Por m <sup>2</sup>		Por m <sup>3</sup>		Por m <sup>2</sup>	
	Ladr.	Mezcla	Ladr.	Mezcla	Ladr.	Mezcla	Ladr.	Mezcla
Muro de 1½ ladrillo	447	0,270 m <sup>3</sup>	159	0,098 m <sup>2</sup>	477	0,240 m <sup>3</sup>	67	0,084 m <sup>2</sup>
Muro de 1 ladrillo	463	0,240 m <sup>3</sup>	106	0,056 m <sup>2</sup>	483	0,230 m <sup>3</sup>	111	0,053 m <sup>2</sup>
Muro de ½ ladrillo	488	0,200 m <sup>3</sup>	54	0,021 m <sup>2</sup>	505	0,190 m <sup>3</sup>	56	0,021 m <sup>2</sup>
De canto	522	0,140 m <sup>3</sup>	34	0,009 m <sup>2</sup>	533	0,120 m <sup>3</sup>	35	0,007 m <sup>2</sup>
	PRENSADOS				REPRENSADOS			

Nota: Ladrillos de máquina prensados: 23 x 11 x 6,5 cm, juntas de 12 mm.  
Ladrillos de máquina repsados: 23 x 11 x 6,5 cm, junta de 10 mm.

### 3.4. MAMPOSTERÍA DE LADRILLOS CERÁMICOS HUECOS

#### 3.4.1. MUROS DE BLOQUES CERÁMICOS PORTANTES

Con ladrillos cerámicos de huecos verticales de 12, 18 y 27 cm de espesor se construyen muros portantes aptos para construir edificios de P.B. y tres pisos según el espesor empleado.

Las medidas corrientes son 12 x 19 x 33 cm (para casas de una planta) y 18 x 19 x 33 cm y 27 x 19 x 20 cm (para casas de 2 y 3 plantas respectivamente). Tienen una disposición de agujeros como la que muestra la figura 3.6, y algunos de ellos vienen preparados por un gran agujero *ad-hoc*, para colocar hierros y colar hormigón, formando así encadenados verticales (bloque columna).

Nota: El diseño y distribución de agujeros varía según el fabricante.

No se aplica mezcla en las juntas verticales salvo en zona antisísmica; en las horizontales, sólo se aplica a lo largo de las franjas laterales paralelas a la longitud del bloque donde los agujeros son de menor tamaño. El consumo de mortero resulta sumamente reducido, del orden de los 8 litros por metro cuadrado, en paredes de 18 cm de espesor. Del mismo modo resultan bajos los espesores de revoque, dada la excelente terminación superficial.

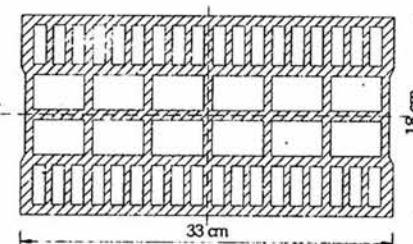


Fig. 3.6. Bloque cerámico portante (tipo).

TABLA 3.4. MEDIDAS Y PESOS DE LOS BLOQUES CERÁMICOS PORTANTES

Medidas	Peso aproximado
12 x 19 x 33	6,0 kg c/u
18 x 19 x 33	7,8 kg c/u
27 x 19 x 20	8,2 kg c/u
18 x 19 x 33 (con traba)*	8,0 kg c/u
18 x 19 x 33 (columnas)	6,7 kg c/u
19 x 19 x 33 (dintel)	7,0 kg c/u
27 x 19 x 20	8,3 kg c/u

\* Ideal zona antisísmica.

TABLA 3.5. BLOQUES CERÁMICOS PORTANTES

(Consumo de materiales para un metro cuadrado de pared)					
Espesor de muro	Mortero	Ladrillos n°	Cemento kg	Cal hidráulica kg	Arena gruesa m <sup>3</sup>
0,27 m	1/4 : 1 : 4	25	1,050	1,310	0,012
0,18 m	1/8 : 1 : 4	15	0,500	1,250	0,011
0,18 m	1/4 : 1 : 4	15	1,020	1,308	0,012
0,18 m	1/2 : 1 : 6	15	1,452	1,224	0,013
0,18 m	1 : 3	15	6,120	-	0,013
0,12 m	1/8 : 1 : 4	15	0,410	1,060	0,010
0,12 m	1/4 : 1 : 4	15	0,850	1,090	0,010
0,12 m	1/2 : 1 : 6	15	1,210	1,020	0,011

La cal se entiende que es del tipo hidráulica. Cuanto más exigido sea el muro mayor será la cantidad de cemento del mortero.

Nota: El rendimiento promedio de la mano de obra por/m<sup>2</sup> de pared (con cualquier tipo) es:

Oficial/hs: 0,95  
Ayudante/hs: 0,65

### 3.4.2. MUROS DE LADRILLOS HUECOS PARA CERRAMIENTO

Son los ladrillos cerámicos de huecos horizontales (los clásicos "ladrillos huecos").

TABLA 3.6. LADRILLOS HUECOS DE CERRAMIENTO

Dimensiones (cm)			Tubos Cant.	Peso kg	Rendimiento (por m <sup>2</sup> de pared)			Mano de obra (por m <sup>2</sup> de pared)	
Ancho	Alto	Largo			Cant.	Mortero	Peso x m <sup>2</sup>	Horas ofic.	Horas ayud.
4	18	33	6	2,4	16,5	4 l	40 kg	0,45	0,40
8	18	33	6	3,5	15	7 l	58 kg	0,74	0,50
12	18	33	6	4,5	15	10,5 l	74 kg	1,12	0,75
12	18	33	9	5	15	10,5 l	83 kg	1,12	0,75
18	18	33	12	7	15	13,7 l	116 kg	1,46	0,97

### 3.4.3. MUROS DE LADRILLOS CERÁMICOS HUECOS PARA VISTA

TABLA 3-7. MAMPOSTERÍA DE LADRILLOS CERÁMICOS HUECOS A LA VISTA (FIGURA 3.7)

Tipo de muro	LADRILLOS						MUROS			
	Ladrillos utilizados	Medidas cm	Cantidad agujeros n°	Peso unitario kg	Peso por m <sup>3</sup> kg/m <sup>3</sup>	Unidades por m <sup>3</sup>	Espesor del muro c/revoque	Cantidad de ladrillos	Volumen de mortero	Coefic. "K" Kcal/m <sup>2</sup> x h x °C
							cm	Unid./m <sup>2</sup>	L/m <sup>2</sup>	
1	Cerámico visto	6x11,5x25	2	1,5	832,5	555	13	53	17,5	2,35 <sup>1</sup> 2,07 <sup>2</sup>
2	Cerámico visto ladrillo hueco	6x11,5x25 4x15x25	2 3	1,5 1,8	832,5 1.199	555 666	19,5	53 24	22,5	1,35
3	Cerámico visto ladrillo hueco	6x11,5x25 8x15x25	2 6	1,5 2,5	832,5	555 333	23,5	53 24	23,5	1,17
4	Cerámico visto	6x11,5x25	2	1,5	832,5	555	26	106	35	1,10

**Nota:** El espesor de la junta del mortero se consideró en 1,5 cm. Absorción de agua: 10,6% en peso.

<sup>1</sup> Coeficiente de transmisión térmica con ladrillos cerámicos visto del lado exterior.

<sup>2</sup> Coeficiente de transmisión térmica con ladrillos cerámicos visto del lado interior.

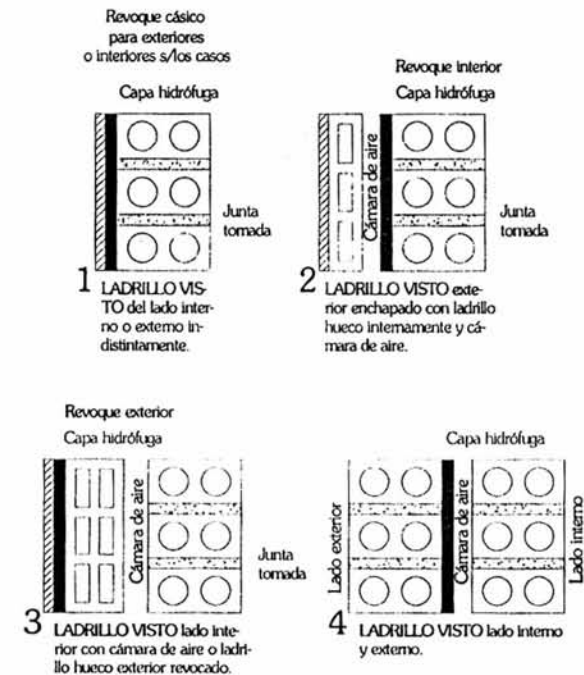


Fig. 3.7. Ladrillos cerámicos huecos para vista.

### 3.5. MAMPOSTERÍA REFRACTARIA

Se mide por analogía con la mampostería común, por superficie o volumen, según sea el espesor. Los vanos se descuentan en todos los casos, ya que un ladrillo refractario cuesta varias veces más que uno común.

En el cálculo de materiales se computará la cantidad de piezas especiales, su forma y dimensiones; deberán consultarse los prospectos comerciales especializados.

Como datos medios de consumo para productos comerciales comunes pueden tomarse los siguientes:




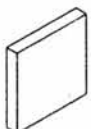
cementos refractarios (se expenden en tambores de 25 kg)

tierras refractarias (en bolsas de papel de 45/50 kg)

200 kg de cemento por cada 1.000 ladrillos.

200 kg de tierra por cada 1.000 ladrillos.

TABLA 3.8. CARACTERÍSTICAS DE LOS LADRILLOS REFRACTARIOS

Esquema	Designación	Medidas	Peso aprox.
	Ladrillo para hogares	229 x 114 x 63 mm	3,130 kg
	Tejuela	228 x 114 x 22 mm	0,940 kg
	Listón para revestimiento de hogares y parrillas	229 x 63 x 22 mm	0,750 kg
	Baldosas	300 x 300 x 50 mm	8,600 kg

*Nota:* Medidas y valores aproximados según fabricantes.

### 3.6. BLOQUES DE MORTEROS AGLOMERADOS CON CEMENTO (bloque de hormigón)

La denominación de bloque de hormigón que se le da en nuestro medio es incorrecta, ya que en rigor, es una mezcla de cemento, arenas gruesas y agua, por lo tanto es un mortero. Por ello los norteamericanos y/o mejicanos lo llaman bloques de concreto.

Hoy la industria provee a la construcción bloques de superior calidad, comparado con lo que antiguamente se producía, por lo que su uso en obra es totalmente confiable, lógicamente respetando su propia tecnología de aplicación.

En el mercado actual se dispone, además de los tipos nombrados en la tabla, de otros moldes (vigas, dinteles, ladrillones, pisos revestimientos, etc.); asimismo, a pedido, puede suministrarlos con diferentes modelos de texturas e incluso coloración, lo que amplía notablemente la paleta de usos.

Es importante destacar que la fabricación de bloques consume mucho menos energía, si la comparamos con la industria cerámica, lo que actualmente no es un dato menor.

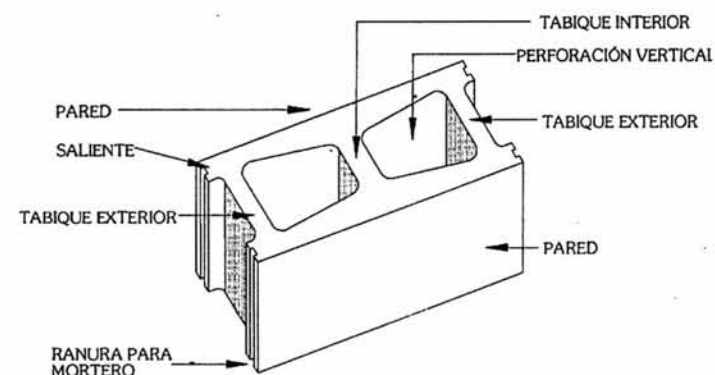


Fig. 3.8. Bloque de mortero aglomerado con cemento (bloque de hormigón).

TABLA 3.9. DATOS GENERALES BLOQUES DE CONCRETO

Peso propio		Mezcla colocación por m <sup>2</sup> de pared	M.O. necesaria por m <sup>2</sup> de pared		Cantidad de bloques m <sup>2</sup>
c/u	m <sup>2</sup>		Horas oficial	Horas ayudante	
~ 18 kg *	~ 200 kg **	0,010 m <sup>3</sup>	0,60	0,45	12,5

\* S/tipo de agregado: 18,1 kg (arena y grava) / 11,3 kg (arcilla expansiva).  
 \*\* S/tipo de agregado: 150 a 250 kg.

TABLA 3.10. MEDIDAS NOMINALES DE FABRICACIÓN

	Medida nominal			Medida de fabricación		
	Ancho cm	Alto cm	Largo cm	Ancho cm	Alto cm	Largo cm
Bloque de muro	20	20	40	19	19	39
Medio bloque de muro	20	20	20	19	19	19
Bloque de tabique	10	20	40	9	19	39
Medio bloque de tabique	10	20	20	9	19	19

## 3.6.1. MORTEROS USUALES PARA MUROS DE BLOQUE DE CONCRETO

TABLA 3.11. TIPOS DE MORTERO

Mortero	Tipo	Proporciones en volumen de los conglomerantes (Material conglomerante)			Proporción de agregados
		Cemento pórtland	Cemento de albañil	Cal hidratada	
Cemento Cal	A	1	-	¼	No menos de 2,25, ni más de 3 veces de la suma de los volúmenes de los conglomerantes.
	B	1	-	¼ a ½	
	C	1	-	½ a 1,25	
	D	1	-	1,25 a 2,25	
Cemento de albañilería	A	1	1	-	
	B	½	1	-	
	C	-	1	-	
	D	-	1	-	

TABLA 3.12. USO DE LOS MORTEROS TIPOS DE LA TABLA 3.11

Cantidad de materiales requeridos para hacer 1 m <sup>3</sup> de mortero				
Tipo de mortero	Arena (m <sup>3</sup> )	Material cementante (m <sup>3</sup> )		
		Cemento pórtland	Cemento de mampostería	Cal
A	1,0	-	0,333	-
	1,0	0,278	-	0,074
B	1,0	-	0,333	-
	1,0	0,222	-	0,111
C	1,0	-	0,333	-
	1,0	0,167	-	0,167
D	1,0	-	0,333	-
	1,0	0,111	-	0,222

**Nota:** Un metro cúbico de arena no produce más de un metro cúbico de mortero. Los vacíos en la arena absorben los materiales cementantes.

TABLA 3.13. CANTIDADES DE MATERIALES PARA 1 METRO CÚBICO DE MORTERO

Mortero tipo	Destino sugerido
A	Muros y zapatas de fundación, muros portantes exteriores de altas cargas de compresión o cargas horizontales originadas por empuje de suelos, vientos o sismos.
B	Muros portantes, sujetos a cargas de compresión pero que requieran alta resistencia de adherencia para esfuerzos de corte de flexión.
C	Muros portantes o exteriores de mampostería sobre nivel de terreno con cargas moderadas.
D	Tabiques interiores no portantes, divisorios y decorativos.

**Nota:** En las juntas horizontales eventualmente reforzadas con armaduras de acero, no protegidas contra la corrosión, se emplearán exclusivamente morteros cementicios. El espesor de las juntas de mortero de asiento deberán ser de 10 mm con una discrepancia de  $\pm 3$  mm (IRAM 11.556).

TABLA 3.14. CANTIDAD DE BLOQUES NECESARIOS

Altura (m)	Longitud de la pared en metros (m)							
	1,20	1,60	2,00	2,40	2,80	3,20	3,60	4,00
1,00	15	20	25	30	35	40	45	50
1,20	18	24	30	36	42	48	54	60
1,40	21	28	35	42	49	56	63	70
1,60	24	32	40	48	56	64	72	80
1,80	27	36	45	54	63	72	81	90
2,00	30	40	50	60	70	80	90	100
2,20	33	44	55	66	77	88	99	110
2,40	36	48	60	72	84	96	108	120
2,60	39	52	70	78	91	104	117	130
2,80	42	56	75	84	98	112	126	140
3,00	45	60	80	90	105	120	135	150
3,20	48	64	85	96	112	128	144	160
3,40	51	68	90	102	119	136	153	170
3,60	54	72	95	108	126	144	162	180



TABLA 3.14. CANTIDAD DE BLOQUES NECESARIOS (CONTINUACIÓN)

Altura (m)	Longitud de la pared en metros (m)							
	4,40	4,80	5,20	5,60	6,00	6,40	6,80	7,20
1,00	55	60	65	70	75	80	85	90
1,20	66	72	78	84	90	96	102	108
1,40	77	84	91	98	105	112	119	126
1,60	88	96	104	112	120	128	136	144
1,80	99	108	117	126	135	144	153	162
2,00	110	120	130	140	150	160	170	180
2,20	121	132	143	154	165	176	187	198
2,40	132	144	156	168	180	192	204	216
2,60	143	156	169	182	195	208	221	234
2,80	154	168	182	196	210	224	238	252
3,00	165	180	195	210	225	240	255	270
3,20	176	192	208	224	240	256	272	288
3,40	187	204	221	238	255	272	289	306
3,60	198	216	234	252	270	288	306	324

Fuente: BOUWCENTRUM ARGENTINA - INTI.

### 3.6.2. CAPA COMPRESIÓN PARA FORJADOS HORIZONTALES CON LADRILLONES CEMENTICIOS

TABLA 3.15. COMPARACIÓN DE LAS PROPORCIONES

		USANDO PIEDRA PARTIDA					
Capa de compresión	Cemento	Agua l	Arena kg	Piedra kg	Agua l	Arena m <sup>3</sup>	Piedra m <sup>3</sup>
Mayor de 3 cm	1 bolsa (50 kg)	25	122	110	25	0,077	0,075
Menor de 3 cm	1 bolsa (50 kg)	25	124	89	25	0,061	0,061
		USANDO CANTO RODADO					
Capa de compresión	Cemento	Agua l	Arena kg	Piedra kg	Agua l	Arena m <sup>3</sup>	Piedra m <sup>3</sup>
Mayor de 3 cm	1 bolsa (50 kg)	25	118	136	25	0,075	0,085
Menor de 3 cm	1 bolsa (50 kg)	25	121	109	25	0,077	0,068

*Nota: Los números en negrita están dados en volumen*

### 3.7. RESUMEN FINAL

TABLA 3.16. CUADRO COMPARATIVO DE INSUMOS Y PESO POR METRO CUADRADO DE LOS MAMPOSTERÍAS VISTAS (SEGÚN EL ICPA)

CUADRO COMPARATIVO – INSUMOS POR METRO CUADRADO DE MAMPOSTERÍA REVOCADA				
	Unid.	Ladrillo común p/muro de 30 cm	Cerámico hueco de 18x19x40 cm	Bloque de 19x19x39 cm
<b>1- Elevación muros:</b>				
Bloques o ladrillos	unidad	120	12,50	12,5
<b>a) Material mezcla</b>				
Cemento	kg	–	4,40	2,21
Cal	kg	14,20	3,80	1,09
Arena gruesa	m <sup>3</sup>	0,093	0,025	–
Arena med. o fina	m <sup>3</sup>	–	–	0,01
<b>b) Mano de obra</b>				
Ofic. albañil.	hs	1,83	0,60	0,60
Peón	hs	2,13	0,55	0,40
<b>2- Revoques (int-ext.)</b>				
<b>Grueso:</b>				
<b>a) Material mezcla</b>				
Cemento	kg	1,20	1,20	–
Cal	kg	1,00	1,00	–
Arena gruesa	m <sup>3</sup>	0,036	0,036	–
<b>b) Mano de obra</b>				
Ofic. albañil	hs	0,60	0,60	–
Peón	hs	0,60	0,60	–
<b>Fino a la cal:</b>				
<b>a) Material mezcla</b>				
Cal	kg	1,00	1,00	1,00
Arena fina	m <sup>3</sup>	0,014	0,014	0,014
<b>b) Mano de obra</b>				
Ofic. albañil	hs	0,80	0,80	0,40
Peón	hs	0,40	0,40	0,40
<b>Totales:</b>				
Bloques o ladrillos	unidad	120	12,50	12,50
Cemento	kg	1,20	5,60	2,21
Cal	kg	16,20	5,80	2,09
Arena gruesa	m <sup>3</sup>	0,129	0,061	–
Arena fina	m <sup>3</sup>	0,014	0,014	0,014
<b>Mano de obra:</b>				
Ofic. albañil	hs	3,23	2,00	1,40
Peón	hs	3,13	1,55	0,80

*Fuente: Instituto del Cemento Portland. Datos de la Dirección Gral. de Arquitectura, y de la Univ. Nac. de Córdoba. INTI. CICIHA.*

**Morteros:**

Ladrillo:	0:1:4 (no recomendado p/zonas sísmicas)	85 l/m <sup>2</sup>
Bloque cerámico:	½:1:4	25 l/m <sup>2</sup>
Bloque hormigón:	1:1:6	9 l/m <sup>2</sup>



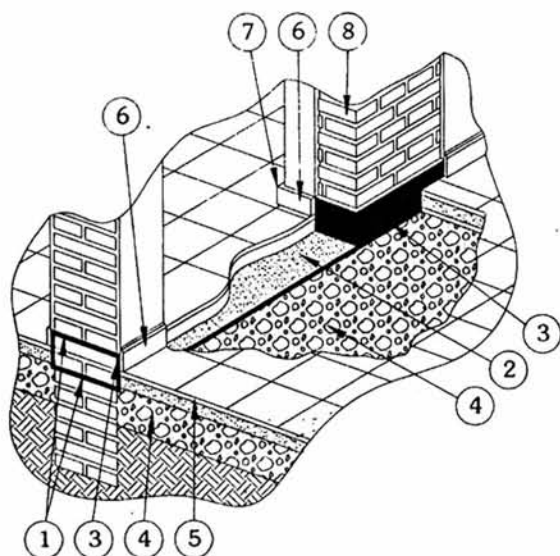


Fig. 3.10. Capa aisladora.

1) Capa aisladora horizontal 15 mm esp.; 2) Capa aisladora bajo el marco de la puerta; 3) Unión de las capas horizontales; 4) Contrapiso; 5) Piso granítico; 6) Zócalos colocados con concreto 1:3; 7) Terminación con esquineros, junta al tono del mosaico; 8) Revoque.

### 3.8.2. RENDIMIENTOS

Pueden tomarse como base los siguientes valores:

#### a) Aislación hidrófuga de concreto

Por cada metro cuadrado de un centímetro de espesor (mezcla 1:2) y (mezcla 1:3) (recomendamos 1:3).

TABLA 3.17.

Componentes mezcla	1 : 2	1 : 3
Cemento pórtland	5,50 kg	7,50 kg
Arena	0,01 m <sup>3</sup>	0,015 m <sup>3</sup>
Hidrófugo	0,25 kg	0,35 kg
Agua	2,5 l	3,5 l

#### b) Aislación asfáltica (mastic-asfáltico)

Por cada metro cuadrado de un cm de espesor:

TABLA 3.18.

Componente mezcla	Cantidades
Material asfáltico	3,80 kg
Arena gruesa	0,015 m <sup>3</sup>
Polvo impalpable	1,30 kg

Para capas verticales asfálticas, debe considerarse 5 kg de asfalto por metro cuadrado.

### 3.9. BOVEDILLAS

Son las estructuras mixtas de hierro y albañilería cuyo detalle puede verse en las figuras 3.11, A y B. En la actualidad se ha sustituido este tipo anticuado por nervurados cerámicos o cementicios semiprefabricados. No obstante el tipo B (a dovelas), o las de bovedilla doble o simple son frecuentemente usadas en viviendas unifamiliares.

En cualquier caso, se las mide por metro cuadrado, tomando las dimensiones entre ejes de muros de carga. El criterio de las normas oficiales es un poco distinto, como puede verse en el capítulo II, "Albañilería", art. 12 (ver CD).

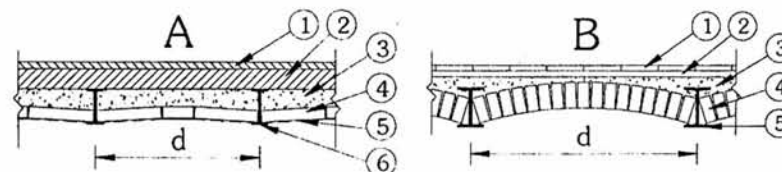


Fig. 3.11. Bovedillas.

A) Simple, con piso de pinotea:

1) Tablas 1" x 3" machimbradas; 2) Tirantes 2" x 3"; 3) Vacío aislante; 4) Bovedilla peraltada; 5) Revoque del cielo raso; 6) Tirantería.

B) Bovedilla para sobrecargas pesadas:

1) Piso; 2) Mezcla de asiento; 3) Contrapiso; 4) Bovedilla con ladrillos de canto a dovelas; 5) Tirantería.

La medición incluye la tirantería. En la tabla 3.19 se encontrará la longitud y el peso de hierro necesario para un metro cuadrado de bovedilla, en función de la separación entre ejes de tirantes. El perfil queda determinado por la luz de los locales y la carga; en pequeñas viviendas, son usuales los números 12 y 14. En la tabla no se ha incluido la entrega de los tirantes en el muro; puede suponerse que no insume más de un 5% del total.

El consumo de ladrillos y mezcla se detalla a continuación:

*Bovedilla simple:*

d = Ancho 2½ ladrillos: 18 ladrillos y 10 litros de mezcla  
 d = Ancho 3 ladrillos: 18 ladrillos y 10 litros de mezcla  
 d = Ancho 5½ ladrillos: 18 ladrillos y 13 litros de mezcla  
 d = Ladrillos de canto (dovelas) 17 ladrillos: 60 ladrillos y 20 litros de mezcla  
 d = Distancia entre tirantería

Para bovedillas dobles, la cantidad de mezcla debe ser multiplicada por 2,5 y los ladrillos por 2.

TABLA 3.19. TIRANTERÍA DE HIERRO - CONSUMO POR METRO CUADRADO<sup>1</sup>  
 PERFILES I NORMALES.

Separación entre ejes	Metros de tirante por m <sup>2</sup>	kg de hierro por m <sup>2</sup>							
		Nº 8	Nº 10	Nº 12	Nº 14	Nº 16	Nº 18	Nº 20	Nº 22
0,50	2,00	11,9	16,7	22,4	28,8	35,8	43,8	52,6	62,2
0,55	1,82	11,4	15,2	20,4	26,2	32,5	40,0	47,9	56,6
0,60	1,67	10,0	13,9	18,7	24,0	29,9	36,6	44,0	52,0
0,65	1,52	9,1	12,7	17,0	22,0	27,1	33,3	40,0	47,3
0,70	1,43	8,5	11,9	16,0	20,6	25,5	31,3	37,6	44,5
0,75	1,33	7,9	11,1	14,9	19,2	23,8	29,2	35,0	41,4
0,80	1,25	7,5	10,4	14,0	18,0	22,4	27,4	32,9	38,9
0,85	1,18	7,0	9,9	13,2	17,0	21,1	25,9	31,0	36,7
0,90	1,11	6,6	9,3	12,4	16,0	19,9	24,3	29,2	34,6
0,95	1,05	6,3	8,8	11,7	15,2	18,8	23,0	27,6	32,7
1,00	1,00	5,9	8,4	11,2	14,4	17,9	21,9	26,3	31,1
1,05	0,95	5,7	7,9	10,6	13,7	17,0	20,8	25,0	29,6
1,10	0,89	5,3	7,4	10,0	12,8	15,9	19,5	23,4	27,7
1,20	0,81	4,8	6,9	9,1	11,7	14,5	17,8	21,3	25,2
1,30	0,75	4,5	6,3	8,4	10,8	13,4	16,4	19,7	23,4
1,40	0,72	4,3	6,0	8,1	10,4	12,9	15,8	18,9	22,4
1,50	0,67	4,0	5,6	7,5	9,7	12,0	14,7	17,6	20,8

<sup>1</sup> Aplicable a cualquier tipo de tirantería con ejes equidistantes (bovedillas, cubiertas de chapas, etc.).

## 4. ALBAÑILERÍA ANTISÍSMICA

### 4.1. ZONIFICACIÓN SÍSMICA

Extensas regiones del suelo argentino son de condición sísmica. Dieciséis provincias más el Territorio de Tierra del Fuego, Antártida e Islas del Atlántico Sur, han sido declaradas zonas sísmicas y el INPRES (Instituto Nacional de Prevención Sísmica) se ocupa entre otras cosas de fijar normas que reglamenten las construcciones en esas zonas. Las normas del INPRES suelen ser conocidas también como CONCAR 70, en razón de que fueron originalmente establecidas por el disuelto Congreso Nacional de Construcciones Antisísmicas y de Reconstrucción de San Juan. Naturalmente, estas normas son de aplicación forzosa.

Actualmente rige el Reglamento INPRES-CIRSOC 103, cuya Parte I habla sobre Construcciones en General (Agosto de 1991); y las Normas Argentinas para Construcción Sismorresistente, Parte III, Construcciones de Mampostería (Agosto de 1991), que aconsejamos consultar.

Esta reglamentación contiene disposiciones relativas al cálculo estructural antisísmico y normas constructivas sobre el hormigón armado y mampostería. Las primeras se suponen incluidas en los planos de estructura que recibirá el computista; nos interesa ahora destacar las que corresponden a la mampostería por la fuerte incidencia sobre su costo.

El territorio de la República Argentina se divide en cinco zonas de acuerdo con el grado de peligrosidad sísmica. Dichas zonas se indican en el mapa de la figura 4.1, y con más detalle en el mapa a escala 1:5.000.000 que publica el Instituto Nacional de Prevención Sísmica (INPRES).

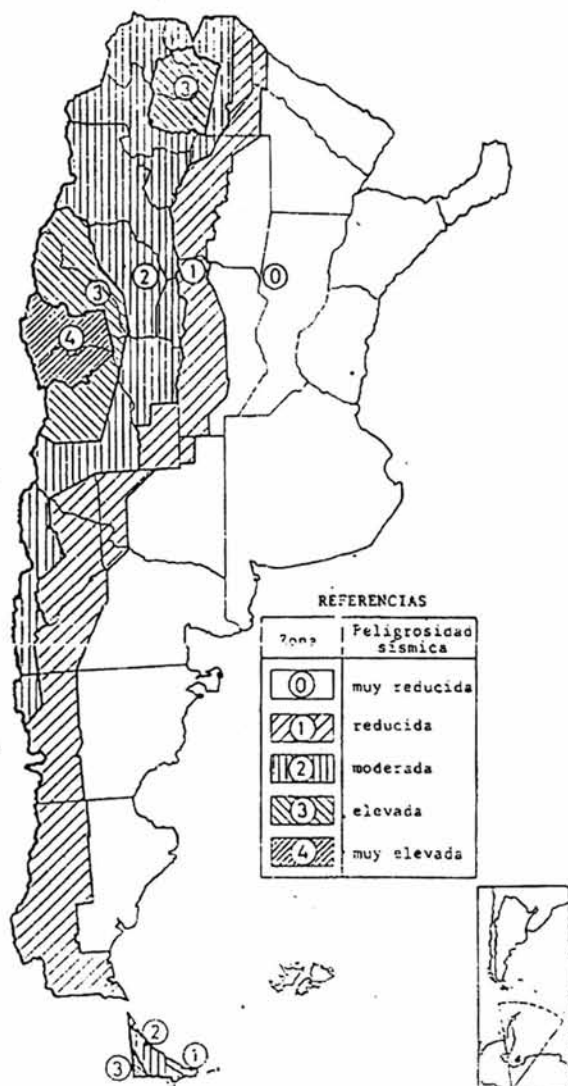


Fig. 4.1. Zonas sísmicas de la República Argentina, según CIRSOC.

*Nota:* Si el lugar de emplazamiento de la construcción coincide con la línea que delimita dos zonas, o si surgen dudas acerca de su ubicación con respecto a dicho límite, se la deberá considerar emplazada en la zona de mayor grado de peligrosidad sísmica.

En la tabla 4.1 se especifica la zonificación sísmica del territorio nacional en función del grado de peligrosidad sísmica.

TABLA 4.1. ZONIFICACIÓN DE LA REPÚBLICA ARGENTINA EN FUNCIÓN DEL GRADO DE PELIGROSIDAD SÍSMICA

Zona	Peligrosidad sísmica
0	Muy reducida
1	Reducida
2	Moderada
3	Elevada
4	Muy elevada

## 4.2. GENERALIDADES

Los mampuestos integrantes de muros resistentes se clasifican según los siguientes tipos:

- Ladrillos cerámicos macizos (clase A y B).
- Bloques huecos portantes macizos (A y B).
- Bloques huecos portantes de H° (s/tipos I, II, III).

### 4.2.1. COMBINACIONES DE DIFERENTES CLASES DE MAMPOSTERÍA

a) No se admiten combinaciones de diferentes tipos de mampuestos en planta ni en elevación.

b) No se admiten combinaciones en planta ni en elevación, de mampostería encadenada con mampostería reforzada o con armadura distribuida).

c) Se podrán efectuar combinaciones en altura, de muros encadenados armados y muros encadenados simples. En este caso, los límites de altura y número de pisos corresponderá a los establecidos en la tabla 4.2.



TABLA 4.2. ALTURAS MÁXIMAS Y NÚMERO MÁXIMO DE PISOS  
EN LAS CONSTRUCCIONES DE MAMPOSTERÍA

Muros resistentes		Zonas sísmicas 1 y 2		Zonas sísmicas 3 y 4	
Tipo de mampuesto	Tipo de muro	Altura máxima $h_n$ (m)	Nº máximo de pisos $n^\circ$	Altura máxima $h_n$ (m)	Nº máximo de pisos $n^\circ$
Ladrillos cerámicos macizos	M.1. Encadenado simple	12,50	4	9,50	3
	M.2. Encadenado armado	15,50	5	12,50	4
	M.3. Reforzado con armadura distribuida	15,50	5	12,50	4
Bloques huecos portantes cerá- micos	M.4. Encadenado simple	6,50	2	4,00	1
	M.5. Encadenado armado	9,50	3	6,50	2
	M.6. Reforzado con armadura distribuida	12,50	4	9,50	3
Bloques huecos portantes de hormigón	M.7. Encadenado simple	6,50	2	4,00	1
	M.8. Encadenado armado	9,50	3	6,50	2
	M.9. Reforzado con armadura distribuida	12,50	4	9,50	3
Ladrillos cerámi- cos macizos	M.10. Sin encadenados verticales <sup>1</sup>	3,50	1	—	—

<sup>1</sup> Para el tipo de muro M.10, deberá tenerse en cuenta, además, lo establecido en el artículo 9.3.2.3.

### 4.3. MUROS

Este reglamento los clasifica en:

- Muros no resistentes;
- Muros resistentes que según disposición de su armadura se clasifican en:
  - Mampostería reforzada c/armadura distribuida (dispone de armadura horizontal y vertical distribuida en todo).
  - Mampostería encadenada (c/armadura y vigas de encadenado).

#### 4.3.1. ARMADURA HORIZONTAL EN MUROS ENCADENADOS ARMADOS

En los muros resistentes de mampostería encadenada armada, en las juntas horizontales, se dispondrán las armaduras mínimas que se indican en la tabla 4.3.

Las armaduras horizontales mínimas prescritas en la tabla 4.3, deberán anclarse reglamentariamente en los encadenados verticales, y deberán alojarse en juntas horizontales tomadas con mortero cementicio (1:3; 1 de cemento por 3 de arena).

Las armaduras mínimas establecidas en la tabla 4.3 son válidas para espesores netos de muros (sin revoques) de hasta 27 cm.

Para espesores mayores de 27 cm, las armaduras deberán incrementarse proporcionalmente al espesor neto del muro.

TABLA 4.3. ARMADURA MÍNIMA DE MUROS DE MAMPOSTERÍA ENCADENADA ARMADA

Tipo de acero $\beta_s$	Zonas sísmicas	Muros de ladrillos cerámicos macizos encadenados armados		Muros de bloques huecos portantes encadenados armados	
		Armadura horizontal	Estribos	Armadura horizontal	Estribos
220 MN/m <sup>2</sup>	1 y 2	2 barras $d_s = 6$ mm c/70 cm	3 estribos $d_s = 4,2$ mm por m	2 barras $d_s = 6$ mm c/60 cm	3 estribos $d_s = 4,2$ mm por m
	3 y 4	2 barras $d_s = 6$ mm c/50 cm	3 estribos $d_s = 4,2$ mm por m	2 barras $d_s = 6$ mm c/40 cm	3 estribos $d_s = 4,2$ mm por m
420 MN/m <sup>2</sup>	1 y 2	2 barras $d_s = 4,2$ mm c/70 cm	3 estribos $d_s = 4,2$ mm por m	2 barras $d_s = 4,2$ mm c/60 cm	3 estribos $d_s = 4,2$ mm por m
	3 y 4	2 barras $d_s = 4,2$ mm c/50 cm	3 estribos $d_s = 4,2$ mm por m	2 barras $d_s = 4,2$ mm c/40 cm	3 estribos $d_s = 4,2$ mm por m

$d_s$  = Diámetro de las barras.

### 4.4. MAMPOSTERÍA ENCADENADA

#### 4.4.1. ENCADENADOS. CONCEPTOS FUNDAMENTALES

Los encadenados verticales y horizontales que confinan un muro de mampostería, le permiten mantener una considerable resistencia luego de producido su agrietamiento, evitando un comportamiento frágil y posibilitando la disipación de energía en el campo anelástico (comportamiento dúctil).

Para obtener las propiedades mencionadas precedentemente, los encadenados verticales y horizontales que confinan los muros deben conformar un reticulado espacial, en el que ninguna de las barras posea un extremo libre. Esto es, deberá asegurarse una perfecta continuidad en los nudos, mediante adecuadas disposiciones de anclaje de las armaduras.

#### 4.4.2. ÁREAS Y DIMENSIONES MÁXIMAS DE PANELES

Los muros resistentes de mampostería se subdividirán en paneles confinados en todo su perímetro por vigas y columnas de encadenado de hormigón armado.

El área y las dimensiones máximas de los paneles deberán satisfacer los siguientes requerimientos:

- El área máxima y las dimensiones máximas de los paneles se indican en la tabla 4.4. Las áreas y dimensiones máximas indicadas en dicha tabla podrán excederse siempre que se justifique detalladamente la resistencia del muro a cargas verticales, considerando las excentricidades producidas por las solicitaciones sísmicas perpendiculares al plano del muro.
- La distancia máxima entre ejes de encadenados verticales, no podrá exceder de dos veces la distancia entre ejes de apoyos horizontales (entrepisos, techos, borde superior de la fundación, etc.).
- Cuando la distancia máxima entre ejes de encadenados horizontales exceda de una vez y media la distancia entre ejes de encadenados verticales, el panel se subdividirá a mitad de altura con una viga de encadenado, o con una junta armada horizontal cuya armadura tenga una sección equivalente a la de la viga de encadenado.

#### 4.4.3. UBICACIÓN DE LOS ENCADENADOS VERTICALES

##### 4.4.3.1. Muros resistentes sin aberturas

###### a) Muros perimetrales

En todos los muros resistentes perimetrales se dispondrán columnas de encadenado ubicadas en sus extremos libres y en las intersecciones con otros muros resistentes perimetrales e interiores.

###### b) Muros interiores

En todos los muros resistentes interiores se dispondrán columnas de encadenado, ubicadas en sus extremos libres y en las intersecciones con otros muros resistentes perimetrales e interiores.

Cuando por sus dimensiones y naturaleza un muro interior pueda considerarse como muro resistente, pero no se lo tenga en cuenta en el cómputo de la resistencia a cargas horizontales, ni se lo utilice para la transmisión de cargas verticales, se podrá prescindir de las columnas de encadenado prescritas en el párrafo precedente. Sin embargo, en tal caso, deberán verificarse las condiciones de resistencia del muro ante las solicitaciones perpendiculares a su plano, derivadas de las excitaciones sísmicas.

c) Deberán disponerse columnas de encadenado intermedias cuando, según el artículo 9.2 (reglamento INPRES-CIRSOC 103), resulten necesarias las restricciones por área y dimensiones máximas del panel.

d) En general, deberán disponerse columnas de encadenado, en los bordes verticales de paneles adyacentes a las aberturas de los muros resistentes perimetrales e interiores.

TABLA 4.4. ÁREAS MÁXIMAS Y DIMENSIONES MÁXIMAS DE PANELES DE MUROS RESISTENTES DE MAMPOSTERÍA (fig. 4.2)

Zonas sísmicas	Área máxima del panel	Dimensión máxima del panel	
		Muros de espesor neto $\geq 17\text{cm}$	Muros de espesor neto $< 17\text{ cm y } \geq 13\text{ cm}$
1	30 m <sup>2</sup>	7 m	4,50 m
2	25 m <sup>2</sup>	6 m	4 m
3 y 4	20 m <sup>2</sup>	5 m	4 m

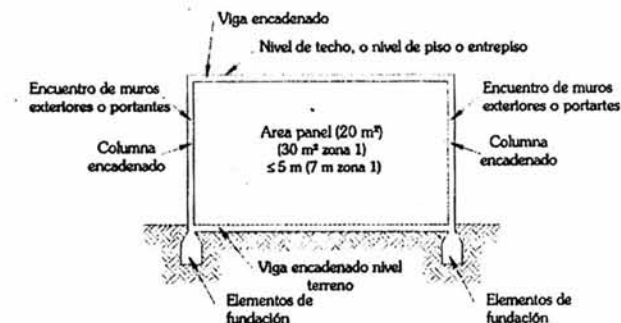


Fig. 4.2. Muro portante o muro portante sin aberturas.

#### 4.4.3.2. Muros resistentes con aberturas

Podrá prescindirse de disponer columnas de encadenado en bordes de aberturas, en los siguientes casos:

a) Aberturas aproximadamente centradas con relación al panel (fig. 4.3).

Deberán verificarse simultáneamente las siguientes condiciones:

- El área de la abertura es igual o menor que el 10% del área total del panel considerado.
- Las dimensiones máximas de la abertura son iguales o menores que el 35% de las dimensiones correspondientes del panel.
- La distancia entre el borde vertical del panel y el de la abertura, es igual o mayor que el 25% de la longitud del panel considerado, y no menor que 0,90 m.
- La distancia entre el borde horizontal inferior de la ventana, y el borde horizontal inferior del panel, es igual o mayor que el 25% de la altura del panel considerado.
- La distancia entre el borde horizontal superior de la abertura y el borde horizontal superior del panel, es igual o mayor que el 25% de la altura del panel considerado, debiendo quedar comprendidos en dicha distancia, no menos de seis hiladas de ladrillos cerámicos macizos, o no menos de dos hiladas de bloques huecos cerámicos o de hormigón.
- La abertura tiene viga de dintel según se establece en el artículo 9.17, y armadura de antepecho según el artículo 9.16 (ver reglamento).

b) Aberturas ubicadas en cualquier posición con relación al panel.

Deberán verificarse en forma simultánea las tres condiciones siguientes:

- El área de la abertura es igual o menor que el 5% del área total del panel considerado.
- Las dimensiones máximas de la abertura, son iguales o menores que el 25% de las dimensiones correspondientes del panel.
- La abertura tiene viga de dintel según se establece en el artículo 9.17, y armadura de antepecho según el artículo 9.16 (ver reglamento).

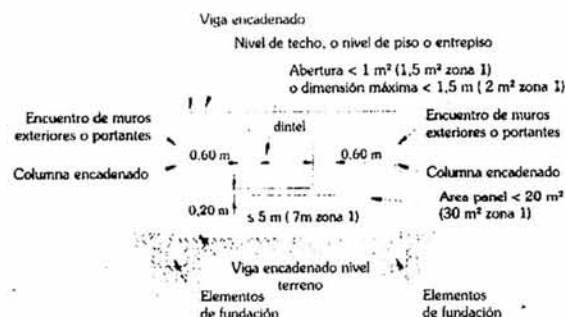


Fig. 4.3. Muro con abertura no enmarcable.

#### 4.4.3.3. Armadura de antepecho de aberturas

Aproximadamente a 20 cm por debajo del antepecho de las aberturas sin columnas de encadenado de borde (artículo 9.3.2.2), alojada en junta de mortero de cemento (1:3; 1 de cemento por 3 de arena) y anclada reglamentariamente en las columnas más cercanas en las zonas sísmicas 3 y 4, o prolongada 60 cm a cada lado de la abertura en las zonas sísmicas 1 y 2, se dispondrá la armadura indicada en la tabla 4.5 (ver figura 4.3).

TABLA 4.5. ARMADURA DE ANTEPECHO DE ABERTURAS

Zonas sísmicas	ADN - 420 (III)		Acero tipo AL - 220 (I)	
	ADM - 420 (III)			
	Armadura longitudinal	Estribos	Armadura longitudinal	Estribos
1 y 2	2 barras $d_s = 6 \text{ mm}$	$d_s = 4,2 \text{ mm}$ $c/25 \text{ cm}$	2 barras $d_s = 8 \text{ mm}$	$d_s = 4,2 \text{ mm}$ $c/25 \text{ cm}$
3 y 4	2 barras $d_s = 8 \text{ mm}$	$d_s = 4,2 \text{ mm}$ $c/25 \text{ cm}$	2 barras $d_s = 10 \text{ mm}$	$d_s = 6 \text{ mm}$ $c/25 \text{ cm}$

#### 4.4.3.4. Dinteles de aberturas

Los dinteles se dimensionarán como vigas portantes, considerando las cargas que sobre él actúan.

Las dimensiones de la sección transversal de los dinteles no podrán en ningún caso, ser menores que las establecidas en el artículo 9.7.2, para vigas de encadenado.

La sección de armadura longitudinal mínima estará constituida por cuatro barras de 8 mm de diámetro para los aceros tipo ADN - 420 (III) y ADM - 420 (III) y por cuatro barras de 10 mm de diámetro para el acero tipo AL - 220 (I).

Se dispondrán como mínimo, estribos de 4,2 mm de diámetro, separados no más de 25 cm para aceros tipo ADN - 420 (III) y ADM - 420 (III), y estribos de 6 mm de diámetro, separados no más de 25 cm para acero tipo AL - 220 (I).

En las aberturas sin columnas de encadenado de borde (artículo 9.3.2.2), la viga de dintel apoyará por lo menos 60 cm a cada lado de la abertura (fig. 4.3).

En las zonas sísmicas 3 y 4 se prolongarán al menos dos barras de la armadura longitudinal inferior, alojada en junta de mortero de cemento (1:3; 1 de cemento por 3 de arena) hasta anclarlas en las columnas de encadenado más cercanas.

#### 4.4.3.5. Muros resistentes interiores en zonas sísmicas 1 y 2

En construcciones de mampostería de ladrillos cerámicos macizos, de altura no mayor que 6,50 m o dos pisos, ubicadas en las zonas sísmicas 1 y 2, se podrá prescindir de las columnas de encadenado correspondientes a muros interiores resistentes, siempre que la construcción completa se verifique adoptando un coeficiente sísmico igual al cuádruplo del correspondiente, indicado en la tabla 1, del capítulo 3, de la parte III del reglamento. En este caso sin embargo, deberán disponerse las columnas de encadenado correspondientes en los muros perimetrales.

#### 4.4.4. UBICACIÓN DE LOS ENCADENADOS HORIZONTALES

##### 4.4.4.1. Prescripciones generales

En todos los muros resistentes deberán disponerse vigas de encadenado en los niveles que se detallan a continuación:

- A nivel de fundación.
- A nivel de los entrepisos.
- A nivel de techo.
- En niveles intermedios, cuando el área, las dimensiones máximas o la relación de lados del panel así lo requieran, artículos 9.2. a) y 9.2. c) (ver reglamento).
- En el caso de techos inclinados, cuando el ángulo que forma el plano del techo con un plano horizontal es mayor que 15°, en los muros resistentes trapeciales vinculados con el techo, deberá disponerse además de la viga de encadenado correspondiente al borde superior inclinado de dichos muros, una viga de encadenado horizontal a nivel de arranque del techo.

##### 4.4.4.2. Prescripciones particulares

- Las vigas de encadenado podrán formar parte de las losas de entrepiso o techo, siempre que estas sean de hormigón armado, macizas o nervuradas, o de otros tipos con capa de compresión de hormigón colocado *in situ*.
- Los elementos de fundación del tipo de las zapatas corridas-armadas o cimientos armados podrán desempeñar la función de vigas de encadenado inferior.

- Las vigas de encadenado inferior podrán formar parte de las plateas de fundación de hormigón armado.
- Cuando los entrepisos y techos no puedan considerarse como diafragmas rígidos en su plano (artículo 4.1.1, ver reglamento), las vigas de encadenado además de confinar los muros resistentes, constituyen apoyos que reciben las solicitaciones sísmicas horizontales, transmitidas por los entrepisos y techos, perpendicularmente al plano del muro considerado. Consecuentemente en este caso, las vigas de encadenado deberán ser capaces de resistir adicionalmente dichas solicitaciones, y transmitirlas a los muros resistentes perpendiculares al muro considerado.

#### 4.5. ESFUERZO DE CORTE EN PANELES

A los fines de la aplicación de los artículos que corresponda, para el caso de muros resistentes subdivididos en varios paneles confinados por vigas y columnas de encadenado, el esfuerzo de corte  $V_p$  correspondiente a cada panel, podrá determinarse en forma aproximada distribuyendo el esfuerzo de corte total actuante en el muro, proporcionalmente a la longitud de cada panel (ver INPRES - CIRSOC 103).

#### 4.6. ENCADENADOS DE HORMIGÓN ARMADO

##### 4.6.1. ALCANCE DE LAS PRESCRIPCIONES

Las prescripciones contenidas en el capítulo 9 (ver reglamento), comprenden la mayoría de los aspectos relacionados con los encadenados de hormigón armado.

Estas prescripciones se complementarán, cuando sea necesario, con las especificaciones del Reglamento CIRSOC 201 "Proyecto, Cálculo y Ejecución de Estructuras de Hormigón Armado y Pretensado". Sin embargo, las prescripciones de dicho reglamento no podrán modificar los requerimientos que sobre encadenados de hormigón armado se establecen en el capítulo 9.

##### Requerimientos sobre calidad de los materiales

###### a) Hormigón

La resistencia característica mínima a la compresión  $\sigma'_{bk}$  del hormigón a utilizar en la ejecución de los encadenados será de 11MN/m<sup>2</sup> (110 kg/cm<sup>2</sup>). El contenido unitario mínimo de cemento normal en el hormigón compactado para encadenados, será de 250 kg/m<sup>3</sup>.



### b) Acero

Para las barras longitudinales de armadura de los encadenados podrán utilizarse los siguientes tipos de acero (tabla 10 del reglamento CIRSOC 201):

AL	220 (I)
ADN	420 (III)
ADM	420 (III)

Para los estribos de los encadenados podrán utilizarse los siguientes tipos de acero (tabla 10 del reglamento CIRSOC 201):

AL	-	220 (I)
AND	-	420 (III)
ADM	-	420 (III)
AM	-	500 (IV)

## 4.6.2. DIMENSIONES TRANSVERSALES DE LOS ENCADENADOS DE HORMIGÓN ARMADO

### 4.6.2.1. Sección transversal de las columnas de encadenado

a) Las columnas de encadenado correspondientes a encuentros de muros resistentes, serán de sección rectangular de lados respectivamente iguales a los espesores de los muros que confinan, pero el lado menor será, como mínimo, igual a dos tercios del espesor mayor y en ningún caso menor que 15 cm.

b) Las columnas de encadenado que no correspondan a encuentros de muros serán de sección rectangular, en la que el lado perpendicular al plano del muro será igual al espesor de éste, y el otro será como mínimo, igual a dos tercios de dicho espesor y en ningún caso menor que 15 cm.

c) En el caso de muros resistentes de espesor igual o mayor que 20 cm, la dimensión perpendicular al plano del muro de la columna de encadenado podrá reducirse por razones estéticas, de aislación térmica, etc., en no más de un tercio del espesor del muro, siempre que se aumente la otra dimensión de forma tal que se restituya el área de la sección a los valores que resultan de la aplicación de los puntos a) o b) precedentes.

d) En las construcciones del Grupo B (capítulo 5, de la parte I, del reglamento), de altura total igual o menor que 4 m en zonas sísmicas 3 y

4, y que 6,50 m en zonas sísmicas 1 y 2, se podrán construir las columnas de encadenado dentro de los huecos de bloques portantes de hormigón o cerámicos especiales, siempre que se satisfagan las siguientes condiciones:

- 1) Dimensiones mínimas de huecos rectangulares: 12 cm x 12 cm.
- 2) Diámetro mínimo de huecos circulares: 14 cm.
- 3) La sección de hormigón colocada *in situ* deberá ser igual o mayor que la mitad de la resultante de aplicar los requerimientos 1) ó 2) precedentes.
- 4) La sección de hormigón deberá satisfacer el requerimiento indicado en el punto 5) siguiente.
- 5) El hormigonado se realizará por tramos no mayores que 80 cm de altura, simultáneamente con la ejecución del muro.

TABLA 4.6. ARMADURAS DE VIGAS Y COLUMNAS DE ENCADENADO  
DE HORMIGÓN ARMADO

Zonas sísmicas	Acero tipo ADN - 420 (III) ADM - 420 (III)		Acero tipo AL - 220 (I)	
	Armadura longitudinal	Estribos	Armadura longitudinal	Estribos
1 y 2	4 barras $d_s = 6 \text{ mm}$	$d_s = 4,2 \text{ mm}$ $c/20 \text{ cm}$	4 barras $d_s = 8 \text{ mm}$	$d_s = 6 \text{ mm}$ $c/20 \text{ cm}$
3 y 4	4 barras $d_s = 8 \text{ mm}$	$d_s = 4,2 \text{ mm}$ $c/20 \text{ cm}$	4 barras $d_s = 10 \text{ mm}$	$d_s = 6 \text{ mm}$ $c/20 \text{ cm}$

### 4.6.3. ENCADENADOS EQUIVALENTES

Los encadenados de hormigón prescriptos en los artículos precedentes podrán ser sustituidos por elementos estructurales de otros materiales, siempre que presenten condiciones equivalentes de rigidez, resistencia y vinculación con la mampostería.

## 4.7. MORTEROS

En la ejecución de muros y tabiques, sólo se autoriza el uso de los siguientes morteros:



TABLA 4.7. TIPIFICACIÓN DE LOS MORTEROS SEGÚN SU RESISTENCIA

Tipo de mortero	Calidad de resistencia	Resistencia mínima a compresión a 28 días (MN/m <sup>2</sup> )
E	elevada	15
I	intermedia	10
N	normal	5

**Nota:** La resistencia a compresión de los morteros se determinará con los procedimientos usuales sobre probeta cúbica de 7 cm de arista.

TABLA 4.8. PROPORCIONES DE LOS MORTEROS

Mortero tipo	Partes de cemento pòrtland normal	Partes de cal		Partes de arena suelta	Resistencia mínima de compresión a 28 días (MN/m <sup>2</sup> )
		mín.	máx.		
E	1	—	¼	No menos de 2,25 ni más de 3 veces la suma de los volúmenes de cemento y cal.	15
I	1	¼	½		10
N	1	½	1 ¼		5

**Nota:** Si se usa cemento de albañilería, las proporciones se determinarán en forma experimental.

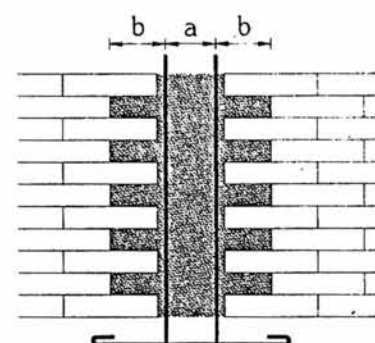
TABLA 4.9. PROPORCIONES DE LOS MORTEROS SEGÚN LA PRÁCTICA ACTUAL

Mortero tipo	Cemento:Cal:Arena	Resistencia mínima a compresión a 28 días (MN/m <sup>2</sup> )
E	1:0:3 (Cementicio puro)	15
I	1:¼:3	10
N	1:1:5 1:1:6	5

#### 4.8. CÓMPUTO

Todos estos arriostramientos se computan y valoran como un ítem independiente de la mampostería. En el análisis de costo pueden aplicarse los

tiempos de los análisis números 41, 42 y 44, del capítulo 21, recordando que se trata de armaduras de disposición muy sencillas y carpintería muy simple, lo que autoriza a disminuirlos. La modalidad de ejecución, consiste en levantar primero el paño de albañilería y colar luego el hormigón. Las columnas resultan así trabadas por el borde dentado de la mampostería (fig. 4.4).



$$a = (a + 2b) / 2$$

Donde "a" = espesor del muro transversal o 15 cm.

$$b = 0,13$$

$$a = (0,15 + (2 \times 0,13)) / 2$$

$$a = (0,15 + 0,26) / 2 = \mathbf{0,20}$$

Fig. 4.4. Ancho de cómputo para una columna de enmarcado.

## **5. ENTREPISOS Y TECHOS PREMOLDEADOS**

### **Denominación técnica**

"Nervurados tipo cerámico o cementicio, semiprefabricados (viguetas y bloques huecos) y estructuras similares (placas o losetas huecas pretensadas)."

### **5.1. NERVURADOS TIPO CERÁMICO**

El propósito de facilitar las operaciones en obra, ganando en tiempo y en economía, ha llevado a la aparición de diversos sistemas de entrepisos formados en esencia por un enviguetado prefabricado terminado con una colada de hormigón que lo refuerza (capa de compresión).

En la figura 5.1 puede verse un ejemplo típico de uso. Estos entrepisos descansan en muros portantes o en vigas de hormigón armado; para este último caso nos remitimos al capítulo correspondiente.

De todos ellos, el de uso más común es el tipo de ladrillón cerámico, para el cual es de aplicación la tabla 5.1. Se miden por m<sup>2</sup>, en forma semejante a las losas macizas. La unidad comprende los ladrillones, las viguetas, la armadura y el hormigón.

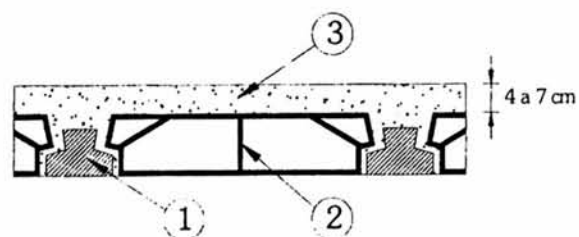


Fig. 5.1. Detalle.

1) Vigueta pretensada; 2) Ladrillón cementicio, cerámico o de poliestireno expandido (modelos según fabricante); 3) Capa de compresión con malla estructural.

TABLA 5.1. LADRILLON CERÁMICO PARA TECHO

Denominación comercial	Medidas			Cantidad m <sup>2</sup>	Cantidad por pallet	Peso unitario kg	Peso pallet kg
	Alto cm	Ancho cm	Largo cm				
Ladrillo cerámico para techo	11	38	25	8	80	6,20	496
	13	38	25	8	70	7,00	490

TABLA 5.2. VIGUETAS PRETENSADAS

Tipo	Longitudes estándar m	Espesor cm	Peso propio kg/m <sup>2</sup>
A	De 1,00 a 3,50	9,5	145
B	De 3,60 a 4,50	9,5	145
C	De 4,60 a 5,50	9,5	145

TABLA 5.3. CONSUMO LADRILLO CERÁMICO Y VIGUETAS PRETENSADAS (CON HORMIGÓN LIVIANO)



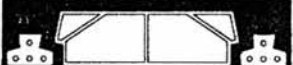


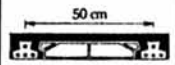
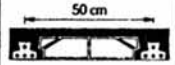

Altura bloque cm	Capa compresión cm	Peso propio kg/m <sup>2</sup>	Sección transversal	Tabla de consumo (m <sup>2</sup> )			
				Hormigón de arcilla 1:3:3 Asentamiento: 5-7 cm.			
				Agua l	Cem. kg	Are-na m <sup>3</sup>	Arc. exp. m <sup>3</sup>
9	3	137		7	10	0,023	0,023
	4	154		9	12	0,029	0,029
	5	171		11	15	0,036	0,036
13	3	163		10	13	0,031	0,031
	4	180		12	16	0,038	0,038
	5	197		14	19	0,045	0,045
17	4	203		14	19	0,045	0,045
	5	220		16	22	0,052	0,052
	6	237		18	24	0,058	0,058
13	4	200		13	18	0,043	0,043
	5	217		15	21	0,050	0,050
	6	234		17	24	0,056	0,056
17	4	230		16	22	0,053	0,053
	5	247		19	25	0,060	0,060
	6	264		21	28	0,066	0,066

TABLA 5.4. TABLA DE CONSUMO PARA UN HORMIGÓN COMÚN (IDEM TABLA 5.3),

TABLA DE CONSUMO									
Altura bloque (cm)	Bloque					Para un hormigón 1:2:3 Relación agua-cemento 0,50-0,55			
		Capa compresión		Viguetas por m <sup>2</sup>	Volumen de hormigón m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup>	Agua l	Cemento kg	Arena m <sup>3</sup>	Canto rodado m <sup>3</sup>
		Ladrillos por m <sup>2</sup>							
9		3	8	2	0,034	6	12	0,018	0,026
		4	8	2	0,044	8	16	0,023	0,034
		5	8	2	0,054	10	19	0,028	0,041
13		3	8	2	0,043	8	15	0,022	0,033
		4	8	2	0,053	10	19	0,027	0,041
		5	8	2	0,063	11	22	0,032	0,048
17		3	8	2	0,054	10	19	0,028	0,041
		4	8	2	0,064	11	23	0,033	0,049
		5	8	2	0,074	13	26	0,038	0,056

Nota: De reemplazar el ladrillo cerámico por otro de tipo cementicio (ladrillo de hormigón), en el capítulo 3, "Albañilería", damos la tabla 3.15 (comparación de las proporciones), para dosajes de la capa de compresión, usando canto rodado o piedra partida.

## 5.2. LOSETAS HUECAS PRETENSADAS

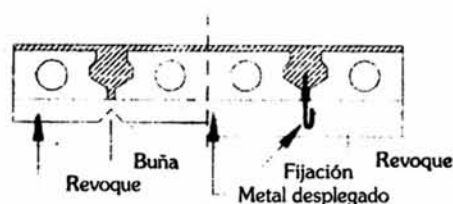


Fig. 5.2. Losetas huecas pretensadas, terminación inferior.

Existen otros modelos con terminación inferior preparada para vista.

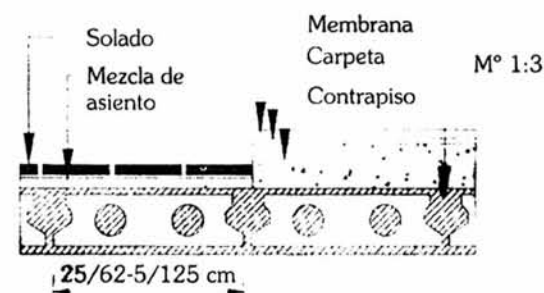


Fig. 5.3. Losetas huecas pretensadas terminación superior.

TABLA 5.5. PESOS DE LOS DISTINTOS TIPOS DE LOSETAS HUECAS PRETENSADAS

Tipo		Peso por metro lineal (kg/ml)			Peso por m <sup>2</sup> (kg/m <sup>2</sup> )
Ancho	Altura	25 cm	62,5 cm	125 cm	
	9,5 cm	35	90	—	145
	12 cm	41	109	219	175
	16 cm	—	135	270	216
	20 cm	—	148	296	237
	30 cm	—	197	394	315

Nota: Existen en el mercado otras variantes de esta tecnología, como por ejemplo "listones" prefabricados de hormigón de arcilla expandida de 25 cm de ancho, con un núcleo compuesto de arcilla expandida de aproximadamente 7,5 cm de espesor, que le otorga capacidad termo-acústica y bajo peso propio (75 kg/m<sup>2</sup>). Posee además buena terminación para vista.

## 6. MORTEROS Y HORMIGONES

### 6.1. GENERALIDADES

"*Mortero* es la mezcla constituida por conglomerante, árido fino y agua."

"*Hormigón* es la mezcla constituida por conglomerante, áridos finos, gruesos y agua."

Estas definiciones corresponden a la norma IRAM 1569, dada para definir la terminología relativa a morteros y hormigones. En ellas, "conglomerante o aglomerante es la sustancia que, por efectos químicos, une y da cohesión a los áridos".

Los aglomerantes principales son los distintos tipos de cales, los distintos tipos de cementos y el yeso; los áridos o agregados son los llamados *finos*: arena, polvo de ladrillo y especiales; y los *gruesos*: canto rodado, piedra partida, cascotes y arcilla expandida.

En lo que sigue, se entenderá que los conceptos son aplicables a ambos tipos de mezcla, mientras no se diga lo contrario.

Una mezcla se expresa por la relación entre los volúmenes de sus elementos integrantes, o bien por la proporción relativa entre aglomerantes y áridos. Así, la mezcla:

1 volumen de cal;

3 volúmenes de arena;

1 volumen de polvo de ladrillos;



puede indicarse como 1:3:1 o bien como 1:4. Es preferible la primera forma, que tiene la ventaja de detallar las proporciones relativas de los agregados. Estos volúmenes pueden ser medidos en baldes, canastos, carretillas, carritos, etc.<sup>1</sup>

La mezcla tiene un volumen menor que el que ocupan los componentes sueltos. Al volumen definitivo de la mezcla fresca, una vez empastados y batidos los materiales, se lo llama *rendimiento*, que depende de una serie de factores no siempre controlables, conocidos por determinaciones empíricas, que sólo dan valores medios. Estos factores son los siguientes:

- las características de peso y granulometría de los componentes;
- el agua de amasado y el contenido de humedad de los agregados;
- la calidad de los ligantes (conglomerantes, aglomerantes);
- la proporción relativa de los materiales (*dosificación*).

Hay otras circunstancias que influyen en el rendimiento (la temperatura y estado higrométrico del ambiente, la manipulación, el curado, etc.), pero son las nombradas las que consideramos dentro de los límites de este capítulo.

## 6.2. MORTEROS

### 6.2.1. DOSIFICACIÓN POR EL MÉTODO DE LOS COEFICIENTES DE APORTE

Un material granular –como lo son los componentes de una mezcla, formados por simple agregación de partículas sueltas–, se caracteriza por su volumen aparente y peso aparente (es decir, del material seco y suelto), y por el peso específico y su volumen real (es decir, descontando los vacíos). Se puede dar esta relación:

$$\text{volumen aparente} = \text{volumen real} + \text{vacíos}$$

Colocando una muestra seca en un recipiente herméticamente cerrado, donde se practica el vacío, y se satura la mezcla con el líquido (agua o kerosene), el volumen de dicho líquido llena por entero el espacio poroso y la cantidad consumida nos mide el volumen de vacíos, que se da generalmente en forma porcentual.

<sup>1</sup> Capacidad de los recipientes usados en obra: baldes 8 litros, canastos 14 litros, carretillas 50 litros, carritos 200 litros. (Por supuesto a verificar en obra.)

Sin embargo, es más corriente el uso del *coeficiente de aporte* (en rigor compacidad del material), que mide la proporción de parte sólida, y queda definido por:

$$C = \frac{V_r}{V_a} (\text{coeficiente de aporte}) \text{ o } \frac{\text{peso específico aparente } (\gamma_a)}{\text{peso específico real } (\gamma_r)}$$

C = Compacidad del material

Estos valores sólo pueden ser conocidos por vía experimental, ensayando en cada caso particular sobre las partidas de materiales. Pero, para poder determinar *a priori* el consumo de materiales, usaremos los valores dados en la tabla 6.1, de aplicación muy difundida.

Este coeficiente de aporte, depende de la roca que ha dado origen a los agregados y de su granulometría, ya que un material de granos uniformes contiene más vacíos que uno de tamaños bien graduados. Estos últimos son muy favorables por cuanto disminuyen el consumo de materiales.

El agua de amasado participa también del volumen real de la mezcla, su cantidad no puede ser cualquiera, ya que queda fijada entre el límite inferior, mínimo necesario para producir el fragüe y hacer una mezcla “trabajable”, y el límite superior, máximo conveniente para impedir la desagregación por excesiva fluidez.

El grado de humedad de los agregados, especialmente de la arena y el polvo de ladrillos, contribuyen a modificar el rendimiento en una forma notable. Para la arena, el máximo aumento corresponde a una humedad del 5% a 6% (en peso de la arena seca), en que se alcanza un esponjamiento del 35%. Esto puede deformar totalmente los resultados, obligando a un consumo excesivo de ligantes, y en estas condiciones un mortero 1:3 se transforma en 1:4 (considerando el aumento del  $V_a$  de la arena por el esponjamiento).

Nosotros tomaremos los siguientes valores para el agua de amasado:

Para morteros con agregados secos	15 a 20%
Para morteros naturalmente húmedos	10 a 12%

Los porcentajes se entienden en volumen de los componentes sueltos, o sea volumen aparente ( $\gamma_a$ ).



$$\gamma_a = p/V_a, \text{ luego } P (\text{peso}) = \gamma_a \cdot V_a ;$$

Ejemplo:

Cemento:  $1.400 \text{ kg/m}^3 \times 0,031 = 43,4 \text{ kg}$ , y así sucesivamente.

*Nota:* Los ligantes se expresan generalmente en peso y los agregados en volumen. Actualmente la cal en pasta es reemplazada por cal aérea hidratada en polvo.

Ahora bien, para verificar si la mezcla es compacta, se procede con el criterio siguiente:

El volumen de pasta, cemento, cal y agua, debe ser suficiente para llenar los vacíos de la arena y el polvo de ladrillos.

#### a) Volumen de pasta

Según el cálculo realizado

$V_a$		$V_r$
0,125 m <sup>3</sup>	Cemento	0,059 m <sup>3</sup>
1,000 m <sup>3</sup>	Cal en pasta	1,000 m <sup>3</sup>
0,769 m <sup>3</sup>	Agua	0,769 m <sup>3</sup>
<b>1,894 m<sup>3</sup></b>	de materiales dan de pasta	<b>1,828 m<sup>3</sup></b>

#### b) Volumen de vacíos

$V_a$		Coef. vacío %	Volumen vacío
3,000 m <sup>3</sup>	Arena	0,43%	1,290 m <sup>3</sup>
1,000 m <sup>3</sup>	Polvo de ladrillo	0,44%	0,440 m <sup>3</sup>
			1,730 m <sup>3</sup>
			- 0,087 m <sup>3</sup>
			<b>1,643 m<sup>3</sup></b>

#### c) Totales

Volumen de pasta	1,828 m <sup>3</sup>
Volumen de vacío	1,643 m <sup>3</sup>
Exceso de pasta	<b>0,185 m<sup>3</sup></b>

#### d) En resumen

$V_a$	Coef. aporte	$V_r$
1,894 m <sup>3</sup> de ligantes y agua	dan	1,828 m <sup>3</sup>
3,000 m <sup>3</sup> de arena	x 0,57 (tabla 6.1)	1,710 m <sup>3</sup>
1,000 m <sup>3</sup> de polvo de ladrillo	x 0,56 (tabla 6.1)	0,560 m <sup>3</sup>
<b>5,894 m<sup>3</sup> de materiales sueltos</b>	y	<b>4,098 m<sup>3</sup></b>

*Nota:* 4,098 m<sup>3</sup> de  $V_r$  es el rendimiento total de la mezcla.

Por una simple relación encontramos que para hacer un metro cúbico de mezcla, se necesitan  $5,894 \text{ m}^3 / 4,098 \text{ m}^3 = 1,438 \text{ m}^3$  de materiales sueltos.

TABLA 6.4. CALES ARGENTINAS (RENDIMIENTO MEDIO PRÁCTICO EN LOS OBRADORES)

Cales	Por cada Tn de cal viva se obtiene m <sup>3</sup>	Para hacer un m <sup>3</sup> de pasta se necesita kg
<b>CALES DE TIPO AÉREO:</b>		
Cal de Córdoba	2,203	453
" " " (Malagueño)	2,250	444
" " " (La Calera)	2,280	439
" " " (San Fernando)	2,600	385
" " " (Deán Funes)	1,994	501
" " Paraná	1,402	713
" " San Juan	1,938	516
" " " (Caucete)	2,180	460
" " " (Retamito)	2,316	432
" " " (Jachal)	1,560	541
" " " (Carpintería)	2,300	435
" " San Luis	2,000	500
" " " (Gigante)	2,200	454
" " Bahía Solano (Chubut)	1,800	550
<b>CALES DE TIPO HIDRÁULICO:</b>		
Cal de Olavarría (Llamada del Azul)	1,719	583
" " Sierras Bayas	1,700	580
" " Necochea	1,172	853
" " Tandil	1,825	548
" " Victoria (Entre Ríos)	1,197	835
" " Curuzú Cuatiá (Corrientes)	1,076	930
" " Mercedes (Corrientes)	1,060	943
" " Choya (Sgo. del Estero)	1,670	600
" " La Merced (Salta)	1,823	549
" " Cerrillos (Salta)	1,540	650
" " Purales (Salta)	1,110	900
" " Ancaján de Frías (Santiago)	1,640	610

Es obvio señalar que aquellos materiales que se venden en peso (cementos, cales), deben ser expresados en kilogramos. Para hacer esta reducción tomaremos los siguientes valores promedio:

- 1 volumen aparente de cemento equivale a 1.400 kg/m<sup>3</sup> (peso esp. aparente)
- 1 volumen aparente de cal aérea equivale a 600 kg/m<sup>3</sup> (peso esp. aparente)
- 1 volumen aparente de cal hidráulica equivale a 700 kg/m<sup>3</sup> (peso esp. aparente)

Estos números son también algo arbitrarios, por cuanto el peso aparente de la cal hidráulica en polvo y el cemento, varían entre límites muy grandes según el grado de apisonado, envase, manipuleo, etc.

Lo mismo puede decirse del rendimiento de las cales vivas, que dependen de las características de la roca madre, calcinación, etc.

Son valores que se fijan para dar una base de uniformidad y comparación, aparte de que al tomarlos un poco elevados, se asegura una cantidad mínima de materiales ligantes en la mezcla, que no conviene disminuir sin destruir las cualidades de la misma; o sea, el peso G del ejemplo y modelo de planilla, sería en rigor menor (ya que se consideró un  $\gamma_s$  algo mayor, lo que da un peso también mayor), por lo que al tomarlo según dicha planilla, se está pidiendo algo más de material de lo que realmente se necesitaría, con la que queda a cubierto la calidad de la mezcla. Agregamos a título ilustrativo la tabla 6.4, que da los rendimientos de las cales argentinas, tomada del libro de Goldenhorn.

La tabla siguiente indica los rendimientos correspondientes a la mezcla ya analizada, de acuerdo con los distintos porcentajes de agua que se utilicen.

TABLA 6.5. PORCENTAJES DE AGUA

Mezcla	Materiales	Porcentaje de agua			
		10	12	15	20
0,125	Cemento (kg)	46,20	44,80	43,4	40,60
1	Cal (kg)	161,20	156,90	151,3	142,60
3	Arena (m <sup>3</sup> )	0,78	0,76	0,73	0,69
1	Polvo (m <sup>3</sup> )	0,26	0,25	0,24	0,23

**Nota:** Vemos que a mayores porcentajes de agua, menores cantidades de materiales, lo que genera, por ende, mezclas menos resistentes.

### 6.2.3. SOBRE MEZCLAS NO COMPACTAS

En este caso, el volumen de la pasta no llena los vacíos de los agregados y los cálculos desarrollados no son aplicables, y además, los materiales finos no llenan totalmente los vacíos de los gruesos; el volumen final –rendimiento– es igual al de estos últimos (los agregados), algo reducido por el batido.

El consumo se establece entonces así:

Sea la mezcla, cuya dosificación es:

- 1 volumen de cemento;
- 10 volúmenes de granulado volcánico.

Puede verse de inmediato que la mezcla no es compacta. En 1 m<sup>3</sup> de mezcla, entran entonces 1 m<sup>3</sup> de granulado y  $\frac{1}{10}$  de m<sup>3</sup> de cemento; teniendo en cuenta la disminución por batido (5%), resulta que para tener el rendimiento de 1 m<sup>3</sup> necesitamos:

Granulado volcánico	1,05 m <sup>3</sup> (incremento por el batido posterior que reduce un 5% el volumen aparente).
Cemento	0,10 m <sup>3</sup> (140 kg).

### 6.2.4. CONSIDERACIÓN FINAL

“No se debe caer en el error de tomar las reglas indicadas para determinar el consumo de materiales, como verdaderos artículos de fe, pues siempre hay diferencias en las condiciones del material de las diversas partidas, en la manera de medir y tomar las muestras, que dan un margen de inexactitud más grande que el del propio método aplicado.” (Luz David.)

No hay que perder de vista el hecho de que cuando analizamos una mezcla, según las indicaciones dadas más arriba, estamos resolviendo un problema puramente aritmético, cuyos resultados estarán acordes con la realidad, siempre que sean reales los números que nos han servido de base, lo que ciertamente ocurre en una medida muy limitada. Por lo tanto los resultados deben ser tenidos como aproximados, pero con una aproximación que satisfaga las necesidades de la práctica.

La tendencia actual consiste en experimentar sobre cada caso particular, fijando la dosificación según la cantidad necesaria para hacer un metro cúbico de pastón (m<sup>3</sup>), expresando los ligantes en peso (kg).

Desde el punto de vista estrictamente aritmético, el aumento del coeficiente de aporte se traduce en una disminución del consumo de materiales; lo mismo ocurre con el aumento de agua de amasado. Interesa entonces, tomar coeficientes de aporte no muy altos, para tener en el cómputo un razonable exceso de material, y por las mismas razones el agua de mezclado debe ser un porcentaje bajo (ver tabla 6.5, Porcentajes de agua).

*Nota:* Va de suyo, que el método de los coeficientes de aporte es aplicable no sólo a morteros, sino también a hormigones.

### 6.2.5. SOBRE EL USO DE LAS CALES EN LAS MEZCLAS

Una cal es aérea cuando solamente endurece en contacto con el aire.

Una cal es hidráulica cuando no sólo endurece al aire, sino que también es capaz de hacerlo bajo el agua. Esta propiedad recibe el nombre de *hidraulicidad*.

El principal elemento constitutivo de una cal es el óxido de calcio (CaO). Resulta de la calcinación de piedras naturales, ricas en carbonatos de calcio (CaCO<sub>3</sub>) llamadas calizas. La presencia de arcilla en mayor o menor grado, da a las cales propiedades de hidraulicidad, amén de ser cal hidráulica o cemento.

Los agentes hidráulicos –llamados “ácido-solubles”– son el sílice (SiO<sub>2</sub>), la alúmina (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) y el óxido de hierro (Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>). La relación entre los agentes hidráulicos y el CaO, se llama *índice de hidraulicidad* y mide, en cierto modo, esta propiedad:

$$i = \frac{\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3}{\text{CaO}}$$

En esta forma, las cales hidráulicas se han dividido en:

Débilmente hidráulicas	$i = 0,2 \text{ a } 0,3$
Hidráulicas	$i = 0,3 \text{ a } 0,4$
Eminentemente hidráulicas	$i = 0,4 \text{ a } 0,5$

En realidad las características de una cal de este tipo deben ser establecidas por medio de ensayos físico-mecánicos, que dan una mejor información sobre sus propiedades.

La cal aérea sólo endurece en el aire y en masas de poco espesor (revoques finos), por cuanto necesita del anhídrido carbónico de aquél. La cal hidráulica en cambio, endurece por un proceso interno complejo, de naturaleza totalmente distinta, la que le permite endurecer sin presencia del aire (revoques gruesos, morteros de asiento, albañilería en subsuelos, etc.).

El agregado de cemento y polvo de ladrillos comunica propiedades hidráulicas a las cales aéreas.

El crecimiento constante de la resistencia mecánica del mortero con el tiempo, debe ser considerado como una propiedad hidráulica.

#### a) Dosificaciones y usos

En la práctica la dosificación de una mezcla está vinculada casi exclusivamente a la necesidad de hacerla trabajable. Sobre las proporciones que fijan los pliegos, es corriente que en la obra misma se introduzcan modificaciones, que tienen en cuenta las condiciones momentáneas de clima y el estado de humedad de los agregados, cuando no otras razones, como son por ejemplo, la falta de un tipo de cal y la existencia de otro para reemplazarlo.

En nuestro país, recién en los últimos años los técnicos han tomado una actitud crítica frente a los morteros, que han sido llevados al laboratorio para su ensayo.

Sin embargo, la larga experiencia que se tiene sobre los más usuales, permite establecer algunos criterios selectivos; por otra parte, de las propiedades de los materiales que integran una mezcla, pueden deducirse las de ésta.

La cal aérea<sup>1</sup> comunica adherencia al mortero, facilitando la unión de las juntas o los revoques al ladrillo; conserva el agua durante más tiempo, evitando que el secamiento rápido debilite la junta, desvinculando al mortero de la albañilería; y hace más trabajables las mezclas.

Esta cal –cuyo rendimiento alcanza los valores más altos– se caracteriza por su blancura.

<sup>1</sup> La cal aérea recibe en nuestro país el nombre de “Cal de Córdoba” en razón de ser esta provincia la principal fuente de tal producto. Por razones análogas, a la cal hidráulica se la llama “de Azul”.



En cuanto a la cal hidráulica otorga más resistencia a los morteros, que en general aumenta con el tiempo; endurece más rápidamente, dando a los muros una resistencia inicial que permite acelerar el ritmo de las obras; se logran con ella buenas condiciones de impermeabilidad, y su facultad de endurecer fuera del contacto con el aire, la hace particularmente apta para obras hidráulicas y grandes macizos de albañilería.

Para obras en contacto con agua o tierra húmeda, en grandes espesores de mampostería, en muros muy cargados o sometidos a esfuerzos desfavorables, debe desecharse la cal aérea, a la cual se dará preferencia en morteros destinados a colocar mosaicos, azulejos, etc., por su poder de adherencia.

A las mezclas con fuerte proporción de cemento, el agregado de cal aérea las hace más trabajables. Se la recomienda también como complemento del cemento para juntas de albañilería con ladrillos muy absorbentes (bloques de hormigón, por ejemplo).

En cuanto a la dosificación más conveniente, razones de resistencia aconsejan no pasar la relación 1:4 (ligante-agregados), que ha sido adoptada por la mayoría de los pliegos de obras públicas. Proporciones más débiles, conspiran contra la duración de la obra, ya que tales morteros no afrontan el desmejoramiento que les trae la vejez.

Para terminar, señalemos que una parte de cal hidráulica puede ser reemplazada por una de cal aérea, siempre que se agregue por lo menos  $\frac{1}{8}$  de cemento pórtland.

En cuanto al reemplazo de arena por polvo de ladrillos, puede tolerarse el cambio hasta que resulten por partes iguales, pero solamente en casos comunes, no sujetos a condiciones especiales de clima, esfuerzos, etcétera. El agregado de polvo de ladrillo facilita el manipuleo de la mezcla; debe cuidarse que no contenga tierra, en cuyo caso se convierte en un factor negativo.

### b) Tablas de dosificaciones

Las tablas 6.6, 6.7 y 6.8, dan la cantidad de materiales necesarios para la elaboración de un metro cúbico de mezcla fresca. Se ha hecho una selección de las más comunes, y cualquiera que no figure en ellas, puede ser rápidamente analizada con el método descripto en este capítulo (coeficientes de aporte).

Estas tablas han sido preparadas por comparación de pliegos de condiciones de muy variado origen; detallan una gran cantidad de mezclas usuales, y su inclusión debe ser tomada como informativa solamente, ya que el autor no abre juicio sobre sus cualidades. Con un asterisco están señaladas las de uso más frecuente.

El propósito ha sido el de aliviar la tarea del computista, que hallará resueltas una buena cantidad de dosificaciones que puede encontrar en los pliegos de obras públicas y privadas.

Algunos morteros, aplicables a distintos trabajos, han sido repetidos en todas las tablas a efectos de facilitar su uso.

Estas dosificaciones han sido calculadas por el autor en una mínima parte. Se las ha tomado en general de otras publicaciones, especialmente el "Pliego Tipo de Especificaciones Técnicas" de la DNA y la revista del Centro de Constructores de Obras. La variedad de morteros que contienen estas tablas resulta sorprendente para quienes recorren la literatura europea. Éste es otro de los muchos temas de nuestra técnica que requieren normalización.

### 6.2.6. CONSUMO DE MEZCLAS EN MORTEROS

En los distintos capítulos de este libro se dan indicaciones sobre el consumo de mezcla necesario para las variadas estructuras de un edificio. Con esos datos resulta fácil calcular la cantidad de materiales básicos de la mezcla.

Sea, por ejemplo, calcular la cantidad de cemento, cal hidratada, arena gruesa y polvo de ladrillos para asentar  $1 \text{ m}^2$  de baldosas, con mezcla  $\frac{1}{8}:1:3:1$ . Con la ayuda de los cálculos realizados anteriormente para una mezcla  $\frac{1}{8}:1:3:1$  (tabla 6.3), y teniendo en cuenta que el espesor del manto de asiento es de 2,5 cm, resulta:

cemento	0,025 x 43	kg	1,08	kg
cal en pasta (aérea)	0,025 x 151	kg	3,78	kg
arena mediana	0,025 x 0,732	m <sup>3</sup>	0,018	m <sup>3</sup>
polvo de ladrillos	0,025 x 0,244	m <sup>3</sup>	0,006	m <sup>3</sup>

TABLA 6.6. MORTEROS USUALES EN OBRAS (PARA CONFECCIÓN DE PLIEGOS)

Morteros usuales  C: cemento H: hidráulico A: aéreo R: reforzado M: mixto At : atenuado	Cales de morteros	Proporciones de volúmenes					Materiales para 1 m³ de mezcla						
		Cemento	Cal hidráulico en polvo	Cal aérea hidrat. en polvo	Arena mediana	Arena gruesa	Polvo de ladrillo	Cemento	Cal hidráulica en polvo	Cal aérea hidrat. en polvo	Arena mediana	Arena gruesa	Polvo de ladrillo
Mampostería de sub-muraciones, cimientos, recalces, muros muy cargados, azotado hidrófugo	MC *	1			3			510			1.092		
	MC	1			4			376			1.080		
	MC At	1 ½	½			7		337	100			1.130	
Cimientos y elevación de ladrillos comunes	MH		1			4		167				1.096	
	MHM		1			3	1	169				0.833	0.278
	MHM		1		2		2	190			0.610		0.610
	MHM		1			3	2	153				0.740	0.490
	MHMR	¼	1			3	1	95	160			0.800	0.270
	MHMR	¼	1		2		2	103	182		0.585		0.585
	MC At	1	1			3		423	188			0.905	
	MAR	½		1		4		45		144		1.033	
	MAMR	½		1		3	1	46		145		0.780	0.260
	MAMR	½		1	2		2	47		149	0.532		0.532
	MAM			1	2		2		154	0.536			0.546
	MAM			1		3	2		122			0.658	0.438
	MAM			1		3	1		150			0.802	0.267
	MA			1		4			148			1.061	
MAMR	¼		1		3	1	88		142		0.759	0.253	
Tabique de ladrillos comunes y huecos, panderete y ladrillos sílico calcáreos	MHR	½	1			4		176	153			1.006	
	MHMR	½	1			3	1	185	160			0.800	0.270
	MHMR	½		1		3	1	168		134		0.722	0.240
	MHMR	½		1	3		2	142		114	0.612		0.408
Bloques de hormigón, ladrillos prensados	MC At	1	1		6			247	121			1.170	
	MC At	1	½		6			260	60			1.100	
	MC At	1		1	6			227		91	0.975		
Mampostería de piedra y/o mixta	MHR	¼	1			4		92	160			1.049	
	MC At	1	1			3		423	188			0.905	

\* Dosaje para azotado hidrófugo (factor a/c : 0,50); con aditivo hidrófugo en pasta (1/10 agua empaste) consumo ~ 23 kg/m³ sobre una solución de 250 l.

Fuente: CICIHA-INTI.

\* Dosaje para azotado hidrófugo (factor a/c : 0,50); con aditivo hidrófugo en pasta (1/10 agua empaste) consumo ~ 23 kg/m³ sobre una solución de 250 l.

Fuente: CICIHA-INTI.

Nota: Para las cales en pasta valen las mismas proporciones en volumen; varían las cantidades de materiales necesarios para 1 m³ de mortero, los que no figuran por emplearse en forma restringida. La dosificación en peso para cal aérea hidratada la realizó CIBA. Se tomaron los siguientes valores de pesos específicos: arena gruesa 1.350 kg/m³, arena mediana 1.320 kg/m³, arena fina 1.315 kg/m³, polvo de ladrillo 1.320 kg/m³, cal 560 kg/m³.

Para pasar polvo de ladrillo a arena: Sacarle un 10% al mismo y agregarle dicho resultado a la arena; dado que aquel, actualmente, está prácticamente fuera de uso en obra.

TABLA 6.7. MORTEROS USUALES EN REVOQUES Y CIELOS RASOS

	Proporción en volumen						Materiales necesarios para 1 m³ de mezcla							
	Cemento	Cal		Arena		Polvo de ladrillo	Cemento	Cal		Arena		Polvo de ladrillo		
		Cal aérea hidratada en polvo	Cal hidráulica hidratada en polvo	Fina	Mediana			Gruesa	Cal aérea hidratada en polvo	Cal hidráulica hidratada en polvo	Fina		Mediana	Gruesa
							kg	kg	kg	m³	m³	m³	m³	
JAHARROS														
Bajo enlucido interior común a la cal o yeso en muros	¼	1			3		88	132			0.91			
Bajo enlucido interior común a la cal o yeso en losa	¼	1			2	1	90	143			0.61		0.30	
Exterior muros	¼	1			3	1	88	142				0.73	0.24	
	¼		1		2	1	118		221			0.71	0.36	
	¼	1			4		90	144			1.033			
	¼	1			3	1	84	142			0.75		0.25	
Exterior bajo símil piedra pelnado	1	1			5		254	105				0.91		
Idem. Pulido	1		1		5		282		125			1.01		
Revoque impermeable	1				3		510					1.05		
Impermeable para tanques y cámaras frigoríficas	1				3		504				1.08			
	1	½			3		406	65				1.05		
	1	½	1		4		299	65	151		0.98			
ENLUCIDOS														
A la cal común interior	¼	1			3		102	140			0.97			
	⅓	1			3		55	141			0.97			
	½	1			4		172	137			0.98			
	½		1		4		199		194	1.25				
Idem exterior	¼	1			3		90	144			0.93			
CIELOS RASOS														
Jaharro para bovedillos	1		1		6		272		121		1.17			
Idem. Para metal desplegado	¼	1			3	1	84	140			0.25		0.25	
Idem. Para enlucido símil piedra	1	1			4		309	123				0.84		
	1	1			3	1	309	123				0.63	0.21	

TABLA 6.8. MORTEROS USUALES EN SOLADOS Y REVESTIMIENTOS

	Proporción en volumen						Materiales necesarios para 1 m³ de mezcla							
	Cemento	Cal		Arena			Polvo de ladrillo	Cemento	Cal		Arena			Polvo de ladrillo
		Cal aérea hidratada en polvo	Cal hidráulica hidratada en polvo	Fina	Mediana	Gruesa			Cal aérea hidratada en polvo	Cal hidráulica hidratada en polvo	Fina	Mediana	Gruesa	
<b>PISOS</b>														
Concreto 1ª capa	1				3			504				1,08		
Concreto 2ª capa	1			2				719			1,04			
Linóleum 1ª capa	1					2		660					0,94	
Goma 1ª capa	1			3				545			1,17			
Goma 2ª capa	1			1				1102			0,79			
<b>COLOCACIÓN</b>														
Baldosas cerámicas, mosaicos graníticos o calcáreos	1/8	1				4		45	144				1,033	
	1/2	1				3	2	142	112				0,60	0,40
	1/8		1			3	1	50		170			0,84	0,28
Zócalos	1/4	1			4			90	144			1,033		
	1/4	1				3	1	88	142				0,16	0,25
	1/4	1			2		2	90	143			0,50		0,50
Antepedechos, escalones, umbrales, cordones con baldosas o ladrillos de máquina	1/2	1			4			171	137			0,99		
	1/2		1		4			185		161		1,060		
Azulejos, mayólicas y enchapados de mármol	1	1/2			4			324	65			0,98		
	1	1			4			301	123			0,86		
	1	1			5			261	105			0,75		
	1		1		5			280		120		1,05		
Piso parquet	1	1/4		2,5				465	46			0,83		
Clavado parquet	1		1,5		5		1	115		75		0,86		0,17
Tejas y tejuelas	1/4	1				4		90	144				1,033	
Piso concreto	1				3			510				1,092		
De linóleum/goma	1				2			730				1,050		

**Nota:** Entre las distintas tablas de dosaje consultadas existen algunos valores dispares en cuanto a los materiales necesarios para 1 m<sup>3</sup> de mezcla; no obstante, todos están dentro de una media razonable, de manera que al emplearlos a los efectos de un cómputo, el mismo no se alteraría significativamente.

Como datos medios del consumo de mezcla, y mientras no se prefiera recurrir a otras tablas del texto, pueden tomarse los siguientes:

Cantidad de mezcla necesaria para:

1 m <sup>2</sup> de pared de ladrillos comunes	0,290 m <sup>3</sup>
1 m <sup>2</sup> de tabique de ladrillos huecos	0,010 m <sup>3</sup>
1 m <sup>2</sup> de piso de mosaicos, baldosas coloradas y similares	0,025 m <sup>3</sup>
1 m <sup>2</sup> de revestimiento de azulejos y estructuras similares	0,025 m <sup>3</sup>
1 m <sup>2</sup> de revoque grueso	0,025 m <sup>3</sup>
1 m <sup>2</sup> de enlucido	0,005 m <sup>3</sup>

TABLA 6.9. MORTEROS DE YESO

Tipo de mezcla	Destino	Proporción en volumen	Materiales para 1 m <sup>3</sup>			
			Cal aérea	Yeso	Arena fina	Arena mediana
			kg	kg	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>
1	Terminados	1 : 0 : 0		1.100		*
<b>JAHARROS O ENGROSE: 1) Ver variante</b>						
2	en cielos rasos	1 : 1/3 : 1/2	540	155		0,140
3	en muros	1 : 1/3 : 2	420	120	0,900	
<b>ENLUCIDOS:</b>						
40 kg yeso con 34 l de agua						
Nota: Bolsa de yeso de 40 kg.						

### 1) Variante

Para el *jaharro* o *engrose*, los pliegos generalmente citan el uso del yeso negro, cuya comercialización no es usual en nuestro mercado, por lo cual los yeseros suelen reemplazarlo por la llamada "cal fina", que consiste en una mezcla de cal aérea como aglomerante mayoritario y luego en menor cantidad yeso y cemento. Algunos yeseros incluso llegan casi a suprimir al yeso.

Como dosaje práctico de obra podemos dar:

4	baldes de cal aérea
1/2	balde de yeso
1/4	balde de cemento
15	baldes de arena fina

En rigor es un MAR + 30% de yeso.

## 2) Consumo práctico

Paredes con engrosado: 9 a 10 m<sup>2</sup>/bolsa

Cielos rasos de hormigón con engrosado: 7 a 8 m<sup>2</sup>/bolsa

Consumos totales para engrosado y enlucido:

Paredes de ladrillo hueco: 6 a 7 m<sup>2</sup>/bolsa

Cielos rasos armados: 3 a 4 m<sup>2</sup>/bolsa

En los análisis de costo n° 66, dimos dos aplicaciones de la vermiculita, y los siguientes son datos relativos a la perlita expandida, para mezclas aislantes:

TABLA 6.10. PERLITA

Dosificación	Perlita	Cemento
1 : 4	1 m <sup>3</sup>	375 kg
1 : 5	1 m <sup>3</sup>	300 kg
1 : 6	1 m <sup>3</sup>	250 kg
1 : 7	1 m <sup>3</sup>	215 kg
1 : 8	1 m <sup>3</sup>	190 kg

Actualmente el mercado está suministrando morteros premezclados (bolsas de 30 kg), compuestos con cemento para albañilería y arenas silíceas de granulometría estudiada, apto para trabajos generales de albañilería: mampostería, revoques gruesos, carpetas, alisados, etc. La dosificación y el rendimiento varían según el fabricante.

Al igual que el hormigón seco premezclado, compuesto por cemento pórtland, arena silícea y canto rodado, se provee en bolsas de 40 kg.

*Nota:* Ambos productos sólo necesitan en obra el agregado de agua.

## 6.3. HORMIGÓN

### 6.3.1. HORMIGONES PÉTREOS Y POBRES

Un hormigón está caracterizado por la presencia de agregados gruesos, destinados a ganar volumen. Son agregados gruesos comunes: el cascote de ladrillos, el canto rodado y la piedra partida.

Para obras de relleno, contrapisos, etc., que requieren poca nobleza de material, son usuales los hormigones de cal (preferentemente hidráulica) y cascotes. En estructuras resistentes, deben usarse exclusivamente hormigones de cemento y material pétreo.

Un hormigón es tanto más resistente, cuanto mayor sea la cantidad de cemento. Esta cantidad varía entre 250 y 450 kg por metro cúbico de hormigón colocado en obra.

Los pliegos modernos suprimen la dosificación por volúmenes y prefieren darla fijando el peso del cemento y el de los agregados necesarios para formar 1 m<sup>3</sup> de mezcla. Las tablas 6.11 y 6.12 contienen resueltas las mezclas más usuales.

### 6.3.2. HORMIGONES LIVIANOS

El reemplazo de los agregados pétreos (arena, canto rodado, piedra partida), en forma parcial (no aconsejable), o totalmente, por otros de mayor ligereza, permite obtener hormigones apreciados por su menor peso o por sus condiciones termoaislantes.

Los materiales de reemplazo son del más variado origen —están aquellos que pueden ser considerados desechos de la industria (escorias, carbónilla), los de origen natural (piedra pómez), otros resultantes de una elaboración de productos naturales (vermiculita, arcilla expandida, perlita expandida) y finalmente otros provenientes de complejos procesos de la industria química (copos de poliestireno expandido).

TABLA 6.11. HORMIGONES POBRES

Clase de trabajo	Proporciones volumen					Materiales necesarios para 1 m <sup>3</sup>				
	Cemento pórtland	Cal hidratada en polvo	Arena gruesa	Polvo de ladrillos	Cascotes de ladrillos	Cemento pórtland	Cal hidratada en polvo	Arena gruesa	Polvo de ladrillos	Cascotes de ladrillos
	kg	kg	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	kg	kg	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>
1 Contrapisos	1/8	1	4		8	18	63	0,412		0,824
	1/4	1	3	2	10	41	70	0,275	0,200	0,930
2 Base de cordones y conductos, asiento de fundaciones, graderías	1/8	1	4		8	13	63	0,412		0,824
3 Relleno de pozos, fondo de tanques	1/4	1	3	1	6	42	74	0,363	0,121	0,726
4 Fondo de cámaras		1	3		5		91	0,450		0,750

*Nota:* En M<sup>2</sup> y H<sup>2</sup> con polvo de ladrillo en su dosificación, si le descontamos a éste un 10% a su cantidad, podemos tener su equivalente en arena.



TABLA 6.12. HORMIGONES PÉTREOS

Tipo	Proporción en volumen	Materiales necesarios para hacer 1 m³ de hormigón			Destino
		Cemento	Arena	Piedra	
		kg	m³	m³	
1	1 : 2 : 2	430	0.630	0.630	Elementos prefabricados. Chimeneas, tanques, pilotes, postes.
2	1 : 2 : 3	350	0.500	0.750	
	1 : 2 ½ : 2 ½	360	0.635	0.635	
3	1 : 3 : 3	300	0.650	0.650	Entrepisos corrientes.
	1 : 2 : 4	300	0.430	0.860	Estructuras de compresión.
4	1 : 3 ½ : 3 ½	265	0.660	0.660	
	1 : 3 : 4	265	0.570	0.750	Zapatas, cimientos. Estructuras macizas.
5	1 : 4 : 4	235	0.670	0.670	
6	1 : 4 : 5	210	0.590	0.750	
7	1 : 5 : 5	200	0.710	0.710	

Un hormigón de arcilla expandida armado (reemplaza a la piedra o canto rodado), bien apisonado y dosificado, con 300 kg de cemento por metro cúbico, tiene calidad de hormigón resistente con sólo 1.680 kg/m³ de peso; es decir, un 30% menos con respecto al de agregados pétreos (2.400 kg/m³) (ver tabla 6.13).

Un hormigón resistente y térmico, con peso aproximado a los 1.250 kg/m³ útil para contrapisos, puede lograrse con una mezcla como ésta:

cemento 256 kg; perlita 0.509 m³; arena 0,545 m³.

#### 6.4. NOMENCLATURA DE MORTEROS Y HORMIGONES

El modo correcto de nombrar una mezcla, es éste: 1/8:1:3:1 (cemento, cal aérea, arena, polvo de ladrillos) o éste:

1/8 cemento; 1 cal aérea; 3 arena; 1 polvo de ladrillos.

De este modo queda todo definido, sin dudas de ninguna naturaleza. Carece de sentido técnico agregar otras calificaciones. Expresiones como "hormigón pobre", "mortero reforzado" no significan nada si no hemos dicho cuánto y de qué. Son expresiones que pertenecen al lenguaje común, no al técnico.

TABLA 6.13. HORMIGONES LIVIANOS DE ARCILLA EXPANDIDA

Proporción en volumen	Uso	Peso unitario kg/m³	Materiales necesarios para 1 m³						
			Cemento kg	Arena		Arcilla			
				Fina m³	Gruosa m³	0-1 m³	1-3 m³	3-10 m³	10-20 m³
1 : 1 ½ : 2 ½	Estructural <sup>1</sup>	1.800	350	-	-	-	0.190	0.290	0.280
1 : 2 ½ : 2 ½	Estructural	1.750	350	-	-	-	-	0.600	-
1 : 3 : 3	Estructural	1.600	300	-	-	-	-	0.620	-
1 ½ : 5 ½ : 5 ½	Id. Poco exigido	1.555	250	0.220	0.410	-	-	0.675	-
1 : 3 : 4	Premoldeados pesados	1.540	250	0.200	0.300	-	-	0.805	-
1 : 3 ½ : 6	Premoldeados livianos	1.400	200	-	0.500	-	-	0.400	0.450
1 : 2 : 7	Aislante (portante)	1.350	200	-	0.300	-	-	0.550	-
1 : 3 ½ : 6	Aislante (autoportante)	1.350	200	-	0.500	-	-	-	0.550
1 : 3 : 10	Aislante (liviano)	1.250	150	-	0.300	-	-	-	1.050
1 : 4 : 5 ½	Ignífugos <sup>2</sup>	1.100	200	-	-	-	0.320	0.350	0.380
1 : 9 *	Contrapiso común (140 l agua)	900	170	-	-	-	-	1.050	-
1 : 9 *	Contrapiso aislante (130 l agua)	800	170	-	-	-	-	-	1.050

\* Dosaje práctico de obra para ambos contrapisos: 1 balde de agua 8 l; 1 canasto cemento 12 l; 9 canastos arcilla (3-10 ó 3-20) según corresponda.

<sup>1</sup> Cemento de fragüe rápido.

Con un hormigón, 1:2:10: 7 ½; (cemento, 80 kg; cal hidráulica hidratada 120 kg; arcilla expandida grano 0 (0,60 m³), y grano 1-2 (0,34 m³), se logra la carpeta clavable, apta para pisos parquet.

Observación (usos según granulometría de la arcilla expandida):

• Grano 0-3 mm: Agregado fino para morteros y hormigones.

• Grano 3-10 mm: Hormigón estructural, refractario y contrapisos.

• Grano 10-20 mm: Hormigones refractarios, contrapisos aislantes.



La primera expresión se refiere a los hormigones cuyo agregado grueso es el cascote de ladrillos. La segunda, a los morteros mixtos de cal y cemento.

Los hormigones suelen denominarse por su contenido de cemento, en kilogramos, por ejemplo: hormigón de 350 kg/m<sup>3</sup>.

Los ligantes van siempre en primer término, comenzando con el cemento, cuando lo hay. El segundo término se reserva para los agregados, comenzando con la arena; en los últimos lugares se colocan los agregados no pétreos (vermiculita, polvo de ladrillos, etc.).

Ver también designación de las mezcla según normas IRAM 1513 P.

#### 6.4.1. PRODUCTOS DE ADICIÓN PARA EL MEJORAMIENTO DE MORTEROS Y HORMIGONES

La industria provee una buena cantidad de productos, que permiten mejorar las propiedades de los morteros y hormigones, y aun agregarles propiedades nuevas que por sí mismos no tendrían.

Se trata con ellos de aumentar la resistencia mecánica a los esfuerzos estáticos, dinámicos como la resistencia física contra la intemperie, a la abrasión; resistencia contra el efecto de aguas o agentes químicos agresivos como el aumento de las condiciones de impermeabilidad, aceleración o el retardo del fraguado, etc.

Estos productos se expenden en polvo, líquidos o en pastas, para ser agregados directamente en la hormigonera, en pastones para mezclar con el agua de amasado, etc. El uso debe hacerse siguiendo las indicaciones del fabricante, y destinando cada producto nada más que al servicio para el que ha sido fabricado.

Damos los datos de consumo orientativos aproximados. Consúltese con el fabricante, para su mayor exactitud, según producto.

a) Impermeabilizantes (para morteros)	
para capa aisladora, por cada m <sup>2</sup> de 1 cm de espesor:	
en polvo	0,07 a 0,10 kg
en pasta	0,25 a 0,35 kg
para azotado impermeable de muros,	
por m <sup>2</sup> de 1 cm de espesor	0,20 a 0,25 kg

b) Plastificantes para hormigón	
por cada bolsa de cemento	½ kg
c) Incorporadores de aire	
líquido, por c/bolsa de cemento	20 cm <sup>3</sup>
en polvo, por c/bolsa de cemento	0,25 kg
d) Retardadores de superficie	
por m <sup>2</sup> de encofrado	0,15 kg
e) Anticongelantes	
por cada bolsa de cemento	0,50 kg
(este consumo depende del grado de frío)	
f) Endurecedores de superficie	
por m <sup>2</sup> de piso, dos manos	0,05 kg
g) Selladores	
por m <sup>2</sup> de superficie	0,15 kg

*Nota:* Su empleo debe ser hecho con carácter restrictivo, dado que "las adiciones suelen dotar a las mezclas de una propiedad determinada en detrimento de otras", por ello se deben realizar en estricto control de sus dosajes. (Fuente: Dr. Ing. A. Hummel.)

El consumo, por ejemplo: Por cada 10 m<sup>2</sup> de capa aisladora de 1 cm:

Cemento	50 kg
Arena gruesa	150 kg
Agua	25 l
Hidrófugo	2,5 kg

Por ejemplo: un piso tendido con mortero 1:3, llevaría 36 kg de pigmento, 474 kg de cemento y 1,092 m<sup>3</sup> de arena, por metro cúbico.

Los morteros de yeso se usan como pasta dura para enlucidos, en cuyo caso la fina película de terminación no requiere más de 3 kg/m<sup>2</sup>, o a la "cal fina", con mortero de cal (1 cal aérea : 2 ½ arena fina), preparado previamente, y como base dura para pegar -telas vinílicas por ejemplo- se lo mezcla con cemento, obteniéndose el llamado yeso reforzado.

TABLA 6.14. RESUMEN DE MORTEROS MÁS USUALES EN OBRA

SÍNTESIS DE MORTEROS (Dosificación práctica de obra)												
Utilización	Designación según IRAM 1513 P.	Proporción en volumen					Material para 1 m <sup>3</sup> mezcla					
		Cemento pórtland	Cal aérea hidratada en polvo	Cal hidráulica hidratada en polvo	Arena fina	Arena mediana	Arena gruesa	Pulvo de ladrillo	Cemento pórtland	Cal aérea hidratada en polvo	Cal hidráulica hidratada en polvo	Pulvo de ladrillo
									kg	m <sup>3</sup>		
Mampostería ladrillo común	M.H.M.			1			3	1		169		0,833 0,278
Mampostería reforzada	M.A.M.R.	1/8	1				3	1	42	145		0,780 0,200
Recalces, azotados	M.C.	1				3			510		1,092	
Tabiques	M.H.R.	1/2		1			4		176	153		1,008
Jaharro interior	M.A.R.	1/4	1			3			88	132		0,879
Enlucido interior	M.A.R.	1/8	1		3				55	141	0,943	
Jaharro exterior	M.A.M.R.	1/4	1			3		1	88	142		0,730 0,243
Enlucido exterior	M.A.R.	1/4	1		3				90	144	0,920	

TABLA 6.15. RESUMEN DE HORMIGONES MÁS USUALES EN OBRA

SÍNTESIS DE HORMIGONES (Dosificación práctica de obra)										
Utilización	Designación según IRAM 1513 P.	Proporción en volumen				Material para 1 m <sup>3</sup> mezcla				
		Cemento pórtland	Cal hidráulica hidratada en polvo	Arena gruesa	Cascote de ladrillo	Cemento pórtland	Cal hidráulica hidratada en polvo	Arena gruesa	Cascote de ladrillo	Canto rodado
						kg	m <sup>3</sup>			
Contrapisos, asiento cimiento	H.H.R.P.	1/8	1	4	8	18	63	0,412	0,824	
Zapatillas, dados, bases	H.C.	1		2	4	288		0,411		0,822
Columnas, vigas, losas, etc.	H.C.	1		3	3	288		0,616		0,616

## 6.4.2. MORTEROS Y HORMIGONES CON CEMENTO DE ALBAÑILERÍA

A partir del *clinker* de cemento pórtland, y mediante el agregado de sustancias que mejoran la plasticidad y la retención de agua, se obtiene el cemento de albañilería (que no debe ser usado en estructuras, pero que sirve para reemplazar a las cales en el trabajo del albañil).

Los fabricantes aconsejan las siguientes dosificaciones:

TABLA 6.16. DOSAJES PRÁCTICOS PARA CEMENTO DE ALBAÑILERÍA

Trabajo	Volúmenes o partes iguales					Material para 1 m <sup>3</sup>				
	Cemento de albañilería	Arena	Cascote	Arcilla expandida	Agua	Agua	Arena	Cemento de albañilería	Cascote	Arcilla expandida
						l	m <sup>3</sup>	kg	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>
Mampostería:										
Gruesa (0,30 m o más)	1	7	-	-	1 1/2	187	1,394	187	-	-
Tabique o ladrillo hueco	1	5	-	-	1 1/4	225	1,344	251	-	-
Bloques	1	5	-	-	1 1/4	225	1,344	251	-	-
Revoque grueso	1	5	-	-	1 1/4	225	1,344	251	-	-
Revoque fino	1	3	-	-	1 1/4	263	1,000	276	-	-
Contrapisos:										
De cascotes	1	4	8	-	1 1/4	160	0,450	105	0,900	-
De arcilla expandida	1	3	-	7	1 1/4	140	0,400	120	-	1,000
Carpetas bajo parquet	1	5	-	-	1 1/4	225	1,344	251	-	-
Alisado bajo techado asfáltico	1	5	-	-	1 1/4	225	1,344	251	-	-
Colocación azulejos	1	3	-	-	1 1/2	187	1,000	276	-	-

# 7. HORMIGÓN ARMADO

## 7.1. GENERALIDADES

Hasta 1963, las estructuras de hormigón armado fueron reguladas por el capítulo correspondiente del Código de la Edificación de Buenos Aires, de cumplimiento forzoso para la ciudad capital, pero que, de un modo espontáneo, se aplicaba en el país entero. En ese año se conoció el Proyecto de Reglamento Argentino para Hormigón Estructural –más conocido como PRAHE– y su uso, por imposición o espontáneamente, se generalizó en toda la república. Hasta que, finalmente, en el año 1983 la ex-Secretaría de Estado de Transporte y Obras Públicas crea el Centro de Investigaciones de los Reglamentos Nacionales de Seguridad para las Obras Civiles (CIRSOC); y en el año 1987, la Secretaría de Obras Públicas crea el Sistema Reglamentario Argentino para las Obras Civiles (SIREA). A partir de 1990 el CIRSOC integra el SIREA.

Luego del fin de la Segunda Guerra Mundial, el constructor pudo contar con un conocimiento más acabado de la tecnología de ese material, con el advenimiento de nuevos materiales, como los aceros de alto límite de fluencia, que no se habían usado en el país. Por su parte, la teoría dio a los calculistas nuevos modelos para el diseño y la verificación de estructuras.

Estos hechos no modifican, seguramente, el trabajo del computista, –medir lo que está en los planos–, pero sí obliga a cambiar algunas de las tablas de este manual y modificar parte de la información que contiene.

Desde el punto de vista de la construcción, una obra de hormigón armado supone una estructura temporaria y otra permanente. La primera es

el encofrado, que insume grandes cantidades de materiales y de mano de obra; la segunda, es la obra definitiva, en la cual han intervenido el cemento, los agregados, el hierro y ocasionalmente, el ladrillo hueco u otros elementos de relleno.

Todo cómputo debe orientarse a la cuidadosa separación de tales elementos en detalles independientes, siempre que lo permita la información técnica de que se disponga. No siempre se está al alcance de dicha información, y aunque sea esa la forma de alcanzar resultados que puedan ser tenidos francamente como exactos, en la mayoría de los casos, son razones de tiempo las que impiden hacer un análisis completo de la estructura.

En tales circunstancias –que se presentan con frecuencia– se recurre al uso de coeficientes establecidos sobre bases empíricas, que resultan del control de los materiales empleados en obras ya ejecutadas, y que aplicados a la superficie cubierta, dan la aproximación suficiente para el estudio de obras nuevas.

## 7.2. MÉTODO PARA MEDICIÓN

El método por seguir dependerá, en primer lugar, de la información que se tenga, y en segundo lugar, del grado de exactitud con que se desee conocer el consumo de materiales.

Hay dos formas de medir una estructura de hormigón armado. La primera consiste en considerar solamente el volumen de hormigón, con prescindencia de los demás elementos; es el método que han adoptado las normas de la DNA y muchas empresas privadas. Este método interesa sobre todo a quien no construye la obra, y tiene el inconveniente de no dar en forma precisa el consumo de hierro, cuyo conocimiento queda librado al uso de coeficientes.

La segunda forma consiste en determinar por separado el volumen de hormigón, el tonelaje de hierro y la superficie de madera de encofrados. El proceso es más lento, pero más exacto, y por otra parte, resulta el camino obligado para fijar los coeficientes mencionados y formar presupuestos.

El trabajo de computar hormigón no termina, pues, con la obtención de resultados totales, sino que –cuando se lo hace completo– debe llegarse a comprobar que esos resultados estén de acuerdo con el consumo medio que dan tales coeficientes empíricos.

Se busca como resultado final, los siguientes valores:

- E** ( $\text{kg}/\text{m}^3$ ): kilos de hierro por metro cúbico de hormigón;
- d** ( $\text{m}^3/\text{m}^2$ ): metros cúbicos de hormigón por metro cuadrado de superficie cubierta (espesor medio);
- e** ( $\text{kg}/\text{m}^2$ ): kilos de hierro por metro cuadrado de superficie cubierta;
- m** ( $\text{m}^2/\text{m}^2$ ): metros cuadrados de madera por metro cuadrado de superficie cubierta;
- M** ( $\text{m}^2/\text{m}^3$ ): metros cuadrados de madera por metro cúbico de hormigón.

Estos valores pueden ser aplicados a la totalidad de la obra, o a cada una de sus partes (por ejemplo, a cada piso) y su comparación con los correspondientes a otras obras del mismo tipo ya ejecutadas informando así sobre las condiciones económicas del proyecto, que en algunas ocasiones obligarán a un nuevo cálculo.

### 7.2.1. OPERATIVIDAD DE LA MEDICIÓN

La unidad de medida es, en general, el metro cúbico ( $\text{m}^3$ ).

En algunos casos se prefiere la aplicación de otros criterios; así por ejemplo:

- Estructuras de tipo lineal (encadenados, dinteles, cordones, etc.) Por metro lineal (ml);
- Estructuras de gran superficie y poco espesor (membranas, tabiques, losas, cubiertas, etc.) Por metro cuadrado ( $\text{m}^2$ );
- Tanques, cisternas Por capacidad de almacenaje;
- Escaleras Por escalón, etc.

### Los pasos a seguir

a) No se descontará el volumen que ocupa la armadura involucrada en la masa de hormigón, ya que es una parte despreciable del volumen total, que en zapatas y bases de columnas llega al 0,6% y en vigas comunes al 1,8%. En casos excepcionales, pórticos, estructuras muy armadas, alcanza

al 5% y aun al 7%. Es, de todos modos, una parte muy pequeña del volumen total, y no está justificado descontarla.

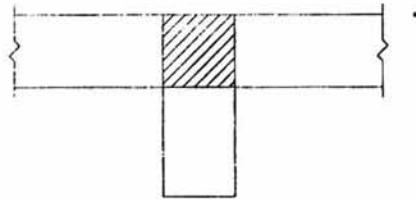


Fig. 7.1. La parte sombreada pertenece a la viga.

b) Se medirá el volumen realmente ejecutado, por aplicación de la fórmula geométrica que corresponda, evitando la superposición de cálculos. En la figura 7.1. se representa un caso frecuente de superposición: la parte sombreada, común a la losa y a la viga, es generalmente asignada a ambas partes, cometiéndose un exceso tanto mayor cuanto mayor es la importancia de la obra.

En la práctica corriente, la superposición se produce también en el encuentro de columnas y vigas, pero esto tiene menos importancia que lo anterior.

c) La estructura será dividida en sus partes integrantes (losas, vigas, columnas, etc.), respetando en esta división el concepto de computar por separado todos los elementos que se diferencien esencialmente por su forma de ejecución. Para cada uno de estos elementos, se aplicarán las indicaciones que se detallan en las normas oficiales.

### 7.2.2. NORMAS DE LA DNA

Véanse en el capítulo III, "Hormigón armado", los artículos n<sup>os</sup> 13 a 20, con las modificaciones y agregados de los anexos I y II.

La norma básica "computar sobre planos aprobados", pareciera debilitar todo cómputo anterior a la aprobación, que es el caso de proyectos y planos de licitación. Sin embargo, las disposiciones de este articulado son perfectamente válidas para ambos casos.

Por eso se recomienda estudiar esta parte de las normas, y especialmente examinar los ejemplos que la acompañan. Como puede verse, se refieren exclusivamente al volumen de hormigón, dándose por incluidos en la unidad (el m<sup>3</sup>) la armadura y el encofrado.

Además, estas normas dejan librados a criterios particulares los casos que no detallan y se remiten a lo que, en cada caso, establezcan los pliegos de condiciones, que por regla general no dicen nada al respecto.

Vamos a agregar algunas observaciones complementarias que contemplan la práctica corriente, y que, juntamente con aquellas, resultarán suficientes para orientar un cómputo.

Ellas son:

#### a) Losas nervuradas (con ladrillos huecos)

Se tendrá en cuenta solamente el volumen efectivo de hormigón, descontando el volumen ocupado por los ladrillos.

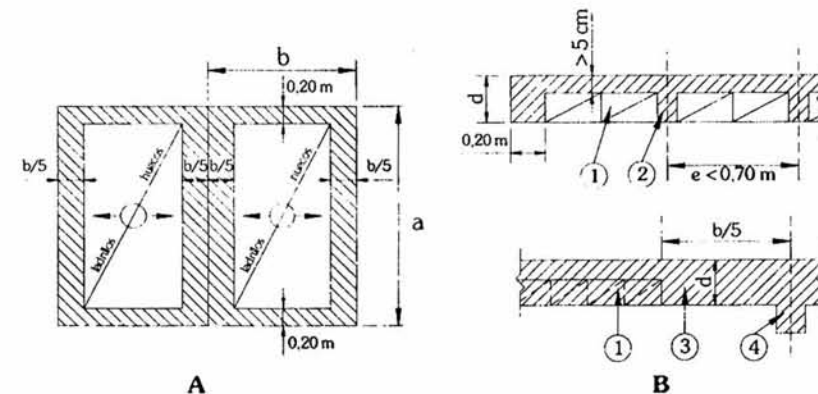


Fig. 7.2. (A, B) Indica las dimensiones corrientes de los bordes macizos en losas nervuradas.

1) Ladrillos huecos; 2) Nervio armado; 3) Borde de apoyo; 4) Viga.

En la figura 7.2, "A" y "B", se muestran, en corte y planta, las características de una losa de este tipo, con la indicación de las dimensiones límite de cada una de sus partes. Véase que los bordes son macizos, como asimismo toda la parte superior.



El cómputo se hace así:

hállese el volumen total, como si la losa fuese maciza;

$$V_1 = a \cdot b \cdot d$$

hállese la cantidad de ladrillos huecos por aplicación de la siguiente fórmula;

$$N = \frac{3 \cdot n \cdot a \cdot b}{5 \cdot e}$$

donde las letras tienen el significado que se ve en la figura y  $n$  es el número de ladrillos por metro lineal de nervio; hágase finalmente:

$$V \text{ efectivo} = V_1 - N \cdot v$$

en la que  $v$  es el volumen de un ladrillo.

El tipo y medidas de ladrillos de relleno deben estar indicados en las planillas de cálculo, de donde resulta fácil determinar el valor de  $n$ . Si así no fuera, el computista puede establecerlo basándose en las medidas comerciales, en razones de economía, y en el consejo de que son preferibles las mayores unidades que sean compatibles con las medidas de espesor de losa y separación entre nervios.

Para ancho entre nervios muy grandes (que superen 0.70 m), es prudente investigar la conveniencia de grandes elementos de poliestireno expandido.

El número de ladrillos huecos debe ser especialmente señalado, debiéndose formar con ellos, un ítem especial del presupuesto.

Para cuando no se aplique la fórmula dada más arriba puede admitirse que un 60% de la superficie de la losa está ocupada por ladrillos huecos.

### b) Escaleras

El cubaje se encontrará sumando al de la losa, el volumen de los escalones. Si las dimensiones de la escalera se toman en planta, como ocurre en la mayoría de los casos, el espesor promedio de escalones es exactamente igual a la mitad de su altura. Es muy común que en los planos de

hormigón, falten indicaciones sobre las escaleras; en tales casos, multiplíquese la superficie en planta por 0.22 m:

$$V \text{ (m}^3\text{)} = 0.22 \cdot S \text{ (m}^2\text{)}$$

Este factor tiene en cuenta el aumento de volumen debido a la pendiente y el sobre-espesor por escalones. Se entiende que la fórmula es aplicable solamente a los tramos en pendiente; los descansos, cuando son de dimensiones normales, serán considerados como losas de 8 cm.

### c) Pórticos

Los pórticos serán computados por separado, considerando como tales al conjunto de pies derechos y vigas o arcos que los formen (fig. 7.3).

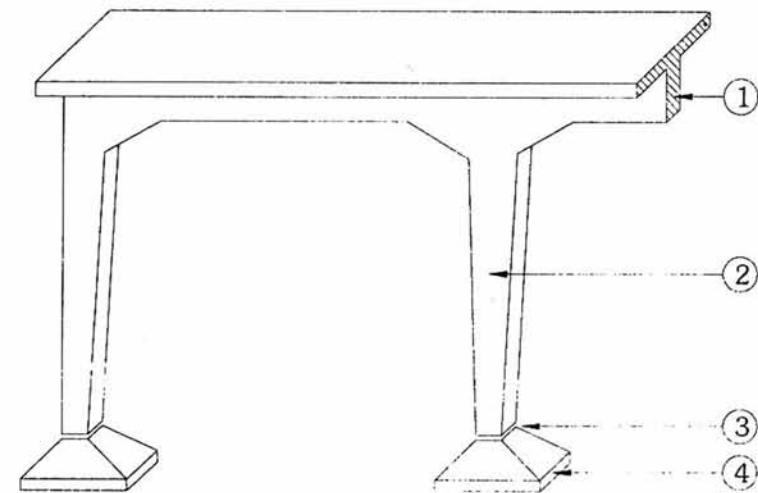


Fig. 7.3. Solamente 1) viga; y 2) columna forman el pórtico. Se mide hasta 3) donde comienza la base 4).

### d) Tanques

Cuando estén vinculados a la estructura del edificio y sean de poca capacidad (caso de edificios de renta), sus costados serán considerados co-

mo vigas y como losas la tapa y el fondo. Cuando alcancen importancia especial serán medidos independientemente, incluyendo en un solo volumen todas sus partes.

Si el tanque es independiente del edificio, su estructura de sostén será medida por sus elementos (losas, vigas, columnas, etc.), y el cuenco, con su cubierta, se medirán en un volumen único.

#### e) Pilotes

Es conveniente computarlos por unidad. La longitud de hinca de un pilote es un dato desconocido en el momento del cómputo, y sólo puede ser estimada por comparación con pilotajes ejecutados en la zona vecina, sin que esta estimación pueda ser segura. Cuando esta longitud sea conocida, se medirán por metro cúbico o por metro lineal.

En el *pilote premoldeado* hay dos operaciones independientes y desfasadas en el tiempo: la fabricación y la hinca. Era muy común fabricarlos en obra y encomendar la hinca a una empresa especializada; hoy no sería aconsejable.

La profundidad de la hinca puede ser –y generalmente lo es– distinta de la longitud de fabricación. De allí que lo usual, en este caso de pilotes premoldeados, sea medir por el largo de fabricación, según el ejemplo de las normas de la DNA, del capítulo III, “Hormigón Armado”, artículo n° 20 –Pilotes–, y anexo II, artículo n° 20.1. –Pilotes moldeados *in situ*–. En la unidad queda incluido el azuche, si lo hay.

En cambio, los *pilotes moldeados in situ* (mediante la hinca previa de un tubo metálico), definen su longitud en el momento de la hinca. Las longitudes establecidas *a priori*, sin un conocimiento acabado del suelo, sólo son conjeturales. De todos modos, la medición vendrá hecha en metros lineales o metros cúbicos. Sólo resta agregar que el subcontratista del pilotaje pretenderá cobrar su largo total, en tanto que la norma sólo autorizará esa longitud menos la parte descarnada, o “desmochada”, necesaria para involucrar el pilote dentro del cabezal. Éste es otro ejemplo de la importancia de la forma de medir en el costo.

En *pilotes de gran diámetro* (colados dentro de un pozo excavado *a priori*) –figura 7.4– el subcontratista pretenderá medir la longitud desde la plataforma de trabajo (3), en tanto que la longitud de pago al contratista principal será desde el fondo del cabezal (1) y el volumen de hormigón colocado estará dado por (2). Véase el análisis.

#### f) Losas hongo:

Las columnas se medirán en conjunto con sus capiteles; la losa irá por separado.



Fig. 7.4. Pilotes de gran tamaño.

#### 7.2.3. FÓRMULAS A EMPLEAR PARA EL CÁLCULO DE BASES Y COLUMNAS

Las bases de hormigón armado tienen la forma corriente que indica la figura 7.5.

El volumen de tal cuerpo es:

$$V = V_1 + V_2,$$

donde:

$$V_1 = S_1 \cdot b_1,$$

y

$$V_2 = \frac{b_2 - b_1}{3} \cdot [S_1 + S_2 + \sqrt{S_1 \cdot S_2}],$$

donde:

$$S_1 = a_1 \cdot a_2$$

$$S_2 = c_1 \cdot c_2.$$

El volumen del tronco de pirámide es exacto únicamente cuando se cumple la condición de ser las bases paralelas, cuadradas o semejantes. En caso contrario es solamente aproximada, pero con un grado de aproximación tolerable.

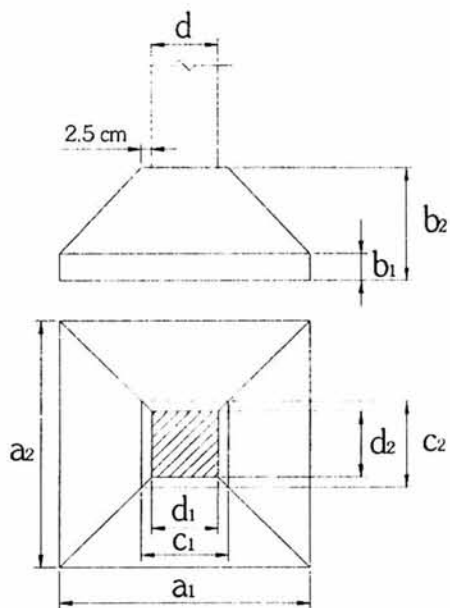


Fig. 7.5. Base de columna.  $b_1 = 15$  cm (mínimo).

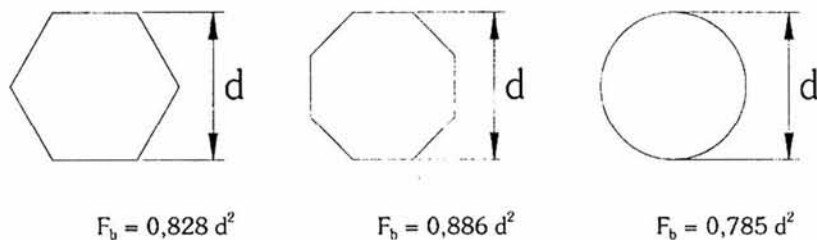


Fig. 7.6. Bases.

TABLA 7-1. BASES CUADRADAS DE HORMIGÓN ARMADO

Da el volumen de la base (en  $m^3$ ) para tensiones del terreno ( $\sigma_1$ ) de 0,5 a 3  $kg/cm^2$  cuando se conoce la superficie de asiento (dato del plano municipal de cálculo). Si sólo se conoce la carga que incide sobre la base, divídase por  $\sigma_1$  y se tendrá S. Es aplicable a bases rectangulares siempre que la relación entre el lado mayor y menor sea inferior a 1,20.

S ( $m^2$ )	Volumen de la base para $\sigma_1$ ( $kg/cm^2$ ) =						S ( $m^2$ )	Volumen de la base para $\sigma_1$ ( $kg/cm^2$ ) =					
	0,5	1	1,5	2	2,5	3		0,5	1	1,5	2	2,5	3
0,36	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	6,00	2,09	2,26	2,31	2,52	2,82	2,92
0,49	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,08	6,25	2,15	2,40	2,45	2,62	2,93	3,16
0,64	0,09	0,09	0,10	0,11	0,12	0,13	6,50	2,26	2,54	2,55	2,72	3,18	3,36
0,72	0,11	0,11	0,12	0,12	0,13	0,14	6,76	2,36	2,68	2,70	2,96	3,30	3,59
0,81	0,12	0,12	0,13	0,14	0,15	0,16	7,02	2,42	2,85	2,87	3,02	3,42	3,83
0,90	0,13	0,15	0,15	0,16	0,17	0,18	7,29	2,59	3,00	3,07	3,27	3,71	4,12
1,00	0,14	0,17	0,19	0,23	0,24	0,24	7,55	2,71	3,15	3,19	3,45	3,84	4,22
1,10	0,16	0,20	0,21	0,24	0,26	0,27	7,84	2,90	3,31	3,40	3,61	4,14	4,41
1,21	0,20	0,23	0,25	0,26	0,29	0,34	8,12	2,99	3,47	3,53	3,75	4,29	4,55
1,32	0,21	0,26	0,28	0,30	0,32	0,36	8,41	3,10	3,57	3,78	3,94	4,44	4,85
1,44	0,23	0,29	0,31	0,34	0,38	0,41	8,70	3,28	3,76	4,02	4,18	4,75	5,15
1,56	0,25	0,31	0,34	0,37	0,41	0,48	9,00	3,44	3,99	4,12	4,41	4,94	5,46
1,69	0,31	0,36	0,38	0,41	0,44	0,51	9,30	3,62	4,19	4,40	4,74	5,26	5,70
1,82	0,33	0,41	0,43	0,46	0,51	0,54	9,61	3,83	4,43	4,55	4,96	5,44	5,91
1,96	0,35	0,45	0,49	0,51	0,55	0,60	9,92	4,04	4,65	4,89	5,06	5,58	6,13
2,10	0,37	0,50	0,52	0,54	0,59	0,66	10,23	4,16	4,76	4,91	5,37	6,00	6,55
2,25	0,51	0,55	0,56	0,58	0,69	0,73	10,56	4,28	5,00	5,12	5,64	6,20	6,92
2,40	0,54	0,61	0,62	0,65	0,72	0,78	10,89	4,49	5,21	5,32	5,84	6,63	7,26
2,56	0,57	0,66	0,68	0,72	0,83	0,87	11,22	4,70	5,45	5,54	6,15	6,80	7,48
2,72	0,67	0,72	0,73	0,77	0,88	0,92	11,56	4,95	5,75	5,84	6,45	7,27	7,89
2,89	0,71	0,78	0,80	0,84	0,93	1,03	11,90	5,00	6,05	6,10	6,82	7,42	8,54
3,06	0,76	0,85	0,86	0,89	1,05	1,13	12,25	5,27	6,15	6,31	7,00	7,65	8,80
3,24	0,82	0,89	0,90	0,98	1,11	1,20	12,60	5,44	6,45	6,57	7,30	8,22	9,25
3,42	0,88	0,97	0,97	1,03	1,23	1,42	12,96	5,67	6,69	6,89	7,45	8,50	9,60
3,61	0,95	1,02	1,03	1,11	1,31	1,50	13,22	5,98	6,87	7,13	7,80	8,90	10,20
3,80	1,01	1,11	1,14	1,22	1,37	1,62	13,70	6,13	7,28	7,33	8,27	9,50	
4,00	1,10	1,18	1,27	1,43	1,53	1,78	14,00	6,44	7,48	7,70	8,42	10,10	
4,20	1,16	1,30	1,40	1,51	1,61	1,86	14,40	6,68	7,75	8,10	8,75	10,95	
4,41	1,24	1,40	1,51	1,62	1,68	1,87	14,75	6,95	8,00	8,44	9,20	11,70	
4,62	1,46	1,60	1,64	1,71	1,90	1,97	15,20	7,22	8,25	8,75	9,40	12,20	
4,84	1,58	1,72	1,74	1,86	2,02	2,14	15,50	7,28	8,64	9,12	9,80		
5,06	1,66	1,83	1,86	1,99	2,18	2,30	16,00	7,64	8,90	9,47	10,30		
5,29	1,72	1,93	1,94	2,11	2,27	2,41	16,30	7,95	9,31	9,90	10,90		
5,62	1,82	2,00	2,06	2,19	2,48	2,60	16,70	8,00	9,50	10,35	11,35		
5,71	1,93	2,19	2,20	2,35	2,60	2,79	17,20	8,35	9,86	10,97	12,00		

S = Superficie de asiento.

Mayores errores son los que se cometen con la aplicación de la llamada fórmula de la "base media":

$$V = \frac{1}{2} \cdot (S_1 + S_2) \cdot b,$$

con la cual se derivan diferencias tanto mayores, cuanto mayor es la diferencia entre  $S_1$  y  $S_2$ .

La máxima diferencia es de alrededor del 13% (cuando la base superior es muy pequeña con respecto a la inferior). Puede admitirse que el error promedio para bases comunes, es del 5%, cifra que no tiene importancia cuando se trata de obras pequeñas, pero que puede alcanzar totales importantes cuando se estudian grandes obras.

Algunas bases de forma complicada se computan descomponiéndolas en cuñas (ver apéndice I, I.7 Sólidos, "Áreas y volúmenes", ver CD).

La tabla 7.1 puede usarse para cubicaciones rápidas, cuando se conoce la carga que recibe cada base y la resistencia del terreno, o la superficie de apoyo, datos que están consignados en las planillas municipales del cálculo.

La figura 7.6 resume las fórmulas usuales en el cómputo de columnas.

#### 7.2.4. TIPOS Y PESOS DE LOS ACEROS

El CIRSOC 201 clasifica los aceros para estructuras hormigón en cuatro categorías (AL-220 –los redondos lisos– / ADN-420 / ADM-420 –los de dureza natural y las mallas soldadas lisas y nervuradas– y AM-500); definidas por sus tensiones características de fluencia y rotura y su tensión admisible.

**Nota:** Para tener valores de tensiones admisibles de trabajo a los efectos de un cómputo y presupuesto empleando un coeficiente de seguridad de 1,75, por ej. para el acero AL-220 –  $220/1,75 = 120 \text{ MN/m}^2$  –  $420/1,75 = 240 \text{ MN/m}^2$ .  $\text{MN/m}^2 = 10 \text{ kgf/cm}^2$ .

TABLA 7.2. TIPOS DE ACERO PARA ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN Y SUS PROPIEDADES

Forma de utilización en obra	1	2	3	4	5
	Barras de acero			Mallas de acero	
Tipo de acero	AL-220	ADN-420	ADM-420	AM-500	
Elaboración del acero	Laminado en caliente sin tratamiento	Dureza natural	Dureza mecánica	Dureza mecánica	
Conformación superficial	Lisa (L)	Nervurada (N)	Nervurada (N)	Barras lisas	Barras perfiladas (P) nervuradas (N)
Designación abreviada	I	III DN	III DM	IV L	IV C
1 Diámetro nominal "d," (mm)	6-8-10-12 16-20-25 32-40 y 50	6-8-10-12 16-20-25 32 y 40	6-8-10-12 16-20-25 32 y 40	3 a 12	3 a 12
2 Límite de fluencia característico $\beta_s$ (MN/m <sup>2</sup> )	$\geq 220$	$\geq 420$	$\geq 420$	$\geq 500$	$\geq 500$
3 Resistencia a tracción característico $\beta_t$ (MN/m <sup>2</sup> )	$\geq 340$	$\geq 500$	$\geq 500$	$\geq 550$	$\geq 550$
4 Resistencia a tracción característico $\delta_{10}$ (%)	$\geq 18$	$\geq 12$	$\geq 10$	$\geq 6$	$\geq 6$
5 Esfuerzo de corte de los nudos S en las mallas (kN)	—	—	—	$0,175 A_{M_{\max}}$	$0,15 A_{M_{\max}}$
6 Diámetro del mandril de doblado. Ángulo de doblado 180° (mm)	$2 d_s$	$d_s \leq 25; 3,5 d_s$ $25 < d_s \leq 32; 5 d_s$ $32 < d_s \leq 40; 7 d_s$	$3 d_s$	$4 d_s$	$4 d_s$

\*  $A_{M_{\max}}$  = Área de la sección transversal de la barra de mayor diámetro de la unión soldada en mm<sup>2</sup>.

$$1 \text{ MN/m}^2 \sim 1 \text{ Mpa} \sim 10 \text{ kg/cm}^2$$

Hierros finos (mallas, perchas, estribación)			
Ø 3,4	0.021 kg/m	Ø 5,0	0.154 kg/m
Ø 4,2	0.109 kg/m	Ø 5,5	0.187 kg/m
Ø 4,6	0.130 kg/m		

TABLA 7.3. PESO DE LOS HIERROS REDONDOS LISOS (AL-220)

Ø	Peso en kilogramos por metro lineal (kg/ml)									
	1 Ø	2 Ø	3 Ø	4 Ø	5 Ø	6 Ø	7 Ø	8 Ø	9 Ø	10 Ø
6	0.22	0.44	0.67	0.89	1.11	1.31	1.56	1.78	2.00	2.22
8	0.40	0.79	1.18	1.58	1.98	2.36	2.76	3.15	3.55	3.95
10	0.62	1.23	1.87	2.46	3.10	3.70	4.32	4.94	5.56	6.19
12	0.89	1.78	2.66	3.55	4.44	5.32	6.21	7.10	8.00	8.89
16	1.58	3.16	4.74	6.30	7.89	9.47	11.10	12.61	14.20	15.80
20	2.47	4.94	7.40	9.89	12.30	14.80	17.25	19.70	22.15	24.60
25	3.85	7.70	11.55	15.40	19.25	23.10	27.00	30.85	34.70	38.50
32	6.31	12.62	18.93	22.25	31.50	37.81	44.12	50.43	56.74	63.10
40	9.87	19.74	29.60	39.50	49.50	59.20	69.10	79.00	88.95	98.70

TABLA 7.4. PESOS Y MEDIDAS DE BARRAS DE ACERO CONFORMADAS DE DUREZA NATURAL (TIPO ADN 420) – CIRSOC 201 – CAP. 18. T II.

Diámetro nominal	Perímetro nominal	Peso nominal	Peso por barra (12 m)	Número de barras - Secciones nominales									
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
mm	cm	kg/m	kg										
6	1.89	0.22	2.6	0.26	0.56	0.85	1.13	1.41	1.70	1.98	2.26	2.54	2.83
8	2.51	0.40	4.8	0.50	1.00	1.51	2.01	2.51	3.01	3.52	4.02	4.52	5.03
10	3.14	0.62	7.4	0.79	1.57	2.36	3.14	3.93	4.71	5.50	6.28	7.07	7.85
12	3.77	0.89	10.7	1.13	2.26	3.39	4.52	5.65	6.79	7.92	9.05	10.18	11.31
16	5.03	1.58	18.9	2.01	4.02	6.03	8.04	10.05	12.06	14.07	16.08	18.10	20.11
20	6.28	2.47	29.6	3.14	6.28	9.42	12.57	15.71	18.84	21.99	25.14	28.27	31.42
25	7.85	3.85	46.2	4.91	9.82	14.73	19.64	24.55	29.46	34.37	39.28	44.19	49.10
32	10.05	6.31	75.7	8.04	16.08	24.12	32.16	40.21	48.25	56.29	64.33	72.37	80.41
40	12.57	9.86	118.0	12.57	25.14	37.71	50.28	62.85	75.43	87.99	100.57	113.14	125.71

Aun siendo de mayor costo por kilogramo, los hierros de alto límite de fluencia tienen un consumo considerablemente menor, de donde resulta una verdadera economía. En estructura de tracción, como los tensores, o flexión, como losas y vigas, esa economía está dada prácticamente por la relación entre tensiones admisibles.

TABLA 7.5. CARACTERÍSTICAS DE LAS MALLAS ELECTROSOLDADAS (ACINDAR M-500)

Denominación	Separación entre alambres		Diámetro nominal de los alambres		Separación nominal de los alambres		Peso nominal			Conformación
	Long.	Transv.	Long.	Transv.	Long.	Transv.	Panel	Rollo	m²	
	mm	mm	mm	mm	cm²/m	cm²/m	kg	kg	kg/m²	
Q 47	150	150	3,0	3,0	0,47	0,47	9,77	81,5	0,76	Lisa (L)
Q 61	150	150	3,4	3,4	0,61	0,61	12,55	105,0	0,97	
Q50	250	250	4,0	4,0	0,50	0,50	10,41	86,8	0,81	Nervurada (N)
Q55	250	250	4,2	4,2	0,55	0,55	11,51	95,9	0,89	
Q 84	150	150	4,0	4,0	0,84	0,84	17,35	145,0	1,35	
Q92	150	150	4,2	4,2	0,92	0,92	19,18	160,0	1,49	
Q106	150	150	4,5	4,5	1,06	1,06	22,00	184,0	1,71	
Q126	100	100	4,0	4,0	1,26	1,26	25,73	214,9	1,99	
Q131	150	150	5,0	5,0	1,31	1,31	27,10	226,0	2,10	
Q139	100	100	4,2	4,2	1,39	1,39	28,45	237,0	2,21	
Q158	150	150	5,5	5,5	1,58	1,58	32,91	275,0	2,55	
Q188	150	150	6,0	6,0	1,88	1,88	39,07	326,0	3,03	
Q196	100	100	5,0	5,0	1,96	1,96	40,19	334,95	3,12	
Q221	150	150	6,5	6,5	2,21	1,21	45,76	-	3,55	
Q257	150	150	7,0	7,0	2,57	1,57	53,15	-	4,12	
Q335	150	150	8,0	8,0	3,35	3,35	69,52	-	5,39	
Q378	150	150	8,5	8,5	3,78	3,78	78,32	-	6,07	
Q524	150	150	10,0	10,0	5,24	5,24	108,59	-	8,42	
Q754	150	150	12,0	12,0	7,54	7,54	156,29	-	12,12	
R84	150	250	4,0	4,0	0,84	0,50	13,96	116,0	1,08	Nervurada (N)
R92	150	250	4,2	4,2	0,92	0,56	15,43	129,0	1,20	
R106	150	250	4,5	4,2	1,06	0,56	16,87	141,0	1,31	
R131	150	250	5,0	4,2	1,31	0,56	19,48	162,0	1,51	
R156	150	250	5,5	4,2	1,58	0,56	22,45	187,0	1,74	
R188	150	250	6,0	4,2	1,88	0,56	25,60	213,0	1,98	
R221	150	250	6,5	4,2	2,21	0,56	29,02	-	2,25	
R257	150	250	7,0	4,2	2,57	0,56	32,80	-	2,54	
R335	150	250	8,0	5,0	3,35	0,78	43,50	-	3,37	
R378	150	250	8,5	5,0	3,78	0,78	48,00	-	3,72	
R524	150	250	10,0	6,0	5,24	1,13	66,99	-	5,19	
R754	150	250	12,0	7,0	7,54	1,52	95,50	-	7,40	

Se proveen en paneles de 2,15 m x 6,00 m – Hasta 6 mm de diámetro, en rollos de 2,15 m x 50 m.

El reglamento recomienda la utilización de los siguientes diámetros: 6, 8, 10, 12, 16, 20, 25, 32 y 40 (en milímetros). Todos ellos se fabrican en el país, pero es preciso señalar que en el comercio habitualmente encontramos los diámetros 6, 8, 10, 12, 16, 20 y 25.

Por ello las tablas que se incluyen en el capítulo han sido formuladas teniendo en cuenta únicamente dichos diámetros.



### 7.2.5. MEDICIÓN DEL ACERO

#### 7.2.5.1. Armadura principal

La unidad de medida será en todos los casos, la tonelada (tn). El cómputo se hace agrupando a los aceros por diámetros y determinando la longitud de cada uno de ellos. Recuérdese que el hierro que se usa en estas estructuras viene en barras redondas, excepcionalmente perfiles laminados, de sección constante. En este caso, el peso (en kg) de cualquier pieza, es igual a su sección (en cm<sup>2</sup>) multiplicada por 0,785.

La armadura se divide en dos categorías: la principal y la secundaria, debiendo extremarse el cuidado en la medición de la primera, que insume las mayores cantidades.

Para la medición de la *armadura principal*, adóptese el siguiente criterio: la longitud de un hierro, como el de la figura 7.7, viene dada por la suma de sus proyecciones, más la longitud suplementaria debida a los ganchos ( $\Delta_1$ , y a las dobladuras ( $\Delta_2$ ).

$$l_{\text{total}} = l_1 + l_2 + \Delta_1 + n \cdot \Delta_2,$$

donde con "n" se indica el número de dobleces.

TABLA 7.6. VALORES DE  $\Delta_1$   
(para dos ganchos, en mm) (ver fig. 7.8)

$\emptyset$	AL-220	ADN-420/ADM-420
6	80	125
8	107	166
10	134	208
12	160	250
16	214	334
20	267	417
25	334	521
32	427	667
40	534	834

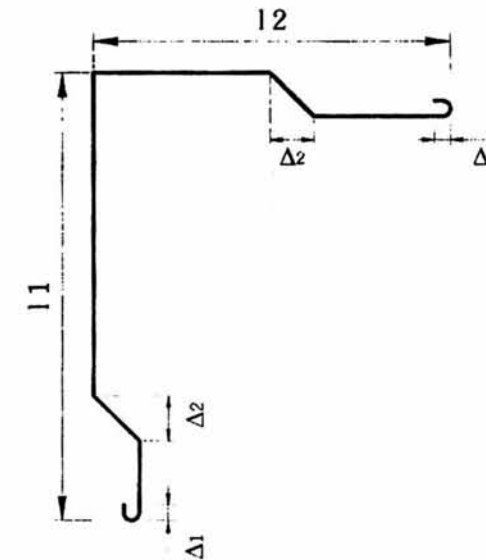


Fig. 7.7. Longitud de barra.

Para un mismo diámetro, los ganchos tienen distinto desarrollo según el tipo de acero. En la figura 7.8 se ven las características. La diferencia entre una barra recta y otra de igual proyección, pero con dos ganchos, es ésta:

para acero AL-220                      13,354  $\emptyset$ ;  
para acero ADN-420/ADM-420      20,850  $\emptyset$ ;

Los valores de  $\Delta_1$ , para dos ganchos, están anotados en la tabla 7.6.

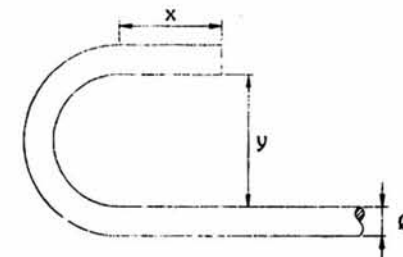


Fig. 7.8 Ganchos.

TABLA 7.7. VALORES DE x, y

Acero	x	y
AL 220	4 Ø	2.5 Ø
ADN 420	4 Ø	6 Ø

La longitud suplementaria  $\Delta_2$ , depende de la altura de la viga y del ángulo de doblado (en general 45°; menos frecuente 60°). En la tabla 7.9 se da el valor de  $\Delta_2$  para distintas alturas totales de viga y para una sola dobladura. Si los dobleces son varios los valores de la tabla deben ser multiplicados por el número de éstos.

La armadura principal se medirá entonces según sus longitudes reales. Los planos y planillas de armadura, cuando son completos, incluyen el cómputo de la misma, de tal manera que este trabajo ya se encuentra hecho. Sin embargo, cuando no se dispone de estos planos, que es el caso de proyectos, puede admitirse que cada hierro –en losas y vigas– tiene una longitud igual a la luz de planta, más un sexto de la misma, para tener en cuenta ganchos, dobladuras y empalmes.

Es importante recordar, sobre todo cuando se computa vigas de gran luz, que la máxima longitud de barras (de producción normal), que suministra la plaza es de 12 m. Cuando la longitud necesaria de hierros es mayor que la de las barras comerciales, hay un consumo suplementario por empalmes, tanto más importantes cuanto más gruesos sean los diámetros.

La longitud de empalme varía con las resistencias características del acero y del hormigón, con el tipo de acero y con el diámetro del hierro.

La armadura de columnas presenta características que permiten la confección de tablas como la 7.8, cuyo uso recomendamos por la rapidez que dan al trabajo. En ellas se da la cantidad de hierro por metro de altura de columna, y han sido preparadas teniendo en cuenta el detalle que se muestra en la misma tabla. Puede ser usada con cualquier tipo de acero, puesto que al variar el tipo, el consumo en kilogramos se modifica muy ligeramente. Se ve que el consumo unitario disminuye al aumentar la altura del entrepiso, porque disminuye la influencia de los empalmes.

La última columna ( $h = 7,00$  m) puede ser usada para alturas de 10 m, con un error máximo del 5,8% para Ø 50, y mínimo del 1,5% para Ø 10.

Si el número de barras no fuese cuatro, o en la misma columna hubiera barras de distintos diámetros, opérese así:

Ejemplo:

Columna con siete barras Ø 20 y altura libre = 7 m:

$$\text{kg} = 11,05 \text{ kg/m} \times 7/4 \times 7,00 \text{ m} = \mathbf{135,36 \text{ kg.}}$$

En todos los casos, divídase el número de la tabla por 4 y multiplíquese el resultado por el número efectivo de barras.

Ejemplo:

Columna con seis barras Ø 12 más ocho Ø 10 y altura libre = 5 m.

$$6 \text{ Ø } 12 : 3,92 \text{ kg/m} \times 6/4 \times 5,00 \text{ m} = 29,40 \text{ kg}$$

$$8 \text{ Ø } 10 : 2,68 \text{ kg/m} \times 8/4 \times 5,00 \text{ m} = 26,80 \text{ kg}$$

$$\text{Total} = \mathbf{56,20 \text{ kg.}}$$

En muros de contención, piletas, grandes depósitos, etc., que mantienen perfiles constantes a lo largo de todo su perímetro, el cómputo se hace por metro lineal de estructura, multiplicando luego por el desarrollo perimetral de la misma.

TABLA 7.8. CÓMPUTO DE HIERRO EN COLUMNAS DE HORMIGÓN ARMADO

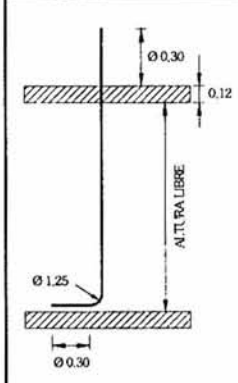
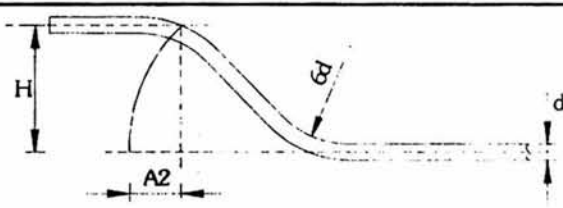
	Armadura principal: en kg por metro, para 4 barras				
	ALTURA LIBRE				
	Ø	2,6 m	3,00 m	5,00 m	7,00 m
	10	2,89	2,82	2,68	2,63
	12	4,27	4,18	3,92	3,83
	14	5,94	5,79	5,41	5,27
	16	7,90	7,68	7,13	6,92
	18	10,24	9,98	9,16	8,86
	20	12,91	12,51	12,46	11,05
	22	15,92	15,39	14,02	13,48
	24	19,27	18,60	16,24	16,15
	25	21,10	20,34	18,36	17,58
	32	36,90	35,54	31,30	29,68
	40	61,81	58,83	51,10	47,96
Uso: Columna de 3 m (libres) con 4Ø14 = 5,79 kg/m x 3,00 m = 17,37 kg.					

TABLA 7.9. VALORES DE  $\Delta_2$  (LONGITUD SUPLEMENTARIA PARA UNA DOBLADURA, EN CM)


H	$A_2$ ( $\alpha = 45^\circ$ )	$A_2$ ( $\alpha = 60^\circ$ )	H	$A_2$ ( $\alpha = 45^\circ$ )	$A_2$ ( $\alpha = 60^\circ$ )
25	8	13	110	43	69
30	12	16	115	46	72
35	13	20	120	48	75
40	14	23	125	50	79
45	16	26	130	52	82
50	18	29	135	54	85
55	20	33	140	56	85
60	22	36	145	58	92
65	25	39	150	60	95
70	27	42	160	64	102
75	28	46	170	68	108
80	31	49	180	72	114
85	33	52	190	77	121
90	35	56	200	81	128
95	37	59	210	85	134
100	39	62	220	89	140
105	41	65	230	93	147

H: Altura total de la viga en cm.

### 7.2.5.2. Armadura secundaria

#### a) La armadura de repartición en losas

Solamente se coloca en losas armadas en una dirección. Se trata de un hierro de 6 mm cada 33 cm, o 4,2 mm cada 15 cm; un mínimo reglamentario, que equivale a 0,66 kg de hierro por metro cuadrado de losa.

#### b) Los estribos en vigas y columnas

Puede admitirse que en vigas insume 1 kg por metro de luz y metro de perímetro, un hierro de 6 mm cada 25 cm, o su equivalente hierro 4,2 mm (variando separación).

En columnas, la situación es distinta y el peso de los estribos puede alcanzar valores importantes (hasta el 30% del peso total), sobre todo en edi-

ficios bajos de columnas esbeltas. Para simplificar el cómputo se han preparado las tablas 7.10 y 7.11, donde se encuentra el consumo de hierro en estribos, por metro de altura y metro de perímetro de columna. Estas tablas tienen en cuenta las disposiciones reglamentarias.

TABLA 7.10. CÓMPUTO DE HIERRO EN COLUMNAS  
Estribos comunes: kg de hierro por m de columna y m de perímetro

Separación	Longitud	Peso	Separación	Longitud	Peso
12	9,10	2,00	28	3,95	0,88
14	7,90	1,78	29	3,80	0,85
17	6,65	1,48	30	3,70	0,82
19	5,80	1,29	31	3,60	0,80
20	5,25	1,17	32	3,45	0,77
21	5,14	1,14	33	3,35	0,74
22	5,00	1,11	34	3,25	0,72
23	4,80	1,07	35	3,15	0,70
24	4,60	1,02	36	3,10	0,69
25	4,40	0,97	37	3,00	0,67
26	4,25	0,95	38	2,90	0,65
27	4,10	0,95	39	2,85	0,63

Nota: Se supone estribos  $\varnothing$  6 mm. Si son de otro diámetro, multiplíquese por:

Para $\varnothing$ 8 mm	1,78
Para $\varnothing$ 10 mm	2,78
Para $\varnothing$ 12 mm	4,00
Para $\varnothing$ 14 mm	5,45

### Modo de empleo

Multiplíquese altura de columna por perímetro, y luego por el factor de la tabla de longitud, y obtendremos la longitud total, y finalmente por el factor tabla peso y obtendremos el peso total.

Ejemplo:

h columna = 2,60 m - lado columna: 0,25 m - separación estribos 12 cm

perímetro columna = 2 (0,25 m + 0,25 m) = 1,00 m

2,60 m x 1,00 m = 2,60 m<sup>2</sup>

long. total = 2,60 m<sup>2</sup> x 9,10 = **23,66 m**

peso total = 2,60 m<sup>2</sup> x 2,00 = **5,20 kg.**

TABLA 7.11. COLUMNAS ZUNCHADAS  
Estribos: Longitud de zunchado por m de columna

Dk Ø	Separación					
	3 cm	4 cm	5 cm	6 cm	7 cm	8 cm
20	20,90	15,70				
22	23,10	17,30	13,80			
24	25,80	18,90	15,10			
26	27,20	20,40	16,40			
28	29,30	22,00	17,60			
30	31,40	23,60	18,90	15,70		
32	33,50	25,80	20,30	16,80		
34	35,60	26,70	21,40	17,80	15,30	
36	37,70	28,30	22,60	18,90	16,20	
38	39,80	29,20	23,80	19,90	17,10	
40	42,00	31,40	25,20	21,00	18,00	15,70
42	44,00	33,00	26,40	22,00	18,90	16,50
44	46,10	34,60	27,60	23,00	19,80	17,30
46	48,20	36,20	28,90	24,50	20,70	18,20
48	50,30	37,70	30,20	25,40	21,60	18,90
50	52,40	39,30	31,40	26,20	22,50	19,70

### Modo de empleo

Multiplíquese altura de columna por el factor de la tabla correspondiente al Ø Dk y separación tomado.

Ejemplo:

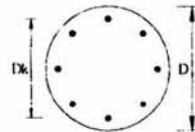
h columna = 2,60 m

Dk = 0,30 · Separación 6 cm = factor de tabla (15,70)

2,60 x 15,70 = 41 m

Dk = Ø del núcleo

D = Ø columna



### c) Las perchas

Las perchas en vigas sostienen los estribos, que son corrientemente dos hierros de 8 mm, colocados en la parte superior de las vigas, lo que

equivale a 0,80 kg por metro de luz. En estructuras comunes se acostumbra a tomar 1,5 kg de hierro por metro de viga en concepto de estribos y perchas.

TABLA 7.12. PLANILLA DE MEDICIONES DE ARMADURA

Posición	Nº 4 Ø	Largo	Cantidad	4,2	6	8	20	25	Diagrama
V3-1	3 Ø 20	5,20	3 x 5				78		
	2 Ø 25	6,90	2 x 5					69	
V3 estribos	25 Ø 6	0,75	25 x 5		93,75				
V3 perchas	2 Ø 8	5,00	2 x 5			50			
Total en metros					93,75	50	78	69	
Total en kilogramos				0	21	20	193	266	(valor del peso redondeado +)

Nota: El ejemplo corresponde a una viga.

En la cuarta columna, el segundo número indica la cantidad de elementos (vigas, losas, columnas, bases, etc.) que se repiten.

El producto de las columnas 3ª y 4ª, da la longitud que se inscribe en la columna del diámetro correspondiente.

### 7.2.6. COEFICIENTES DE MASA

Cuando no se tiene la información que suministran las planillas de armadura, se hace uso del método que se detalla a continuación, basado en fundamentos racionales:

Si se hace la relación

[ 1 ]

$$\alpha = \frac{E \text{ (kg/m}^2\text{)}}{Fe \text{ (cm}^2\text{)}}$$

Donde:

consumo de hierro por m = E (kg/m<sup>2</sup>)  
sección de hierro calculado = Fe (cm<sup>2</sup>)

para cada una de las partes que forman una estructura (losas, vigas), puede observarse que el valor de " $\alpha$ ", llamado "coeficiente de masa", es constante o varía dentro de límites muy estrechos para piezas de condiciones semejantes.

De la [ 1 ] sacamos:

$$E \text{ (kg/m}^3\text{)} = \alpha \cdot Fe \text{ (cm}^2\text{)},$$

de donde resulta que, conocidos los dos factores del segundo miembro, obtenemos el consumo de hierro.

Las planillas de cálculo dan el valor de "Fe" (sección de hierro en  $\text{cm}^2$ ), en cuanto al coeficiente " $\alpha$ " es un valor característico de estructuras de flexión (losas, vigas), que depende de las tensiones de cálculo, de la sustentación de las piezas (grado de empotramiento) y de su luz. Los valores del coeficiente de masa que damos en las tablas 7.13 y 7.14, pueden servir satisfactoriamente para la aplicación de este método. Esta última con los coeficientes para losas, es adaptada de una publicación del Instituto Argentino del Cemento Pórtland.

Cuando las necesidades del trabajo impongan la máxima rapidez, es conveniente reducir al mínimo el número de coeficientes a emplear, y dentro de ese concepto, aconsejamos tomar para losas y vigas, lo siguiente:

coeficiente de masa igual a 1:

#### Losa

$$[ E \text{ (kg/m}^3\text{)} = Fe \text{ (cm}^2\text{)} \text{ expresado en kg } ]$$

#### Viga

$$[ E \text{ (kg ml)} = Fe \text{ (cm}^2\text{)} \text{ en kg } ]$$

El consumo de hierro por metro cuadrado de losa es igual a la sección de hierro de la misma (en kg). Si la losa es cruzada, será igual a la suma de las dos secciones.

El consumo de hierro por metro lineal de viga, es igual a la sección de hierro de la misma.

La aplicación de estas indicaciones no sacrifica la exactitud del cómputo, es la forma más rápida de determinar la cantidad de hierro, cuando se hacen mediciones sobre los llamados planos municipales de estructura.

Ahora bien, si queremos establecer la cuantía de hierro, operamos así:

Cuantía del acero.

$$M = \frac{Fe \text{ (sección de hierro)}}{Fb \text{ (sección de hormigón)}}$$

M Mínimo = 0,8%

M Máximo = 3,0%

Ejemplo:

$$Fb = 20 \text{ cm} \times 20 \text{ cm} = 400 \text{ cm}^2$$

tomando la M mínima = 0,8%, tenemos:

$$0,8 = \frac{100 \times Fe}{Fb}$$

luego:

$$Fe = \frac{0,8 \times 400 \text{ cm}^2}{100} = 3,2 \text{ cm}^2$$

TABLA 7.13. COEFICIENTE DE MASA PARA EL CÓMPUTO DE HIERRO EN VIGAS

Luz	Hormigón grupo H-I						H - 21
	H - 13 $\sigma_b = 65 \text{ kg/cm}^2$			H - 17 $\sigma_b = 80 \text{ kg/cm}^2$			
	Grado de empotramiento			Grado de empotramiento			
	1/8	1/11	1/15	1/8	1/11	1/15	
2,50	1,12	1,31	1,48	1,20	1,40	1,57	
3,00	1,09	1,27	1,46	1,14	1,33	1,50	
3,50	1,09	1,27	1,46	1,14	1,33	1,50	
4,00	1,07	1,22	1,37	1,08	1,26	1,42	
4,50	1,04	1,22	1,37	1,08	1,26	1,42	
5,00	1,02	1,19	1,33	1,04	1,22	1,36	
5,50	1,02	1,19	1,33	1,04	1,22	1,36	
6,00	1,00	1,17	1,31	1,02	1,19	1,32	
6,50	1,00	1,17	1,31	1,02	1,18	1,32	
7,00	0,99	1,16	1,30	1,00	1,17	1,30	
8,00	0,99	1,16	1,30	0,99	1,16	1,30	
10,00	0,96	1,12	1,25	0,97	1,16	1,30	

Nota:

$\sigma_b \text{ adm} = \text{Tensión admisible} = \sigma'_{ik} / \text{coef. seguridad}$

Coef seguridad = 2,1

$\sigma_b \text{ adm} = 80 \text{ kg/cm}^2$  (resistencia media del H° A°)



TABLA 7 14 COEFICIENTE DE MASA  
El producto de Fe (cm<sup>2</sup>) por el coeficiente  
de la tabla da el consumo  
en kg/m<sup>2</sup> para losa y kg/m para vigas

Tipo de estructura	Coeficiente	Observaciones
<b>A) LOSA ARMADA EN UNA DIRECCIÓN</b>		
Libremente apoyada :	0.98	Levantando la mitad a 1/5 L
Continua tramo extremo	1.00	Levantando la mitad a 1/4 L
	1.02	Levantando dos tercios a 1/4 L
Continua tramo intermedio	1.10	Levantando la mitad a 1/5 L
	1.14	Levantando la mitad a 1/4 L
	1.18	Levantando dos tercios a 1/4 L
<b>B) LOSA CON ARMADURA CRUZADA</b>		
(Estos coeficientes se aplican a la suma de las dos armaduras.)	a) 0.79	
	b) 0.86	
	c) 0.90	
	d) 0.92	
	e) 0.99	
	f) 1.06	
<b>C) VIGAS</b>		
Libremente apoyada	0.9 (1 + $\alpha$ )	$\alpha = l/L$
Continua tramo extremo	1.05 (1 + $\alpha$ )	Para vigas con armadura comprimida los coeficientes se aplican a la suma de las dos armaduras.
Continua tramo interno	1.15 (1 + $\alpha$ )	

### 7.3. ENCOFRADOS

La importancia de los moldes en el costo total del hormigón obliga a considerarlos cuidadosamente en los presupuestos.

En las figuras 7.9 y 7.10 pueden verse los encofrados usuales en la construcción de edificios, con sus piezas características: tablas y tirantes, estos últimos reemplazables por rollizos (en algunos casos).

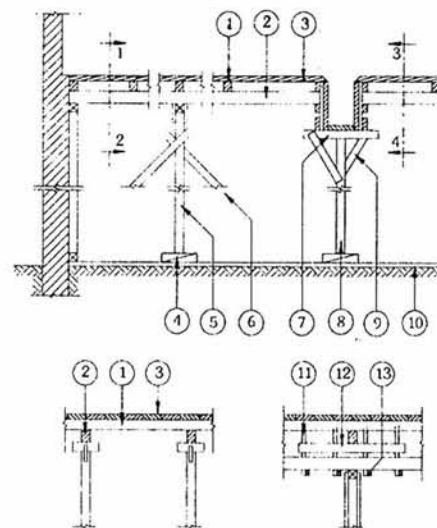


Fig. 7.9. Detalle de un encofrado de entrepiso.

1) Tirantes (3" x 3"); 2) Solera (C/0.60); 3) Entablonado (1" x 6"); 4) Cuñas para el ajuste y descendimiento de los puntales; 5) Puntal; 6) Cruces de San Andrés para arriostamiento; 7-8) Puntal para fondo de viga ancha y pesada; 9) Soleras (tablonos) para repartir la carga de los puntales; 11-12-13) Refuerzos de costado y fondo para vigas.

Las tablas forman los moldes en que se vacía la colada, y los tirantes constituyen el sostén de tales moldes. En obras de mucha importancia las escuadrías a usarse resultan del cálculo estático; en obras corrientes se usan casi en forma exclusiva tablas de 1" x 6" a 1" x 3" y tirantes de 3" x 3".

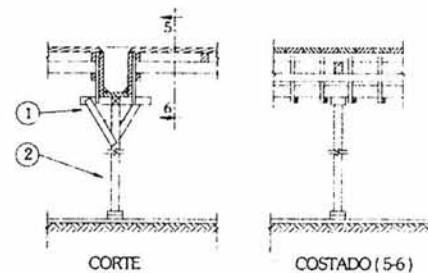


Fig. 7.10. Encofrado y puntal para viga angosta y de poca carga.

1) Estación (3" x 3"); 2) Puntal (3" x 3" c/0.8).

### 7.3.1. SU MEDICIÓN, SU CÓMPUTO Y TIPOS

El cómputo se hace por metro cuadrado, midiendo el desarrollo de todo el encofrado en contacto con hormigón.

La superficie de tablas para losas es igual a la superficie cubierta, incluyendo voladizos, salientes, balcones, etc. Quedan incluidos allí los fondos de las vigas, de las cuales solamente se computarán los costados, iguales a la altura de la viga, menos el espesor de la losa.

En columnas se multiplicará su perímetro por la altura del entrepiso. Las bases no consumen madera, en general.

Ver además lo indicado por la DNA en su capítulo III, "Hormigón Armado", y anexo ampliatorio (ver CD).

En conjunto, cuando no se tiene una gran superficie de tabiques, toda la madera de encofrados debe alcanzar para 2 ó 3 plantas del edificio. Este número suele servir de base en la preparación de presupuestos, habida cuenta de los usos probables.

En cuanto al consumo de tirantes, un encofrado como el dibujado (fig. 7.9), con tirantes cada 60 cm, solera y puntales cada 0,80 m, tendremos aproximadamente: 2,00 m/m<sup>2</sup> para tirantes, para solera 1,00 m/m<sup>2</sup> y para puntales 3,50 m/m<sup>2</sup> y por cada metro de altura de entrepiso. En total para entrepisos de 3,00 m de altura, tendremos 13,50 m/m<sup>2</sup> de losa (entre tirante, solera y puntales).

Los marcos o cercos para columnas y refuerzos para vigas, son piezas cortas, recortes de obras anteriores.

La tabla 7.15 es un seguro auxiliar en el cómputo de madera para encofrados. Detalla el consumo para varios tipos de edificios en tres alturas diferentes. En las columnas "Necesidad" está el dato para el acopio, y en las columnas "Pérdida", el dato para el costo.

En obras especiales, de mucha importancia, los encofrados deben ser computados sobre planos, y si no se los tiene, se prepararán detalles esquemáticos dibujados al efecto.

Agreguemos finalmente, que la madera destinada a encofrados puede ser usada varias veces, admitiendo que las tablas pueden tener hasta tres usos y la tirantería cinco o seis. De manera que en los presupuestos se tendrá en cuenta este hecho, dividiendo los resultados del cómputo por el número de usos.

TABLA 7.15. CANTIDAD DE MADERA DE ENCOFRADO PERDIDA EN ESTRUCTURAS DE EDIFICIOS INDUSTRIALES

Tipo	Altura en m	Necesidad en m <sup>2</sup> por c/m <sup>2</sup> en planta		Pérdida en m <sup>2</sup>		
		Tablas m <sup>2</sup>	Tirantes m <sup>2</sup>	Tablas	Tirantes	Total
Entrepiso plano	6.00	2.04	3.60	0.51	0.36	<b>0,87</b>
	4.50	2.08	2.60	0.52	0.26	<b>0,78</b>
	3.50	1.96	2.10	0.49	0.21	<b>0,70</b>
Losa hongo	6.00	2.32	2.90	0.58	0.29	<b>0,87</b>
	4.50	2.08	2.20	0.52	0.22	<b>0,74</b>
	3.50	1.96	1.90	0.49	0.19	<b>0,68</b>
Bóveda de arco atirantado	6.00	4.08	3.50	1.02	0.35	<b>1,37</b>
	4.50	3.64	3.20	0.91	0.32	<b>1,23</b>
	3.50	3.48	2.80	0.87	0.28	<b>1,15</b>
Losa shed	6.00	2.76	4.30	0.69	0.43	<b>1,12</b>
	4.50	2.68	3.40	0.67	0.34	<b>1,01</b>
	3.50	2.68	2.60	0.67	0.26	<b>0,93</b>
Bóveda cáscara	6.00	2.56	3.00	0.64	0.30	<b>0,86</b>
	4.50	2.40	2.60	0.60	0.26	<b>0,81</b>
	3.50	2.36	2.20	0.59	0.22	<b>0,94</b>

**Nota:**

Se entiende m<sup>2</sup> de 1" por cada m' en planta. En los dos primeros casos la altura se mide hasta la losa; en los otros tres hasta el arranque de la bóveda o shed.

La última columna es el dato que pasa al presupuesto.

Datos de la Cámara Argentina de la Construcción.

Para su uso en encofrados la plaza ofrece varios productos. En lo que se refiere a maderas naturales, se emplean (dadas en orden de calidad) las siguientes: pino Brasil, pino Paraná, pino Insigne, pino Saligna, pino Elliotis (estos dos últimos son actualmente los más usados). La relación de precios aproximada (s/mercado) entre pino Brasil (en desuso por costo) y el pino Elliotis, es de 4 a 1, y del pino Paraná al Elliotis es de 2 a 1 (en Buenos Aires, enero de 1995).

Es obvio que cualquier madera que garantice un encofrado estable e indeformable, puede ser usada. De aquí que las preferencias se orienten a

las maderas de menor costo, que no siempre es la más barata. La madera más noble se usa un mayor número de veces y puede resultar, en definitiva, más económica.

Precisamente pensando en el número de usos, la industria provee la madera contrachapada, el aglomerado fenólico y los encofrados metálicos. Pero cualquiera que sea el encofrado que se use, no cambia el criterio de cómputo.

El problema de la elección del tipo de encofrado no es del computista. Pero este deberá diferenciar en su cubicación el encofrado con madera en bruto, el de superficies curvas y el destinado a hormigón a la vista con tabla cepillada.

TABLA 7.16. TIEMPOS PROMEDIO PARA LA MANO DE OBRA

Tipo estructural	Unid.	Hs. of. carpintero	Hs. ayudante
Columnas	m <sup>1</sup>	8	8
Vigas	m <sup>1</sup>	16	10
Losas	m <sup>1</sup>	12	10
Tabiques	m <sup>1</sup>	16	14
Escaleras	m <sup>1</sup>	28	16
Tanque rectangular	m <sup>1</sup>	22	14
Tanque circular	m <sup>1</sup>	32	24

TABLA 7.17. CONSUMOS PARA ENCOFRADOS

Ítem	Unid.	Tablas m <sup>2</sup>	Tirantes m	Clavos kg
Bases	m <sup>1</sup>	-	-	-
Columnas	m <sup>1</sup>	2.50	4.80	2.000
Vigas	m <sup>1</sup>	3.50	18.00	1.500
Losas	m <sup>1</sup>	3.00	22.70	1.000
Tabiques	m <sup>1</sup>	3.30	3.50	1.700
Escaleras	m <sup>1</sup>	2.00	10.40	1.700
Vigas encadenado	m <sup>1</sup>	2.50	-	1.000
Tanque rectangular	m <sup>1</sup>	3.30	3.50	1.700
Tanque circular	m <sup>1</sup>	10.00	22.30	2.500

### 7.3.2. CÓMPUTO MEDIANTE EL EMPLEO DE COEFICIENTES

Éste es, por su rapidez, el método preferido y de mayor difusión en la estimación de consumo de materiales y costos, cuando no se tiene información sobre la estructura del edificio.

Se basa en las siguientes consideraciones: siempre es posible encuadrar una obra dentro de un tipo general de edificación, para el cual se tengan datos concretos obtenidos de obras ya ejecutadas. Si se divide el volumen total de hormigón empleado en una construcción, por la superficie cubierta de la misma, se obtiene un valor –llamado *espesor medio*– característico para edificios de un mismo tipo, que se mantiene dentro de límites muy estrechos de variabilidad.

Este espesor medio depende –siempre refiriéndonos a las llamadas “Obras de Propiedad Horizontal”– del número de pisos, de la superficie de tabiques de hormigón, del desarrollo de muros de carga, del número de columnas en falso, etc.

Debe ser fijado *a priori* en forma estimativa, por comparación con obras ejecutadas; cuando se tienen buenas referencias, se lo puede establecer con tal seguridad que algunas empresas lo usan para estudiar presupuestos definitivos.

Entonces, para hallar el volumen total de hormigón, multiplíquese la superficie cubierta (incluyendo voladizos, balcones, tanques, etc.), por el espesor medio estimado. Los volúmenes parciales correspondientes a cada una de las partes del esqueleto, se expresan mediante los siguientes porcentajes medios del volumen total:

losas	50% del total
vigas	30% del total
columnas	15% del total
bases	5% del total

La operación se completa por aplicación de los coeficientes contenidos en la tabla 7.17.

TABLA 7.18. CONSUMO DE MATERIALES EN OBRAS DE HORMIGÓN ARMADO

Para edificios corrientes del tipo “PROPIEDAD HORIZONTAL”		
Cemento	6 bolsas (300 kg)	por m <sup>3</sup> de hormigón
Arena	0,65 m <sup>3</sup>	“ “ “ “
Piedra	0,65 m <sup>3</sup>	“ “ “ “
Hierro I	0,100 tn	“ “ “ “
Hormigón	0,13 a 0,20 m <sup>3</sup>	por m <sup>2</sup> de superficie cubierta
Madera	2,50 m <sup>2</sup>	“ “ “ “
Clavos	0,40 kg	“ “ “ “
Alambres	0,70 kg	“ “ “ “
Hierro	1,00 kg	por tn de hierro
		por cm de espesor por m <sup>2</sup>

### 7.3.3. CÓMPUTO SOBRE "PLANOS MUNICIPALES"

La información que dan estos planos es suficiente para la medición satisfactoria de hormigón armado. Ellos consisten en planos de planta escala 1:100 con la disposición de las distintas piezas y planillas de cálculo con indicación de las dimensiones de cada una, sección, número y diámetro de los hierros.

#### Volumen de hormigón; modo de operar

a) *Losas*: la operación se hace por piso; tómese de cada planta la superficie cubierta y multiplíquese por el espesor dominante –el que figura en mayor número de losas (A);

hágase la diferencia entre el espesor dominante y los espesores que sean mayores o menores que éste, luego

multiplíquese sucesivamente la superficie de losas de espesor mayor al dominante por la diferencia correspondiente (B);

multiplíquese sucesivamente la superficie de losas de espesor menor al dominante por la diferencia correspondiente (C);

al volumen (A) se le suma el (B) y se le resta el (C), según corresponda, y se tiene el volumen de losas para cada piso.

Para facilitar el trabajo, colóquese previamente sobre los planos y en el lugar adecuado, el espesor que corresponda a cada losa (el dominante y el obtenido por diferencia).

Como operación de contralor téngase en cuenta que el volumen hallado no puede ser menor que la superficie por 0.07, ni mayor que la superficie por el mayor espesor.

Para losas con ladrillos huecos véase 7.2.2. a).

b) *Vigas*: la operación se hace por piso; como altura de viga se tomará la que resulte de descontar el espesor de la losa adyacente, o el promedio si fueran losas de distinto espesor.

Súmense las longitudes de las vigas de igual sección y multiplíquese esa suma por la sección (como luz de viga tómese la de cálculo).

c) *Columnas*: la operación se hace por tramo; búsquese el número de columnas iguales y multiplíquese por la altura y la sección correspondiente. La altura se mide de piso terminado a piso terminado; para columnas de planta baja agréguese el fuste hasta el cuello de la base; si este dato no se conoce puede tomarse 1 m.

d) *Bases*: aplíquese la fórmula del apartado 7.2.3, o la tabla 7.1. Agréguese todos los elementos no contenidos en lo anterior y verifíquese como contralor final que entre losas, vigas, columnas y bases exista la relación del apartado anterior, aproximadamente, y que el espesor medio esté entre 16 y 20 cm.

#### Tonelaje de hierro

a) *Losas*: multiplíquese la superficie (en m<sup>2</sup>) de cada losa por la sección de hierro (en cm<sup>2</sup>) indicada en la planilla: el resultado es en kg de hierro.

b) *Vigas*: multiplíquese la longitud de cada viga (luz de cálculo en m) por la sección (en cm<sup>2</sup>) de hierro indicada en las planillas: el resultado son kg de hierro.

c) *Columnas y bases*: para columnas aplíquese la tabla 7.8; para bases, multiplíquese el volumen de éstas por 50; el resultado son kg de hierro.

#### Contralor final

Hágase la relación hierro total sobre hormigón total y dará alrededor de 60-70 kg/m<sup>2</sup> (acero ADN-420/ADM-420).

Para mayor detalle debe remitirse al apéndice III, "Planilla para el análisis de costo, Estructura resistente", donde se ejemplifica la forma de obtener el material necesario en función de planillas de cálculo de estructuras ya dimensionadas (ver CD).

TABLA 7-19 TIEMPO DE DESENCOFRADO

Piezas estructurales	Tiempo en días	
	Cemento pórtland común	Cemento A.R.S.
Columnas	3	2
Costado de vigas	3	2
Losas	8	4
Fondo de vigas hasta 7 m de long.	21	8
Fondo de vigas mayores 7 m de long.	3 x long.	1.2 x long.

TABLA 7.20. COEFICIENTES POR m<sup>3</sup> DE HORMIGÓN ARMADO, EN OBRAS GENERALES  
CONSUMO DE MATERIALES Y MANO DE OBRA – MOP

Estructuras	Materiales					Mano de obra	
	Hierro redondo tn	Alambre negro kg	Tablas m <sup>2</sup>	Tirantes m <sup>2</sup>	Clavos kg	Oficial h	Ayudante h
Bases	0,060	0,250	–	–	–	6,15	11,30
Columnas	0,085	0,600	2,50	0,36	2,00	14,35	1,710
Losas y cornisas	0,080	0,600	3,00	1,70	1,00	19,15	18,05
Vigas	0,180	0,840	3,50	1,35	1,50	32,15	18,30
Dinteles	0,060	0,600	3,30	0,72	1,20	37,00	21,90
Tabiques	0,070	0,500	3,30	0,26	1,70	30,00	25,00
Encadenados	0,050	0,400	2,50	–	1,00	25,00	12,50

*Nota:* En todos los casos se tomará cemento 300 kg, arena gruesa 0,5 m, y canto rodado 0,7 m<sup>3</sup>, a excepción de bases que consumen 250 kg, 0,4 y 0,8 m<sup>3</sup>, respectivamente.

#### 7.4. ENCOFRADOS METÁLICOS

Los encofrados metálicos (apuntalamientos y moldes), vienen a resolver varios de los problemas que presentan los de madera, especialmente en la gran economía del tiempo del montaje-desmontaje, y en el desperdicio y/o destrucción que sufre aquella.

Por lo demás, su alto costo inicial y/o potencial alquiler, hace que las pequeñas o medianas empresas evalúen cuidadosamente el mismo, en un estudio comparativo con el tradicional de madera; pero si priman razones de tiempo y/o cantidad de emprendimientos edilicios, la balanza se inclinará hacia los metálicos.

Finalmente, con respecto al cómputo y presupuestos de los mismos, sugerimos solicitar los datos que los fabricantes de los distintos sistemas proveen junto con el correspondiente *know-how*.

## 8. ESTRUCTURAS DE HIERRO

### 8.1. GENERALIDADES

Las estructuras resistentes de hierro para la construcción de edificios encuentran en el país una aplicación cada vez más restringida (luego de superado el esporádico auge reciente). Razones vinculadas a nuestra actual capacidad industrial determinan la necesidad de máxima economía en el consumo de ese metal. Por ello, la técnica del hormigón armado, tecnología más apropiada a nuestra realidad, va reemplazando al hierro en casi todas las construcciones. Queda no obstante un amplio campo de utilización, especialmente en edificios industriales, para los cuales se encuentra en el hierro un medio económico para resolver sus problemas de cubiertas.

Las construcciones metálicas son obras especializadas, objeto de subcontrato, y sólo por excepción el computista de obras generales se ve precisado a medirlas. En tales casos conviene remitirse a los catálogos que distribuyen los importadores y productores de hierro, en los cuales se encontrarán detalladas todas las categorías de piezas que se usan en esta clase de construcciones.

Las piezas de hierro son de secciones estándar, y responden a características constantes, sometidas a severos controles. Imperan en el mercado dos tipos de normalizaciones: la estadounidense y la métrica, que pueden consultarse en cualquiera de esos catálogos. La elaboración de hierro en nuestro país está sometida a normas que coinciden con las alemanas, en cuanto a las dimensiones de las piezas se refiere.

Las piezas características de una estructura metálica son las siguientes:



- Barras de sección cuadrada o redonda;
- perfiles laminados que responden a estas formas: I, T, U, L y otras; cada perfil está caracterizado por una de sus dimensiones;
- chapas, elementos planos de pequeño espesor;
- planchuelas, elementos longitudinales de pequeño espesor y ancho en relación con su longitud, de sección rectangular;
- caños redondos, cuadrados y de otras secciones;
- medios de unión: remaches o roblones, bulones, pernos, etcétera;
- metal desplegado;
- etcétera.

## 8.2. MÉTODO DE MEDICIÓN

a) La unidad de medida es, en todos los casos, la tonelada (tn).

b) La medición se hace por longitudes de piezas de igual forma, que se reducen luego a peso. Recuérdese al efecto que el peso (en kg) de una pieza de hierro de sección constante, es igual a la sección (en  $\text{cm}^2$ ) multiplicada por 0,785.

c) Para piezas compuestas, debe tenerse en cuenta el aumento de peso debido a los medios de unión (remaches, platabandas, chapas).

d) No se descuentan los agujeros para paso de remaches, roblones, etc.

e) Se tomarán las dimensiones reales de las piezas.

f) Las bovedillas con tirantería de hierro son objeto de medición especial, según se vio en el capítulo 3. El hierro para hormigón armado corresponde a tal rubro, como se dice en el capítulo correspondiente (capítulo 7).

g) Los sostenes metálicos para cielos rasos se miden con éstos cuando son provistos por el subcontratista. Si esa estructura es importante, será, seguramente ejecutada por el contratista principal —u otro subcontratista—, en cuyo caso tendremos dos rubros: uno para el sostén, otro para el cielo raso.

h) En la figura 8.1, se ve el nudo de una cabriada. En el cómputo de proyectos, la longitud de cada pieza se tomará entre los nudos correspondientes (largo teórico); cuando la medición se haga sobre la obra, no sobre planos de detalle, se tomará la medida real. Las chapas nodales se computan, como indica la figura, por el rectángulo que las circunscribe.

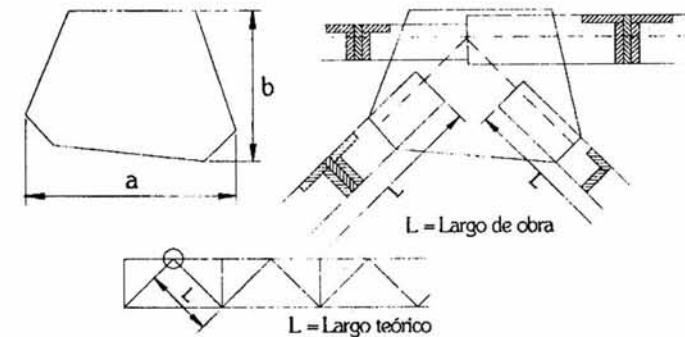


Fig. 8.1.

i) Cada estructura será dividida en sus componentes funcionales y sobre éstas se hará el cómputo. Por ejemplo, la estructura para un galpón puede ser ordenada así:

- 1) Bases (cuando éstas están formadas por un emparrillado de perfiles) o medios de unión de la columna con su base (cuando ésta es de hormigón);
- 2) columnas;
- 3) vigas principales entre columnas (o cabriadas, arcos, etc.);
- 4) correas de techo y correas de muros (cuando las haya);
- 5) otros elementos (vigas de puente grúa, ménsulas de apoyo, etc.).

Los medios de unión para vincular los distintos elementos entre sí, o para formarlos (chapas de asiento de cabriadas, escuadras para la fijación de correas, chapas nodales, bulonería, etc.) se computarán con cada uno de ellos. Por ejemplo, chapas de asiento de cabriadas sobre columnas, con las cabriadas; escuadras para correas, con éstas, etc.

El resumen se hará finalmente, agrupando los perfiles por tipo y medidas. Computados los perfiles por metro lineal, y las chapas por metro cuadrado, se hará la reducción final a toneladas.

## 8.3. NORMAS DE LA DNA

Los artículos n.ºs 51 y 52 de las normas oficiales, con sus modificaciones (capítulo VII, "Herrería"), se refieren a este rubro, que abarca solamen-

te la obra metálica de carácter estructural, como venimos haciendo en este capítulo (ver CD).

En ellas se establecen las siguientes categorías:

a) tirantería simple; b) tirantería con preparación sencilla; c) tirantería trabajada; d) vigas y columnas de sección compuesta; e) armaduras para techos.

Es, como puede verse, una clasificación basada en la mayor o menor cantidad de trabajo que se haya incorporado a cada elemento. Tal como resulta del texto, no han sido consideradas estructuras o elementos estructurales formados por algo que no sean secciones perfiladas. Son sin embargo, cada vez más usados los miembros formados por hierros redondos –vigas, viguetas, correas, columnas, arcos, etc., de alma calada–, muy apreciados por su ligereza en la construcción de tinglados y galpones. Tampoco se han tenido en cuenta las estructuras espaciales, formadas por nudos de múltiples barras de caños con extremos aplastados constituyendo un reticulado, llamadas estereo-estructuras.

#### 8.4. NORMAS EN VIGENCIA

Prescripciones sobre características mecánicas y aptitudes tecnológicas relativas a los aceros de construcción, según las principales normas y reglamentos nacionales (IRAM<sup>1</sup>-IAS<sup>2</sup>): IRAM-IAS U500-503, IRAM-IAS U500-42, CIRSOC 301/302, IRAM-IAS U500-509, IRAM-IAS U500-511.

Norma IRAM-IAS U500-503: Acero para construcción de uso general.

Esta norma es muy importante, porque en ella se establecen las características que deben cumplir los productos de acero laminados en caliente, que se utilizan en estructuras metálicas, roblonadas y soldadas, sin perjuicio de las normas particulares que reglan cada producto.

Se refiere por consiguiente a los perfiles laminados, barras macizas, planchuelas, etc.

Para estos elementos, las calidades de acero a emplear, designadas por el valor de la tensión de fluencia en kg/mm<sup>2</sup> son:

F20 – F24 – F26 – F36 – F45

<sup>1</sup> IRAM: Instituto de Racionalización Argentino de Materiales.

<sup>2</sup> IAS: Instituto Argentino de Siderurgia.

Para expresar en la nueva nomenclatura estos valores en Mpa, deben ser multiplicados por 10 (valor aproximado).

La norma indica asimismo una calidad "F19" que está destinada a uso general y comúnmente se denomina "calidad comercial".

*Atención:* no debe usarse en estructuras metálicas.

En general, en estas estructuras, los aceros se utilizan principalmente desde "F24" en adelante.

#### Norma IRAM-IAS U500-42: Chapa de acero al carbono para uso general y estructural.

Los capítulos de esta norma son importantes pues resultan de aplicación para el material constructivo de los "Perfiles de chapa de acero soldado para uso estructural" y "Perfiles de chapa de acero conformada en frío".

Digamos en primer lugar que la norma cataloga la chapa en *Fina*, *Mediana*, y *Gruesa*, cuando para un ancho mayor de 500 mm, se define los siguientes espesores e:

Chapa FINA	:	$e \leq 3 \text{ mm}$
Chapa MEDIANA	:	$3 \text{ mm} < e \leq 4,75 \text{ mm}$
Chapa GRUESA	:	$e > 4,75 \text{ mm}$

Las chapas pueden salir del proceso de laminación con los bordes que corresponden a dicho proceso y conservarlos, sin experimentar ninguna operación de corte posterior.

Si se requiere, las chapas pueden ser provistas con los bordes cortados mecánicamente (convenio previo).

TABLA 8.1. DESIGNACIÓN DEL ACERO

Designación del acero	
Actual	Antigua
F-19	A-33
F-20	A-34
F-24	A-37
F-26	A-42
F-36	A-52
F-45	A-55

#### 8.4.1. ASPECTOS TECNOLÓGICOS DE LOS ACEROS PARA ESTRUCTURAS METÁLICAS

Ante la necesidad de seleccionar los elementos metálicos que cumplan con las características mecánicas, químicas y tecnológicas, según las normas IRAM-IAS examinadas, el proyectista de estructuras metálicas se ve en la necesidad de acudir a libros, manuales o folletos que contengan los datos técnicos.

En nuestro país, salvo algunas excepciones de publicaciones técnicas locales, los profesionales y técnicos de la construcción han acudido principalmente a manuales extranjeros, siendo el "Stahl In Hochbau" el más utilizado por nuestros proyectistas, dada la tradición en el uso de elementos metálicos, según las normas alemanas DIN.

En numerosos casos, para la elección de los elementos metálicos de acuerdo con el cálculo estructural, se tropieza con la dificultad de que las características geométricas, físicas o tecnológicas indicadas en manuales de origen extranjero, no responden a las que proveen los productores locales.

Debe considerarse entonces como muy positivo el esfuerzo realizado por el Instituto Argentino de Siderurgia (IAS), que presentó en 1985 un "Catálogo de Productos Siderúrgicos para la Edificación", que se ha constituido en un elemento de consulta de gran ayuda para los proyectistas de estructuras metálicas y de hormigón armado y pretensado, ya que presenta los diversos productos que se fabrican en el país, con sus principales datos técnicos y las normas a las cuales responde la indicación de los fabricantes que los elaboran.

El IAS, de acuerdo con el convenio IRAM-IAS, ha realizado una importante tarea de normalización de productos y ensayos vinculados con la siderurgia, y ha desarrollado paralelamente una tarea de racionalización de los elementos metálicos, definiendo de común acuerdo con productores y usuarios, aquellos que pertenecen a las denominadas "Series Racionalizadas", en función entre otros parámetros, del de su mayor utilización en el mercado.

#### 8.4.2. RESOLUCIÓN 404 DE LA SICM<sup>1</sup>

Productos de acero utilizados en las estructuras de hormigón y en las estructuras metálicas, que se comercializan en el país:

<sup>1</sup> SICM: Secretaría de Industria, Comercio y Minería.

- Productos de acero utilizados en las estructuras metálicas.
- Barras o rollos de acero al carbono destinados a la construcción.
- Alambrón destinado a la construcción.

Productos de acero utilizados en las estructuras de hormigón:

- Barras y rollos de acero conformado de dureza natural, para armaduras en estructuras de hormigón.
- Barras y rollos de acero conformado de dureza natural soldable, para armaduras en estructuras de hormigón.
- Barras y rollos de acero lisas de sección circular, para armaduras en estructuras de hormigón.
- Alambres de acero liso y conformado, para hormigón armado, en tramos rectos y en rollos.
- Mallas de alambres de acero soldado, para hormigón armado, en paneles y en rollos.
- Alambres de acero para hormigón pretensado.
- Alambres de acero para caños de hormigón pretensado.
- Cordón de dos o tres alambres para estructuras de hormigón pretensado.
- Cordón de siete alambres para estructuras de hormigón pretensado.

Productos de acero utilizados en las estructuras metálicas:

- Barras de acero rectangular (planchuelas), redondas y cuadradas.
- Perfiles T de acero.
- Perfiles doble T de acero de altura igual o menor a 100 mm.
- Perfiles ángulo de acero de altura igual o menor de 120 mm.
- Perfiles U de acero de altura igual o menor a 120 mm.
- Chapas de acero, revestidas o no, en todas sus formas, para uso en cerramientos laterales y cubiertas de edificios y silos.
- Defensas para caminos, alcantarillas y otras estructuras de acero, corrugadas o no, galvanizadas o no, para usos viales o hidráulicos.

Productos de acero utilizados en las estructuras metálicas:

- Perfiles doble T de acero de altura mayor a 100 mm.
- Perfiles ángulo de acero de altura mayor a 120 mm.
- Perfiles U de acero de altura mayor a 120 mm.
- Perfiles abiertos de acero, conformados en frío para uso estructural.

- Cables y guías para medios de elevación vertical (ascensores, montacargas, etc.).
- Tubos estructurales de acero al carbono y aleados, con o sin costura, de sección circular, rectangular o cuadrada.
- Chapas de acero laminadas de uso estructural.

*Nota:* La Secretaría de Industria, Comercio y Minería a través de la Resolución N° 404 (16/06/1999), ha establecido condiciones mínimas de seguridad, y hace cumplir lo establecido por las Normas IRAM e IRAM-IAS vigentes, o cualquier otra norma internacional equivalente.

## 8.5. TABLAS

Sería largo enumerar las características de las múltiples piezas que pueden conseguirse. Por ello, nos limitamos a reproducir tablas relativas a las más usadas, indicando solamente el peso.

El computista se proveerá de una colección de los catálogos adecuados, en las empresas que hasta ahora han publicado esos detalles.

Además, en este libro encontrará la tabla 3.20, del capítulo 3, "Albañilería", para determinar en forma rápida el consumo de hierro por metro cuadrado, en tiranterías igualmente distanciadas, en función del tipo de perfil y la separación entre ejes.

La tabla 7.3, del capítulo 7, "Hormigón armado", informa sobre los redondos para armar hormigón, y la tabla 10.11, del capítulo 10, "Techos", trae datos sobre cubiertas metálicas autoportantes.

Dentro de la amplia gama de productos que fabrica SOMISA, transcribimos las tablas técnicas de mayor interés, que tienen relación directa con la construcción de estructuras metálicas y otras que el uso corriente ha sancionado (DIN).

TABLA 8.2. PLANCHUELAS, PESO TEÓRICO POR METRO LINEAL (ML) (IRAM 657)

Planchuela ancho		Espesores										
		1/8" 3.18	3/16" 4.76	1/4" 6.35	5/16" 7.94	3/8" 9.53	1/2" 12.70	5/8" 15.88	3/4" 19.05	1" 25.40	1 1/4" 31.75	1 1/2" 38.10
Pulg.	mm	kg/m	kg/m	kg/m	kg/m	kg/m	kg/m	kg/m	kg/m	kg/m	kg/m	kg/m
1/2"	12.70	0.32	0.47	0.64	-	-	-	-	-	-	-	-
5/8"	15.88	0.40	0.59	0.79	-	-	-	-	-	-	-	-
3/4"	19.05	0.47	0.71	0.95	1.19	-	-	-	-	-	-	-
7/8"	22.23	0.55	0.83	1.11	1.38	-	-	-	-	-	-	-
1"	25.40	0.63	0.95	1.27	1.58	1.90	2.53	-	-	-	-	-
1 1/4"	31.75	0.79	1.19	1.58	1.98	2.37	3.17	-	-	-	-	-
1 1/2"	38.10	0.95	1.42	1.90	2.37	2.85	3.80	4.75	5.70	7.60	-	-
1 3/4"	44.45	1.11	1.66	2.22	2.77	3.32	4.43	5.54	6.65	-	-	-
2"	50.80	1.27	1.90	2.53	3.17	3.80	5.06	6.33	7.60	10.13	12.66	15.19
2 1/4"	57.15	1.42	2.14	2.85	3.56	4.27	5.70	7.12	8.55	11.40	14.24	17.09
2 1/2"	63.50	1.58	2.37	3.17	3.96	4.75	6.33	7.91	9.50	12.66	15.83	18.99
2 3/4"	69.85	-	-	3.48	4.35	5.22	6.96	8.70	10.45	13.93	17.41	20.89
3"	76.20	1.90	2.85	3.80	4.75	5.70	7.60	9.50	11.40	15.19	18.99	22.79
3 1/4"	82.55	-	-	4.11	5.14	6.17	8.23	10.29	12.34	16.46	20.57	24.69
3 1/2"	88.90	2.22	3.32	4.43	5.54	6.65	8.86	11.08	13.29	17.73	22.16	26.59
4"	101.60	2.53	3.80	5.06	6.33	7.60	10.13	12.66	15.19	20.26	25.32	30.39
4 1/4"	107.95	2.69	4.04	5.38	6.73	8.07	10.76	13.45	16.14	21.52	26.91	32.29
4 1/2"	114.30	2.85	4.27	5.70	7.12	8.55	11.40	14.24	17.09	22.79	28.49	34.19
4 3/4"	120.65	3.01	4.51	6.01	7.52	9.02	12.03	15.04	18.04	24.06	-	-
5"	127.00	3.17	4.75	6.33	7.91	9.50	12.66	15.83	18.99	25.32	31.65	37.98
6"	152.40	3.80	5.70	7.60	9.50	11.40	15.19	18.99	22.79	30.39	-	-

TABLA 8.3. PESO DE LAS CHAPAS DE HIERRO RAYADAS

Espesor	Medido sobre la raya	Peso por m <sup>2</sup>
mm	mm	kg
4,0	4,8	33
5,0	6,4	43
6,5	7,9	66

*Nota:* Las chapas lisas o rayadas tienen ancho mínimo de tres pies (3 ft).

TABLA 8.4. PESO DE LAS CHAPAS DE HIERRO GRUESAS

Espesor		Peso por pie cuadrado (pie <sup>2</sup> ) kg	Peso por metro cuadrado (m <sup>2</sup> ) kg
mm	Pulgada		
3.0	1/8"	2.334	25.12
4.7	3/16"	3.501	37.68
6.3	2/8"	4.668	50.24
8.0	5/16"	5.835	62.80
9.5	3/8"	8.002	75.36
11.0	7/16"	8.169	87.92
12.7	4/8"	9.336	100.48
14.0	9/16"	10.503	113.04
16.0	5/8"	11.670	125.60
17.5	11/16"	12.837	138.16
19.0	6/8"	14.004	150.72
20.5	13/16"	15.171	163.28
22.0	7/8"	16.338	175.84
24.0	15/16"	17.505	188.40
25.4	1"	18.672	200.96
32.0	1 1/4"	23.340	251.20
38.0	1 1/2"	28.008	301.44
45.0	1 3/4"	32.676	351.68
51.0	2"	37.344	401.92

TABLA 8.5. PESO DE LAS CHAPAS DE HIERRO DELGADAS

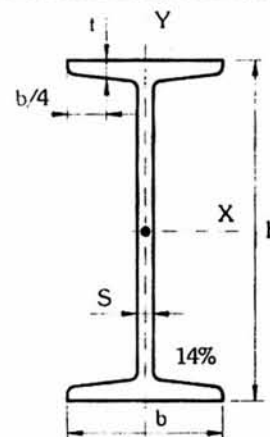
Espesor	Equivalencia en mm		Peso por pie cuadrado (pie <sup>2</sup> ) kg/pie <sup>2</sup>		Peso por metro cuadrado (m <sup>2</sup> ) kg/m <sup>2</sup>	
Nº	BWB	BG	BWG	BG	BWG	BG
10	3.40	3.10	2.544	2.315	27.360	24.900
11	3.05	2.76	2.278	2.061	24.502	22.171
12	2.76	2.45	2.069	1.835	22.256	19.740
13	2.41	2.19	1.803	1.633	19.397	17.572
14	2.10	1.94	1.575	1.454	16.947	15.638
15	1.83	1.73	1.366	1.294	14.701	13.925
16	1.65	1.55	1.234	1.157	13.272	12.450
17	1.47	1.38	1.101	1.029	11.483	11.073
18	1.24	1.23	0.930	0.917	10.005	9.862
19	1.07	1.09	0.797	0.815	8.575	8.764
20	0.89	0.97	0.664	0.726	7.146	7.807
21	0.81	0.86	0.607	0.646	6.534	6.952
22	0.71	0.77	0.531	0.579	5.717	6.235
23	0.63	0.69	0.474	0.514	5.104	5.537
24	0.56	0.61	0.417	0.459	4.492	4.941
25	0.51	0.54	0.379	0.407	4.084	4.384
26	0.46	0.48	0.341	0.363	3.675	3.906
28	0.36	0.38	0.265	0.288	2.859	3.105
30	0.30	0.30	0.227	0.228	2.450	2.451

Nota: B.W.G.: Birmingham Wire Gauge (Calibre Birmingham para alambres).  
B.G.: Birmingham Gauge.

TABLA 8.6. PESO DE LOS PERFILES NORMALES DE HIERRO  
(en kg por m)

Perfil Normal "DOBLE TE" de alas angostas (s/D.I.M. 1025)

Nº	Altura h	Ancho de alas b	Espesor del alma s	Espesor de las alas t	Sección	Peso por metro
	mm	mm	mm	mm	cm <sup>2</sup>	kg/m
IPN 80	80	42	3.9	5.9	7.5	5.9
IPN 100	100	50	4.5	6.8	10.6	8.3
IPN 120	120	58	5.1	7.7	14.2	11.1
IPN 140	140	66	5.7	8.6	18.3	14.3
IPN 160	160	74	6.3	9.5	22.8	17.9
IPN 180	180	82	6.9	10.4	27.9	21.9
IPN 200	200	90	7.5	11.3	33.4	26.2
IPN 220	220	98	8.1	12.3	39.5	30.9
IPN 240	240	106	8.7	13.1	46.1	36.2
IPN 260	260	113	9.4	14.1	53.3	41.8
IPN 280	280	119	10.1	15.2	61.0	47.8
IPN 300	300	125	10.8	16.2	69.0	54.1
IPN 320	320	131	11.5	17.3	77.7	60.9
IPN 340	340	137	12.2	18.3	86.7	67.9
IPN 360	360	143	13.0	19.5	97.0	76.0
IPN 380	380	149	13.7	20.5	107.0	83.8
IPN 400	400	155	14.4	21.6	118.0	92.4
IPN 425	425	163	15.3	23.0	132.0	103.4
IPN 450	450	170	16.2	24.3	147.0	115.2
IPN 475	475	178	17.1	25.6	163.0	127.7
IPN 500	500	185	18.0	27.0	179.0	140.2
IPN 550	550	200	19.0	30.0	2.120	166.1
IPN 600	600	215	21.6	32.4	254.0	199.0

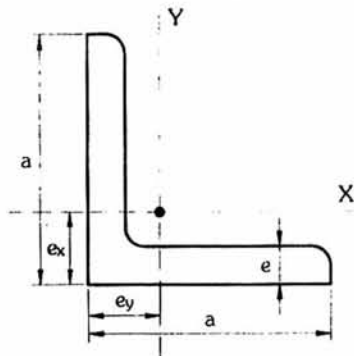


Fuente: ACINDAR



TABLA 8.7. PERFIL ÁNGULO "L"

Denominación ángulo	Dimensiones			Sección cm <sup>2</sup>	Peso kg/m
	a mm	e mm	$e_x = e_y$ cm		
1" x 1/8"	25.4	3.2	0.75	1.51	1.2
1" x 3/16"	25.4	4.8	0.81	2.19	1.7
1 1/4" x 1/8"	31.8	3.2	0.91	1.92	1.5
1 1/4" x 3/16"	31.8	4.8	0.97	2.80	2.2
1 1/2" x 1/8"	38.1	3.2	1.07	2.32	1.8
1 1/2" x 3/16"	38.1	4.8	1.13	3.40	2.7
1 1/2" x 1/4"	38.1	6.4	1.18	4.44	3.5
1 3/4" x 1/8"	44.5	3.2	1.23	2.73	2.1
1 3/4" x 3/16"	44.5	4.8	1.29	4.00	3.1
2" x 1/8"	50.8	3.2	1.39	3.13	2.5
2" x 3/16"	50.8	4.8	1.45	4.61	3.6
2" x 1/4"	50.8	6.4	1.50	6.05	4.8
2 1/4" x 3/16"	57.2	4.8	1.60	5.21	4.1
2 1/4" x 1/4"	57.2	6.4	1.68	6.85	5.4
2 1/2" x 3/16"	63.5	4.8	1.76	5.82	4.6
2 1/2" x 1/4"	63.5	6.4	1.82	7.66	6.0
3" x 1/4"	76.2	6.4	2.14	9.27	7.3
3" x 5/16"	76.2	7.9	2.20	11.47	9.0
3" x 3/8"	76.2	9.5	2.26	13.60	10.7
3 1/2" x 1/4"	88.9	6.4	2.46	10.89	8.6
3 1/2" x 5/16"	88.9	7.9	2.51	13.49	10.6
3 1/2" x 3/8"	88.9	9.5	2.57	16.02	12.6
4" x 1/4"	101.6	6.4	2.75	12.48	9.8
4" x 5/16"	101.6	7.9	2.84	15.50	12.2
4" x 3/8"	101.6	9.5	2.90	18.44	14.5
4" x 1/2"	101.6	12.7	3.00	24.19	19.0



Fuente: ACINDAR

TABLA 8.8. CHAPAS METÁLICAS  
(Peso en kg por m<sup>2</sup>)

Espesor mm	Fundición	Acero	Cobre	Latón	Bronce	Zinc	Plomo
1	7.25	7.85	8.9	8.5	8.6	7.2	11.37
2	14.50	15.70	17.8	17.0	17.2	14.4	22.74
3	21.75	23.55	26.7	25.5	25.8	21.6	34.11
4	29.00	31.40	35.6	34.0	34.4	28.8	45.48
5	36.25	39.25	44.5	42.5	43.0	36.0	56.85
6	43.50	47.10	53.4	51.0	51.6	43.2	68.22
7	50.75	54.95	62.3	59.5	60.2	50.4	79.59
8	58.00	62.80	71.2	68.0	68.8	57.6	90.96
9	65.25	70.65	80.1	76.5	77.4	64.8	102.33
10	72.50	78.50	89.0	85.0	86.0	72.0	113.70

## 8.6. EL ALUMINIO

Por su liviandad y versatilidad (permite una gama enorme de formas en el perfilado) el aluminio avanza cada día más en las posibilidades del campo estructural. La variada morfología de los tipos comerciales hace prohibitiva la tabulación de sus características en un volumen como éste.

A igualdad de sección, un perfil de aluminio pesa el 35% de otro igual de hierro (admitiendo un peso específico de 2.73 para el primero y 7.85 para el segundo). En consecuencia, cualquiera de los valores dados para hierro en las tablas de este capítulo, puede ser usado para el aluminio con sólo multiplicarlo por 0.348.

## 8.7. METAL DESPLEGADO

El metal desplegado es del tipo romboidal, y se presenta en dos formas: planchas planas y en rollos.

Se presentan en varias medidas de acuerdo con la necesidad del mercado.

### Campo de aplicación:

a) *Livianos*: Todo tipo de elementos decorativos, por ejemplo: parlantes de audio, protectores de calefacción.

b) *Medianos*: Protecciones, divisiones, cielo raso, balcones, ventanas.

c) *Pesados*: Mínima flexión a grandes cargas.

d) *Otras aplicaciones*: Yesería, filtros de aire, protección de todo tipo, decoración, ventilación.

TABLA 8.9. PESO POR m<sup>2</sup>

Liviano	Mediano	Pesado
300 gr	450 gr	600 gr

### **Nota final**

Como hemos dicho, las estructuras metálicas son generalmente subcontratadas. Si éste es el caso, el computista debe preparar una lista de todos aquellos elementos que, siendo necesarios para completar la obra, están excluidos del contrato. Se pueden citar solamente dos ejemplos: el subcontratista, en la práctica corriente, sólo proveerá las canaletas para el desagüe de los techos, con sus embudos; los caños de bajada deben ser provistos y colocados por el contratista principal. Del mismo modo, las ventanas serán entregadas sin vidrios.

Es obvio que la mencionada lista debe ser complementada con el cómputo métrico.

## 9. ESTRUCTURAS DE MADERA

### 9.1. GENERALIDADES

El uso de la madera como material de construcción es tan antiguo como difundido. Los sistemas modernos de industrialización y aprovechamiento hacen que con este material se alcancen grandes rendimientos en cuanto a resistencia y economía, mejorados aún más con la aplicación de métodos racionales de cálculo y ejecución. Pero no obstante sus grandes posibilidades en nuestro país, todavía se lo mantiene como un material auxiliar de la construcción, porque se carece de una cultura y tradición forestales.

En sus formas naturales se la usa aserrada para tirantería de techos y para ejecución de cielos rasos y revestimientos, cabriadas, etc., y finalmente como elemento temporario en andamios, apuntalamientos y encofrados de hormigón. En la actualidad se han agregado las llamadas maderas laminadas, que han encontrado enormes posibilidades estructurales en el campo de grandes luces libres.

En cuanto a sus estructuras industriales, se presenta como madera aglomerada, madera compensada (terciados), madera de virutas mineralizadas, paneles duros (*hardboard*), paneles compensados fenólicos, etc. En estas formas se la aplica intensamente en revestimientos de muros y cielos rasos, formación de cielos rasos suspendidos y tabiquería, encofrados, etc.

No nos referiremos en este libro a sus usos en la construcción de muebles y elementos decorativos, que constituyen una de sus más importantes aplicaciones.

## 9.2. COMERCIALIZACIÓN

La madera se comercializa en piezas longitudinales, cuyas secciones mantienen dos formas típicas: circular y rectangular, estas últimas llamadas escuadrías.

En la primera forma se obtienen los rollizos y postes; los primeros son generalmente de gran sección, como que no son más que los árboles y ramas descortezadas. En cuanto a las piezas escuadradas, se clasifican según las dimensiones de sus secciones transversales, en la forma que sigue (esta clasificación está contenida en la norma IRAM 9559; cubre todos los rangos de medidas –de modo que no pueden intercalarse otras piezas– y ha considerado aspectos aduaneros):

TABLA 9 1. CLASIFICACIÓN IRAM 9559

Designación	Escuadría		Longitud (m)
	Espesor (mm)	Ancho (mm)	
Varilla cuadrada	Menor de 12	Variable según uso	–
Listón	Mayor de 12 y menor de 38	Menor de 150	–
Hoja	Mayor de 12 y menor de 18	Mayor de 150	Mayor de 2
Tabla	Mayor de 18 y menor de 38	Mayor de 150	Mayor de 2
Tablón	Mayor de 38 y menor de 75 Mayor de 75 y menor de 127	Mayor de 250	Mayor de 2
Tirante	Mayor de 75 y menor de 127	Mayor de 75 y menor de 250	Mayor de 2
Vigueta	Mayor de 127 y menor de 200	Mayor de 127	Mayor de 2
Viga	Mínimo 200	Mínimo 200	Mayor de 2

La venta de madera en grandes cantidades, se hace por metro cúbico y a veces por tonelada, generalmente en piezas primarias (rollizos o vigas).

Las piezas menores se negocian por metro lineal (tirantes) o metros cuadrados (tablas o tablones). Las escuadrías mínimas (varillas) se venden por atado.

TABLA 9.2. ESCUADRÍAS COMERCIALES DE LA MADERA

Denominación comercial	Medidas	
	pulgadas	mm
Listones < 1" x 3" / 25,4 x 76,2	1" x 1"	25,4 x 25,4
Para obras de yesería	½" x 1"	12,7 x 25,4
	½" x 1 ½"	12,7 x 38,1
Para techos	¾" x 3"	19,1 x 76,2
Alfajías 1" x 3" / 25,4 x 76,2	1" x 3"	25,4 x 76,2
Tirantes > 2" x 3" / 50,8 x 76,2 Para techos	2" x 3"	50,8 x 76,2
	2" x 4"	50,8 x 102,0
	3" x 3"	76,2 x 76,2
	3" x 4"	76,2 x 102,0
	3" x 5"	76,2 x 127,0
	3" x 6"	76,2 x 152,0
	3" x 9"	76,2 x 229,0
	4" x 4"	102,0 x 102,0
	4" x 6"	102,0 x 152,0
	4" x 9"	102,0 x 229,0
Tablas < 1 ½" x 12" / 38,1 x 305	6" x ½"	152 x 12,7
	6" x ¾"	152 x 19,1
	6" x 1"	152 x 25,4
	6" x 1 ¼"	152 x 32,8
	6" x 1 ½"	152 x 38,1
	12" x ½"	305 x 12,7
	12" x ¾"	305 x 19,1
	12" x 1"	305 x 25,4
	12" x 1 ¼"	305 x 32,8
	12" x 1 ½"	305 x 38,1
Tablones > 1 ½" x 12" / 38,1 x 305	12" x 1 ½"	305 x 38,1
	12" x 2"	305 x 50,8
Vigas > 6" x 6" / 152 x 152	6" x 6"	152 x 152
	8" x 8"	203 x 203
	10" x 10"	254 x 254
	12" x 12"	305 x 305
Largos: 12' a 30' (pies), (3,66 m a 9,15 m) escalonados de 2 en 2 pies. Menos comunes 16' a 19' (4,90 m a 5,80 m) aproximadamente. Anchos: máximo pulgadas 12" (30,5 cm).		

### 9.3. MEDICIÓN

En la confección de presupuestos, solamente forman rubro aparte las cabriadas y elementos aislados de sostén, ménsulas, columnas, etc. La infraestructura de los techos (entablados, cabios), cielos rasos y enchapados de revestimientos, van incluidos en la medición de los mismos.

Las construcciones auxiliares y temporarias no son objeto de medición (andamiajes, entibamientos, encofrados), quedando incluidos en el cómputo de las estructuras principales.

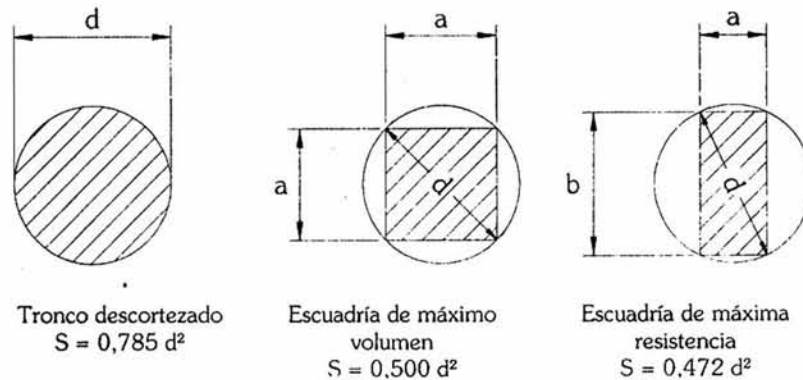


Fig. 9.1.

*Nota:* La escuadría de máxima resistencia tiene un 5% menos de volumen y un 8% más de resistencia (Mazzocchi).

Es corriente entonces, que en el cómputo de obras no se haga cubicación de maderas, sino cuando se trata de preparar pedidos de materiales.

Pautas:

a) El cómputo se hace por longitud de piezas de igual escuadría. Una vez obtenido el total de éstas, se harán las reducciones que correspondan, para las cuales se verá el apartado siguiente.

b) En la medición quedan incluidos todos los medios de unión y empallado, aunque sean metálicos (bulones, tirafondos, clavos, chapas).

c) Los enchapados y revestimientos, el entablado de mojinetes, pisos de madera, etc., se computarán según las indicaciones que se dan en los apartados correspondientes.

#### 9.3.1. NORMAS DE LA DNA

Las normas oficiales solamente dedican dos artículos a este tema: artículos n° 74 y 79, capítulo VIII, "Carpintería de Madera" (ver CD).

#### 9.3.2. CUBICACIÓN DE MADERAS - TABLAS

El concepto fundamental de la cubicación de maderas es el siguiente: tomando como unidad de medida una tabla de una pulgada de espesor, cuya superficie sea de un pie cuadrado ( $\text{pie}^2$ ), establecer cuántas veces esta unidad está comprendida en una cantidad determinada de madera.

Cuando se hable de pies cuadrados, se entenderá aunque no se lo diga, que el espesor es de una pulgada.

Es entonces, una unidad de volumen, aunque aparezca expresada como una unidad de superficie. Esto hace que puedan ser comparadas piezas de escuadría distinta: todas las maderas de iguales sección transversal y longitud, contienen la misma cantidad de madera cualquiera que sea la relación entre el ancho y el espesor.

Vale decir que desde el punto de vista de su cubicación, estas escuadrías son iguales, por ejemplo: 1" x 12", 3" x 4", 2" x 6", porque al tener la misma sección transversal (12 pulgadas cuadrada), tienen el mismo volumen por unidad de longitud. El volumen de esta unidad equivale a 0,0023597  $\text{m}^3$  o 0,0833333  $\text{pies}^3$ . Con estos dos valores, y los que se indican en el apartado siguiente, más las equivalencias entre unidades de los dos sistemas (métrico e inglés), por medio de operaciones sencillas de multiplicación y división, se resuelven los problemas de cubicación de maderas. A pesar de su fundamento simple, éste es un cálculo engorroso por las numerosas operaciones que demanda, pero que se facilita mediante el empleo de tablas, de las cuales publicamos una serie que permite resolver cantidad de conversiones y reducciones.

Servirán como complemento las tablas de conversión de unidades que se dan en el apéndice II (ver CD).

TABLA 9.3. CONVERSIÓN DE PIES<sup>2</sup> DE 1" A M<sup>3</sup> Y VICEVERSA

Pies <sup>2</sup> de 1"	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	Pies <sup>2</sup> de 1"
1	0.002359	1	423.776
2	0.004719	2	847.552
3	0.007079	3	1271.328
4	0.009439	4	1695.104
5	0.011799	5	2118.880
6	0.014158	6	2542.656
7	0.016518	7	2966.432
8	0.018878	8	3390.208
9	0.021238	9	3813.984

### 9.3.3. MADERAS ESCUADRADAS. PROBLEMAS TÍPICOS DE CONVERSIÓN

Las maderas escuadradas se venden por pie cuadrado, por metro cuadrado, por metro lineal, por metro cúbico, según dimensiones y cantidades. Y se miden también por pie cuadrado, por metro cuadrado, por metro lineal, etc., según los casos. De aquí la necesidad de efectuar las conversiones más o menos complejas que se presentan a diario en el trabajo del computista (ver tabla 9.3).

Algunas de ellas pueden ser resueltas por aplicación de muy sencillas reglas:

a) En un metro cúbico de madera entran 400 pies<sup>2</sup> de tabla de 1" de espesor.

b) La superficie (en m<sup>2</sup>) por el espesor (en pulgadas) (éste expresado en números enteros y/o decimales), y multiplicado por 11, da el número de pies<sup>2</sup> de 1" de espesor.

Estos dos números (400 y 11) incluyen las mermas y desperdicios. En realidad, los valores teóricos son 423.76 y 10.764 respectivamente.

c) Cien m<sup>2</sup> de 1" (llamados cien bordmetros, bdm), equivalen a 2.54 m<sup>3</sup>.

Otras, de mayor complejidad, se simplifican por aplicación de las tablas que permiten resolver todas las reducciones posibles para escuadrías hasta de 12" x 12". Su uso es inmediato: en horizontales se tiene espesor (en pulgadas) y en verticales ancho (en pulgadas), en la intersección de ambas columnas se encuentra el factor de reducción. Estas tablas permiten calcular longitudes –en pies o metros– cuando se conoce la superficie –en m<sup>2</sup> o pie<sup>2</sup>–; o la superficie en m<sup>2</sup> o pie<sup>2</sup> –cuando se conoce la longitud– en metros o pie (ver tabla 9.4).

Ejemplo:

Calcular el volumen –en metros cúbicos– de la siguiente partida de madera, a efectos de su embarque; y luego utilizando la tabla 9.4, convertir los metros lineales (ml), en metros cúbicos (m<sup>3</sup>).

	Espesor x ancho	Cálculo:	m x coeficiente tabla	
350 metros de tirantes de	3" x 6"	(3 x 6)	350 x 0.0116	= 4.0600 m <sup>3</sup>
45 metros de tirantes de	4" x 6"	(4 x 6)	45 x 0.0155	= 0.6975 m <sup>3</sup>
1.750 metros de tablas de	1" x 8"	(1 x 8)	1.750 x 0.0052	= 9.1000 m <sup>3</sup>
652 metros de tablones de	2" x 12"	(2 x 12)	652 x 0.0155	= 10.1060 m <sup>3</sup>
3.525 metros de listones de	1" x 2"	(1 x 2)	3.525 x 0.0013	= 4.5825 m <sup>3</sup>
Suman				= 28.5460 m <sup>3</sup>

**Para escuadrías no contenidas en las tablas se opera así:**

Tablas 9.5 a 9.8: multiplíquese ambas medidas de las escuadrías (espesor por ancho), y el resultado por el primer número de la tabla correspondiente: se tiene así el factor de conversión.

Por ejemplo:

¿Cuántos pies<sup>2</sup> de 1" hay en 18 m de ½" x 3"? – Tabla 9.5.

$$\frac{1}{2} \times 3 = 1.5$$

$$1.5 \times 0.273403 = 0.410105$$

$$18 \times 0.410105 = 7.38 \text{ pie}^2 \text{ de } 1"$$

TABLA 9.4. CONVERTIR METROS LINEALES A METROS CÚBICOS

Espesor Ancho	1"	2"	3"	4"	5"	6"
1"	0.000645	0.001293	0.001935	0.002581	0.003226	0.003871
2"	0.001293	0.002581	0.003871	0.005161	0.006451	0.007742
3"	0.001935	0.003871	0.005806	0.007742	0.009677	0.011613
4"	0.002581	0.005161	0.007742	0.010322	0.012903	0.015484
5"	0.003226	0.006451	0.009677	0.012903	0.016129	0.019355
6"	0.003871	0.007742	0.011613	0.015484	0.019355	0.023226
7"	0.004516	0.009032	0.013548	0.018064	0.022580	0.027097
8"	0.005161	0.010322	0.015484	0.020645	0.025806	0.030968
9"	0.005806	0.011613	0.017419	0.023226	0.029032	0.034839
10"	0.006451	0.012903	0.019355	0.025806	0.032258	0.038709
11"	0.007097	0.014193	0.021290	0.028387	0.035484	0.042580
12"	0.007742	0.015484	0.023226	0.030968	0.038709	0.046451



Espe- sor Ancho	7"	8"	9"	10"	11"	12"
1"	0,004516	0,005161	0,00586	0,006451	0,007097	0,007742
2"	0,009032	0,010322	0,011613	0,012903	0,014193	0,015484
3"	0,013548	0,015484	0,017419	0,019355	0,021290	0,023226
4"	0,018064	0,020645	0,023226	0,025806	0,028387	0,030968
5"	0,022580	0,025806	0,029032	0,032258	0,035484	0,038709
6"	0,027097	0,030968	0,034839	0,038709	0,042580	0,046451
7"	0,031612	0,036129	0,040645	0,045161	0,049677	0,054193
8"	0,036129	0,041290	0,046451	0,051612	0,056774	0,061935
9"	0,040645	0,046451	0,052258	0,058064	0,063871	0,069677
10"	0,045161	0,051612	0,058064	0,064516	0,070968	0,077419
11"	0,049677	0,056774	0,063781	0,070968	0,078064	0,085161
12"	0,054193	0,061935	0,069677	0,077419	0,085161	0,092903

Tablas 9.9 a 9.12: multiplíquese ambas medidas de la escuadría (espe-  
sor por ancho) y con este resultado divídase el primer número de la tabla;  
se tiene así el factor de conversión.

Por ejemplo:

¿Cuántos metros lineales pueden obtenerse con 26 m<sup>2</sup> de 1 ½" x 3"?, tabla  
9.10 (ver CD).

$$\begin{aligned}
 1,5 \times 3 &= 4,5 \\
 39,370079 : 4,5 &= 8,748906 \\
 26 \times 8,748906 &= 227,47 \text{ m}
 \end{aligned}$$

### 9.3.4. CUBICACIÓN DE MADERAS REDONDAS Y ROLLIZOS

a) Las maderas redondas son cilindros; se cubican midiendo el diáme-  
tro o el perímetro y aplicando algunas de estas fórmulas (ver figura 9.1):

$$\text{Volumen} = 0,785 d^2 l = 0,796 p^2 l$$

d = diámetro  
l = longitud  
p = perímetro

Todas las medidas se toman en metro y el volumen resulta en m<sup>3</sup>. La  
tabla 9.13 da el volumen de los rollizos, conociendo su diámetro o su cir-  
cunferencia.

b) En cuanto a los rollizos, se los considera como piezas cuadradas  
cuyo lado es igual a:

$$d = \frac{\text{perímetro} - a}{4}$$

donde:

- a = 4" para rollizos sin cáscara;
- a = 6" para rollizos cubiertos con cáscara en media circunferencia;
- a = 8" para rollizos totalmente cubiertos con cáscara.

El largo se mide en pies enteros por redondeo de las fracciones. El vo-  
lumen resulta entonces igual d<sup>2</sup> l (en pies<sup>3</sup>).

Finalmente se hace

$$\text{cubo} = \frac{d^2 \cdot l}{12}$$

y se tiene pies cuadrados de 1" (recuérdese que un pie equivale a 12").

Ejemplo:

Sea un rollizo de 15 pies de largo, con un perímetro de 60", con cáscara total.

$$d = \frac{60 - 8}{4} = 13":$$

$$\text{cubo} = \frac{13" \times 13" \times 15"}{12} = 211 \text{ pies}^2 \text{ de } 1".$$

Otras unidades<sup>1</sup>:

Para maderas procedentes del Paraguay y Alto Paraná, están todavía  
en uso estas unidades:

1 cuarta	= 0,216500 m	(9" de 0,02405)
1 pie	= 0,288667 m	(12" de 0,02405)
1 vara	= 0,866000 m	(36" de 0,02405)

Metro cúbico del Alto Paraná: es un metro lineal de 10 x 10; equivale  
a 3.936,96 pulg<sup>3</sup> = 27,34 pies<sup>2</sup> de 1".

Ejemplos:

a) Calcular el valor de la siguiente partida de pino *spruce* para un precio uni-  
tario de \$ 2,20 el pie<sup>2</sup> de 1". (Precio no real, tomado a los efectos del cálculo.)

<sup>1</sup> Tomado de Ernitz: *Manual de maderas*.

846 m <sup>2</sup>	de tablas de	1 ½" x 4"
500 m <sup>2</sup>	de tablas de	¾" x 3"
150 m <sup>2</sup>	de tabloncillos de	2 x 10
1.525 m <sup>2</sup>	de tirantes de	3 x 3
600 m <sup>2</sup>	de tirantes de	4 x 6

Cálculo:

Reducción de m<sup>2</sup> a pies<sup>2</sup> de 1" (Ver 9.3.3 punto "b")

(1 ½ x 4)	846 x 1,50 x 10,764	= 13.659,52 pies <sup>2</sup>
(¾ x 3)	500 x 0,75 x 10,764	= 4.036,50 "
(2 x 10)	150 x 2,00 x 10,764	= 3.229,20 "

Reducción de m/l a pies<sup>2</sup> (tabla 9.5)

(3 x 3)	1.525 x 2,46069	= 3.752,41 pies <sup>2</sup>
(4 x 6)	600 x 6,5617	= 3.937,02 "
Suman		= 28.614,65 "

$$\text{Valor} = 28.614,65 \times 2,20 = \$62.952,23 \text{ pies}^2$$

b) Calcular el área de piso que puede ser cubierta con 16 m<sup>3</sup> de madera.

El piso se ejecutará con tablas de ¾", de espesor sobre tirantes de 3" x 3" cada 70 cm.

1) Se calcula la cantidad de tabla necesaria para hacer 1 m<sup>2</sup> de piso

$$\text{tablas de } \frac{3}{4}" \quad 1 \text{ m}^2 \times 0,75 \times 10,764 = 8,073 \text{ pies}^2 \text{ (ver 9.3.3. punto "b")}$$

$$\text{tirantes } 3" \times 3" \text{ (tabla 9.5)} = \frac{2,4606}{0,70} = 3,515 \text{ pies}^2$$

$$\text{Suman} = 11,588 \text{ pies}^2$$

2) en 16 m<sup>3</sup> de madera entran

$$16 \times 423,776 = \mathbf{6.780,42 \text{ pies}^2} \text{ (ver 9.3.3.punto "a" y "b")}$$

3) luego: si con 11,588 pies<sup>2</sup> hago 1 m<sup>2</sup> de piso, con 6.788,42 pies<sup>2</sup> haré:

$$6.780,42 : 11,588 = 585,12 \text{ m}^2$$

c) Calcular la superficie de encofrado que puede ser cubierta con la siguiente partida:

30 piezas 1 x 4 de 4,50 m de largo
26 piezas 1 x 4 de 5,20 m de largo
13 piezas 1 x 4 de 5,75 m de largo
92 piezas 1 x 5 de 5,00 m de largo
47 piezas 1 x 6 de 5,00 m de largo
9 piezas 1 x 6 de 5,75 m de largo
110 piezas 1 x 8 de 5,00 m de largo

Cálculo:

(1" x 4")	30 x 4,50	= 135,00
	26 x 5,20	= 135,20
	13 x 5,75	= 74,75

$$344,95 \times 0,1016 = 35,05 \text{ m}^2 \text{ (Tabla 9.6)}$$

$$(1 \times 5) \quad 92 \times 5,00 \times 0,1270 = 58,42 \text{ m}^2 \text{ (Tabla 9.6)}$$

(1 x 6)	47 x 5,00	= 235,00
	9 x 5,75	= 51,75

$$286,75 \times 0,1524 = 043,70 \text{ m}^2$$

$$(1 \times 8) \quad 110 \times 5,00 \times 0,2032 = 111,76 \text{ m}^2$$

$$\text{Total superficie cubierta} = 248,93 \text{ m}^2$$

d) Para entibiar una zanja, cuyas medidas se ven en la figura 9.2, se comprobó la siguiente partida de madera:

- 11.000 pies lineales de tabloncillos de 2" x 12"
- 13.000 " cuadrados de 1" en tirantes de 3" x 4" (travesaños)
- 1.1500 metros cuadrados de 1" en tirantes de 3" x 6" (codales)

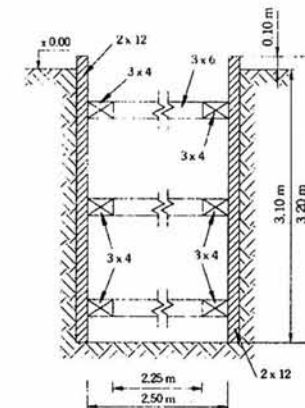


Fig. 9.2.

Se trata de verificar si es suficiente para 150 m de zanja.

Cálculo métrico:

$$\begin{aligned} 2 \times 3,20 \times 150 &= 960 \text{ m}^2 \text{ (de } 2'' \times 12''); \\ 6 \times 150 &= 900 \text{ m}^2 \text{ (de } 3'' \times 4''); \\ 3 \times 2,25 \times 150 &= 1.013 \text{ m}^2 \text{ (de } 3'' \times 6''). \end{aligned}$$

Estas cantidades deben ser expresadas en las mismas unidades en que se hizo la compra. Así:

Conversión:

Según tabla para convertir m<sup>2</sup> pero de 1" a pies lineales de 2" x 12" = 5,381955, pero aquí necesitamos m<sup>2</sup> de 2", luego es 10,764 (o sea el doble del valor dado por la tabla 9.11).

$$1.960 \text{ m}^2 \times 10,764 \text{ p/m}^2 = 10.333 \text{ pies lineales de } 2'' \times 12' \text{ (tabla 9.11).}$$

$$1.900 \text{ m}^2 \times 3,281 \text{ p/m}^2 = 2.953 \text{ p}^2 \text{ de } 1'' \text{ de } 3'' \times 4'' \text{ (tabla 9.5).}$$

$$1.013 \text{ m}^2 \times 0,457 \text{ m}^2/\text{m}^2 = 2.463 \text{ m}^2 \text{ de } 1'' \text{ de } 3'' \times 6'' \text{ (tabla 9.6).}$$

Luego, comparando estos resultados con las cantidades compradas se ve que la partida es suficiente.

## 9.4. COMPENDIO DE TABLAS PRÁCTICAS DE USO

TABLA 9.5. METROS LINEALES CON ESCUADRÍA EN PULGADA A PIES CUADRADOS

Espe- sor Ancho	1"	2"	3"	4"	5"	6"
1"	0,243703	0,546807	0,820210	1,093613	1,367015	1,640420
2"	0,546807	1,093613	1,640420	2,187226	2,734033	3,280840
3"	0,820210	1,640420	2,460630	3,280840	4,101050	4,921260
4"	1,093613	2,187226	3,280840	4,374453	5,468066	6,561680
5"	1,367015	2,734033	4,101050	5,468066	6,835083	8,202100
6"	1,640420	3,280840	4,921260	6,561680	8,202100	9,842520
7"	1,913823	3,827646	5,741470	7,655293	9,569116	11,482940
8"	2,187226	4,374453	6,561680	8,748906	10,936133	13,123359
9"	2,460630	4,921260	7,381890	9,842520	12,303169	14,763799
10"	2,734033	5,468066	8,202100	10,936133	13,670166	16,404199
11"	3,007436	6,014873	9,022310	12,029746	15,037183	18,044619
12"	3,280840	6,561680	9,842520	13,123359	16,404199	19,685039
Espe- sor Ancho	7"	8"	9"	10"	11"	12"
1"	1,913823	2,187226	2,460630	2,734033	3,007436	3,280840
2"	3,827646	4,374453	4,921260	5,468066	6,014873	6,561680
3"	5,741470	6,561680	7,381890	8,202100	9,022310	9,842520
4"	7,655293	8,748906	9,842520	10,936133	12,029746	13,123359
5"	9,569116	10,936133	12,303169	13,670166	15,037183	16,404199
6"	11,482940	13,123359	14,763799	16,404199	18,044619	19,685039
7"	13,396763	15,310586	17,224409	19,138233	21,052056	22,965879
8"	15,310586	17,497813	19,685039	21,872266	24,059492	26,246719
9"	17,224409	19,685039	22,145669	24,606299	27,066929	29,527559
10"	19,138233	21,872266	24,606299	27,340332	30,074366	32,808399
11"	21,052056	24,059492	27,066929	30,074366	33,081802	36,089239
12"	22,965879	26,246719	29,527559	32,808399	36,089239	39,370079

Ejemplo: En un metro lineal de 2" x 6" hay 3,28084 pies<sup>2</sup> de 1".

TABLA 9.6. METROS LINEALES CON ESCUADRÍA EN PULGADA A METROS CUADRADOS DE 1"

Espe- sor Ancho	1"	2"	3"	4"	5"	6"
1"	0,0254	0,0508	0,0762	0,1016	0,1270	0,1524
2"	0,0508	0,1016	0,1524	0,2032	0,2540	0,3048
3"	0,0762	0,1524	0,2286	0,3048	0,3810	0,4572
4"	0,1016	0,2032	0,3048	0,4064	0,5080	0,6096
5"	0,1270	0,2540	0,3810	0,5080	0,6350	0,7620
6"	0,1524	0,3048	0,4572	0,6096	0,7620	0,9144
7"	0,1778	0,3556	0,5334	0,7112	0,8890	1,0668
8"	0,2032	0,4064	0,6096	0,8128	1,0160	1,2192
9"	0,2286	0,4572	0,6858	0,9144	1,1430	1,3716
10"	0,2540	0,5080	0,7620	1,0160	1,2700	1,5240
11"	0,2794	0,5588	0,8382	1,1176	1,3970	1,6764
12"	0,3048	0,6096	0,9144	1,2192	1,5240	1,8288
Espe- sor Ancho	7"	8"	9"	10"	11"	12"
1"	0,1778	0,2032	0,2286	0,2540	0,2794	0,3048
2"	0,3556	0,4064	0,4572	0,5080	0,5588	0,6096
3"	0,5334	0,6096	0,6858	0,7620	0,8382	0,9144
4"	0,7112	0,8128	0,9144	1,0160	1,1176	1,2192
5"	0,8890	1,0160	1,1430	1,2700	1,3970	1,5240
6"	1,0668	1,2192	1,3716	1,5240	1,6764	1,8288
7"	1,2446	1,4224	1,6002	1,7780	1,9558	2,1336
8"	1,4224	1,6246	1,8288	2,0320	2,2352	2,4384
9"	1,6002	1,8288	2,0574	2,2860	2,5146	2,7432
10"	1,7780	2,0320	2,2860	2,5400	2,7940	3,0480
11"	1,9558	2,2352	2,5146	2,7940	3,0734	3,3528
12"	2,1336	2,4384	2,7432	3,0480	3,3528	3,6576

Ejemplo: En un metro lineal de 4" x 6" entran 0,6096 m<sup>2</sup> de 1".

Nota: Esta tabla da valores exactos. Cada número no tiene más decimales que los indicados.

TABLA 9.7. PIES LINEALES CON ESCUADRÍA EN PULGADAS A METROS CUADRADOS

Espe- sor Ancho	1"	2"	3"	4"	5"	6"
1"	0,007742	0,015484	0,023226	0,030963	0,038710	0,046452
2"	0,015484	0,030963	0,046452	0,061935	0,077419	0,092903
3"	0,023226	0,046452	0,069677	0,092903	0,116129	0,139354
4"	0,030963	0,061935	0,092903	0,123871	0,154838	0,185806
5"	0,038710	0,077419	0,116129	0,154838	0,193548	0,232258
6"	0,046452	0,092903	0,139354	0,185806	0,232258	0,278709
7"	0,054193	0,108387	0,162580	0,216774	0,270967	0,325161
8"	0,061935	0,123871	0,185806	0,247741	0,309677	0,371612
9"	0,069677	0,139354	0,209032	0,278709	0,348386	0,418064
10"	0,077419	0,154838	0,232258	0,309677	0,387096	0,464515
11"	0,085161	0,170322	0,255483	0,340644	0,425806	0,510968
12"	0,092903	0,185806	0,278109	0,371612	0,464515	0,557418
Espe- sor Ancho	7"	8"	9"	10"	11"	12"
1"	0,054193	0,061935	0,069677	0,077419	0,085161	0,092903
2"	0,108387	0,123871	0,139354	0,154838	0,170322	0,185806
3"	0,162580	0,185806	0,209032	0,232258	0,255483	0,278709
4"	0,216774	0,247741	0,278709	0,309677	0,340644	0,371612
5"	0,270967	0,309677	0,348386	0,387096	0,425806	0,464515
6"	0,325161	0,371612	0,418064	0,464515	0,510968	0,557418
7"	0,379354	0,433547	0,487741	0,541934	0,596128	0,650321
8"	0,433547	0,495483	0,557418	0,619354	0,681289	0,743224
9"	0,487741	0,557418	0,627095	0,696773	0,766450	0,836127
10"	0,541934	0,619354	0,696773	0,774192	0,851611	0,929030
11"	0,596128	0,681289	0,766450	0,851611	0,936772	1,021933
12"	0,650321	0,743224	0,836127	0,929030	1,021933	1,114836

Ejemplo: Un pie lineal de 3" x 4" contiene 0,092903 m<sup>2</sup> de 1".

TABLA 9.8. PIES LINEALES CON ESCUADRÍAS EN PULGADAS A PIES CUADRADOS

Espesor Ancho	1"	2"	3"	4"	5"	6"
1"	0,083333	0,166667	0,250000	0,333333	0,416667	0,500000
2"	0,166667	0,333333	0,500000	0,666667	0,833333	1,000000
3"	0,250000	0,500000	0,750000	1,000000	1,250000	1,500000
4"	0,333333	0,666667	1,000000	1,333333	1,666667	2,000000
5"	0,416667	0,833333	1,250000	1,666667	2,083333	2,500000
6"	0,500000	1,000000	1,500000	2,000000	2,500000	3,000000
7"	0,583333	1,166667	1,750000	2,333333	2,916667	3,500000
8"	0,666667	1,333333	2,000000	2,666667	3,333333	4,000000
9"	0,750000	1,500000	2,250000	3,000000	3,750000	4,500000
10"	0,833333	1,666667	2,500000	3,333333	4,166667	5,000000
11"	0,916667	1,833333	2,750000	3,666667	4,583333	5,500000
12"	1,000000	2,000000	3,000000	4,000000	5,000000	6,000000
Espesor Ancho	7"	8"	9"	10"	11"	12"
1"	0,583333	0,666667	0,750000	0,833333	0,916667	1,000000
2"	1,166667	1,333333	1,500000	1,666667	1,833333	2,000000
3"	1,750000	2,000000	2,250000	2,500000	2,750000	3,000000
4"	2,333333	2,666667	3,000000	3,333333	3,666667	4,000000
5"	2,916667	3,333333	3,750000	4,166667	4,583333	5,000000
6"	3,500000	4,000000	4,500000	5,000000	5,500000	6,000000
7"	4,033333	4,666667	5,250000	5,833333	6,416667	7,000000
8"	4,666667	5,333333	6,000000	6,666667	7,333333	8,000000
9"	5,250000	6,000000	6,750000	7,500000	8,250000	9,000000
10"	5,833333	6,666667	7,500000	8,333333	9,166667	10,000000
11"	6,416667	7,333333	8,250000	9,166667	10,083333	11,000000
12"	7,000000	8,000000	9,000000	10,000000	11,000000	12,000000

Ejemplo: En un pie lineal de 3" x 7" hay 1,750 pies<sup>2</sup> de 1".

TABLA 9.9. PIES CUADRADOS DE 1" A METROS LINEALES SEGÚN DISTINTAS ESCUADRÍAS

Espesor Ancho	1"	2"	3"	4"	5"	6"
1"	3,657600	1,828800	1,219200	0,914400	0,731520	0,609600
2"	1,828800	0,914400	0,609600	0,457200	0,365760	0,304800
3"	1,219200	0,609600	0,406400	0,304800	0,243840	0,203200
4"	0,914400	0,457200	0,304800	0,228600	0,182880	0,152400
5"	0,731520	0,365760	0,243840	0,182880	0,146304	0,121920
6"	0,609600	0,304800	0,203200	0,152400	0,121920	0,101600
7"	0,522514	0,261257	0,174171	0,130628	0,104503	0,087086
8"	0,457200	0,228600	0,152400	0,114300	0,091440	0,076200
9"	0,406400	0,203200	0,135467	0,101600	0,081280	0,067733
10"	0,365760	0,182880	0,121920	0,091440	0,073152	0,060960
11"	0,332509	0,166254	0,110836	0,083127	0,066502	0,055418
12"	0,304800	0,152400	0,101600	0,076200	0,060960	0,050800
Espesor Ancho	7"	8"	9"	10"	11"	12"
1"	0,522514	0,457200	0,406400	0,365760	0,332509	0,304800
2"	0,261257	0,228600	0,203200	0,182880	0,166254	0,152400
3"	0,174171	0,152400	0,135467	0,121920	0,110836	0,101600
4"	0,130628	0,114300	0,101600	0,091440	0,083127	0,076200
5"	0,104503	0,091440	0,081280	0,073152	0,066502	0,060960
6"	0,087086	0,076245	0,067733	0,060960	0,055418	0,050800
7"	0,074645	0,065314	0,058057	0,052251	0,047501	0,043543
8"	0,065314	0,057150	0,050800	0,045720	0,041564	0,038100
9"	0,058057	0,050800	0,045155	0,040640	0,036945	0,033867
10"	0,052251	0,045720	0,040640	0,036576	0,033251	0,030500
11"	0,047501	0,041564	0,036945	0,033251	0,030228	0,027791
12"	0,043543	0,038100	0,033867	0,030480	0,027791	0,025400

Ejemplo: Un pie<sup>2</sup> de 1" contiene 0,304800 metros lineales de 3" x 4".

TABLA 9.10. METROS CUADRADOS DE 1" A METROS LINEALES SEGÚN DISTINTAS ESCUADRÍAS EN PULGADAS

Espesor Ancho	1"	2"	3"	4"	5"	6"
1"	39,370079	19,685039	13,123359	9,842520	7,874016	6,561680
2"	19,685039	9,842520	6,561680	4,921260	3,937008	3,280840
3"	13,123359	6,561680	4,374453	3,280840	2,624672	2,187226
4"	9,842520	4,921260	3,280840	2,406030	1,968504	1,640420
5"	7,874016	3,937008	2,624672	1,968504	1,574803	1,312336
6"	6,561680	3,280840	2,187226	1,640420	1,312336	1,093613
7"	5,624297	2,812148	1,874766	1,406074	1,124859	0,937383
8"	4,921260	2,406030	1,640420	1,230315	0,984252	0,820210
9"	4,374453	2,187226	1,458151	1,093613	0,874891	0,729075
10"	3,937008	1,968504	1,312336	0,984252	0,787402	0,656168
11"	3,579098	1,789549	1,193033	0,894774	0,715820	0,596516
12"	3,280840	1,640420	1,093613	0,820210	0,656168	0,546807
Espesor Ancho	7"	8"	9"	10"	11"	12"
1"	5,624297	4,021260	4,374453	3,937008	3,579098	3,280840
2"	2,812148	2,406030	2,187226	1,968504	1,789549	1,640420
3"	1,874766	1,640420	1,458151	1,312336	1,193033	1,093613
4"	1,406074	1,230315	1,093613	0,984252	0,894774	0,820210
5"	1,124859	0,984252	0,874891	0,787402	0,715820	0,656168
6"	0,937383	0,820210	0,729075	0,656168	0,596516	0,546807
7"	0,803471	0,703037	0,614922	0,562430	0,511300	0,468691
8"	0,703037	0,615157	0,546807	0,492126	0,447387	0,410105
9"	0,624922	0,546807	0,486050	0,437445	0,397677	0,364538
10"	0,562430	0,492126	0,437445	0,393701	0,357910	0,328084
11"	0,511300	0,447387	0,397677	0,357910	0,325372	0,298258
12"	0,468691	0,410105	0,364538	0,328084	0,298258	0,273403

Ejemplo: Un m<sup>2</sup> de 1" contiene 0,803471 metros lineales de 7" x 7".

TABLA 9.11. METRO CUADRADO DE 1" A PIES LINEALES SEGÚN ESCUADRÍAS EN PULGADAS

Espesor Ancho	1"	2"	3"	4"	5"	6"
1"	29,166924	64,583462	43,055641	32,291731	25,833385	21,527821
2"	64,583462	32,291731	21,527821	16,145865	12,916692	10,763910
3"	43,055641	21,527821	14,351880	10,763910	8,611128	7,175940
4"	32,291731	16,145865	10,763910	8,072933	6,458346	5,381955
5"	25,833385	12,916692	8,611128	6,458346	5,166677	4,305564
6"	21,527821	10,763910	7,175940	5,381955	4,305564	3,587970
7"	18,452418	9,226209	6,150806	4,613104	3,690483	3,075403
8"	16,145865	8,072933	5,381955	4,036466	3,291731	2,690977
9"	14,351880	7,175940	4,783960	3,587970	2,870376	2,391980
10"	12,916692	6,458346	4,305564	3,291731	2,583338	2,152782
11"	11,742448	5,871224	3,914149	2,935612	2,348489	1,957075
12"	10,763910	5,381955	3,587970	2,690977	2,152782	1,793985
Espesor Ancho	7"	8"	9"	10"	11"	12"
1"	18,452418	16,145865	14,351880	12,916692	11,742448	10,763910
2"	9,226209	8,072933	7,175940	6,458346	5,871224	5,381955
3"	6,150806	5,381955	4,783960	4,305564	3,914149	3,587970
4"	4,613104	4,036466	3,587970	3,291731	2,935612	2,690977
5"	3,690483	3,291731	2,870376	2,583338	2,348489	2,152782
6"	3,075403	2,690977	2,391980	2,152782	1,957075	1,793985
7"	2,636060	2,306552	2,050269	1,845242	1,677492	1,537701
8"	2,306552	2,018233	1,793985	1,614586	1,467806	1,345489
9"	2,050269	1,793985	1,594653	1,435188	1,304716	1,195990
10"	1,845242	1,614586	1,435188	1,291669	1,174245	1,076391
11"	1,677492	1,467806	1,304716	1,174245	1,067495	0,978537
12"	1,537701	1,345489	1,195990	1,076391	0,978537	0,896992

Ejemplo: 1 m<sup>2</sup> de 1" contiene 8,611128 pies lineales de 3" x 5".



TABLA 9.12. PIE CUADRADO DE 1" A PIES LINEALES SEGÚN ESCUADRÍAS EN PULGADAS

Espesor Ancho	1"	2"	3"	4"	5"	6"
1"	12.600000	6.000000	4.000000	3.000000	2.400000	2.000000
2"	6.000000	3.000000	2.000000	1.500000	1.200000	1.000000
3"	4.000000	2.000000	1.333333	1.000000	0.800000	0.666667
4"	3.000000	1.500000	1.000000	0.750000	0.600000	0.500000
5"	2.400000	1.200000	0.800000	0.600000	0.480000	0.400000
6"	2.000000	1.000000	0.666667	0.500000	0.400000	0.333333
7"	1.714286	0.857143	0.571428	0.428571	0.342857	0.285714
8"	1.500000	0.750000	0.500000	0.375000	0.300000	0.250000
9"	1.333333	0.666667	0.444444	0.333333	0.266667	0.222222
10"	1.200000	0.600000	0.400000	0.300000	0.240000	0.200000
11"	1.090909	0.545454	0.363636	0.272727	0.218182	0.181818
12"	1.000000	0.500000	0.333333	0.250000	0.200000	0.166667
Espesor Ancho	7"	8"	9"	10"	11"	12"
1"	1.714286	1.500000	1.333333	1.260000	1.090909	1.000000
2"	0.857143	0.750000	0.666667	0.600000	0.545454	0.500000
3"	0.571428	0.500000	0.444444	0.400000	0.363636	0.333333
4"	0.428571	0.375000	0.333333	0.300000	0.272727	0.250000
5"	0.342857	0.300000	0.266667	0.240000	0.218182	0.200000
6"	0.285714	0.250000	0.222222	0.200000	0.181818	0.166667
7"	0.244898	0.214286	0.190476	0.171429	0.155844	0.142857
8"	0.214286	0.187500	0.166667	0.150000	0.136364	0.125000
9"	0.190476	0.166700	0.148148	0.133333	0.121212	0.111111
10"	0.171429	0.150000	0.133333	0.120000	0.109091	0.100000
11"	0.155844	0.136364	0.121212	0.109091	0.099173	0.090909
12"	0.142857	0.125000	0.111111	0.100000	0.090909	0.833333

Ejemplo: Un pie<sup>2</sup> de 1" contiene 1.50 pies lineales de 2" x 4".

TABLA 9.13. CUBICACIÓN DE MADERAS REDONDAS

v: volumen

d: diámetro

p: perímetro

d (cm)	p (m)	v (m <sup>3</sup> )	d (cm)	p (m)	v (m <sup>3</sup> )
10	0.314	0.0078	45	1.414	0.1590
11	0.346	0.0095	46	1.445	0.1662
12	0.377	0.0113	48	1.508	0.1810
13	0.408	0.0133	50	1.571	0.1963
14	0.440	0.0154	52	1.634	0.2124
15	0.471	0.0177	54	1.696	0.2290
16	0.503	0.0201	55	1.728	0.2370
17	0.534	0.0227	56	1.759	0.2463
18	0.565	0.0254	58	1.822	0.2642
19	0.597	0.0284	60	1.885	0.2827
20	0.628	0.0314	62	1.948	0.3019
21	0.660	0.0346	64	2.011	0.3217
22	0.691	0.0380	65	2.042	0.3318
23	0.723	0.0415	66	2.073	0.3421
24	0.754	0.0452	68	2.136	0.3632
25	0.785	0.0491	70	2.199	0.3848
26	0.817	0.0531	72	2.262	0.4071
28	0.880	0.0616	74	2.325	0.4301
30	0.942	0.0707	75	2.356	0.4418
32	1.005	0.0804	76	2.388	0.4536
34	1.068	0.0907	78	2.450	0.4778
35	1.100	0.0962	80	2.513	0.5026
36	1.131	0.1018	85	2.670	0.5674
38	1.194	0.1134	90	2.827	0.6362
40	1.257	0.1257	85	2.985	0.7088
42	1.319	0.1385	100	3.142	0.7854
44	1.382	0.1520	110	3.456	0.9503

Ejemplo: En un metro lineal de 16 cm de diámetro hay 0,021 m<sup>3</sup> de madera. Cuando se conozca la circunferencia búsqese en p el valor más aproximado.

Por ej., para una circunferencia de 1,70 m hay 0,246 m<sup>3</sup> por metro lineal.

TABLA 9.14. EQUIVALENCIAS PARA EL CUBAJE DE MADERAS

Un metro lineal de estas escuadrías		Pies cuadrados de 1"	Metros cuadrados de 1" de espesor	Metros cúbicos
Pulgadas	Centímetros	de espesor		
1/2" x 1"	1.27 x 2.54	0.1367	0.0127	0.000322
1" x 1"	2.54 x 2.54	0.2734	0.0254	0.000645
1" x 1 1/2"	2.54 x 3.81	0.4101	0.0381	0.000967
1" x 2"	2.54 x 5.08	0.5468	0.0508	0.001290
1" x 2 1/2"	2.54 x 6.35	0.6835	0.0635	0.001612
1" x 3"	2.54 x 7.62	0.8202	0.0762	0.001935
1" x 3 1/2"	2.54 x 8.89	0.9569	0.0889	0.002257
1" x 4"	2.54 x 10.16	1.0936	0.1016	0.002580
1" x 4 1/2"	2.54 x 11.43	1.2303	0.1143	0.002902
1" x 5"	2.54 x 12.70	1.3670	0.1270	0.003226
1" x 5 1/2"	2.54 x 13.97	1.5037	0.1397	0.003548
1" x 6"	2.54 x 15.24	1.6404	0.1524	0.003871
1" x 6 1/2"	2.54 x 16.51	1.7771	0.1651	0.004193
1" x 7"	2.54 x 17.78	1.9138	0.1778	0.004515
1" x 7 1/2"	2.54 x 19.05	2.0505	0.1905	0.004838
1" x 8"	2.54 x 20.32	2.1873	0.2032	0.005161
1" x 8 1/2"	2.54 x 21.59	2.3240	0.2159	0.005483
1" x 9"	2.54 x 22.86	2.4607	0.2286	0.005806
1" x 9 1/2"	2.54 x 24.13	2.5974	0.2413	0.006128
1" x 10"	2.54 x 25.40	2.7341	0.2540	0.006451
1" x 10 1/2"	2.54 x 26.67	2.8708	0.2667	0.006773
1" x 11"	2.54 x 27.94	3.0075	0.2794	0.007095
1" x 11 1/2"	2.54 x 29.21	3.1442	0.2921	0.007417
1" x 12"	2.54 x 30.48	3.2809	0.3048	0.007742
1 1/2" x 2"	3.81 x 5.08	0.8202	0.0762	0.001935
1 1/2" x 3"	3.81 x 7.62	1.2303	0.1143	0.002902
1 1/2" x 4"	3.81 x 10.16	1.6404	0.1524	0.003871
1 1/2" x 6"	3.81 x 15.24	2.4607	0.2286	0.005806
1 1/2" x 9"	3.81 x 22.86	3.6909	0.3429	0.008708
1 1/2" x 12"	3.81 x 30.48	4.9213	0.4572	0.011612
2" x 2"	5.08 x 5.08	1.0936	0.1016	0.002580
2" x 3"	5.08 x 7.62	1.6404	0.1524	0.003871
2" x 4"	5.08 x 10.16	2.1873	0.2032	0.005161
2" x 6"	5.08 x 15.24	3.2809	0.3048	0.007742
2" x 12"	5.08 x 30.48	6.5618	0.6096	0.015483
3" x 3"	7.62 x 7.62	2.4607	0.2286	0.005806
3" x 4"	7.62 x 10.16	3.2809	0.3048	0.007742
3" x 6"	7.62 x 15.24	4.9213	0.4572	0.011612
3" x 9"	7.62 x 22.86	7.3820	0.6858	0.017418
3" x 12"	7.62 x 30.48	9.8427	0.9144	0.023225
4" x 4"	10.16 x 10.16	4.3745	0.4064	0.010322
4" x 6"	10.16 x 15.24	6.5618	0.6096	0.015483
4" x 9"	10.16 x 22.86	9.8427	0.9144	0.023225
4" x 12"	10.16 x 30.48	13.1236	1.2192	0.030966
5" x 5"	12.70 x 12.70	6.8352	0.6350	0.016128
6" x 6"	15.24 x 15.24	9.8427	0.9144	0.023225
7" x 7"	17.78 x 17.78	13.3970	1.2446	0.031611
8" x 8"	20.32 x 20.32	17.4980	1.6256	0.041289
9" x 9"	22.86 x 22.86	22.1461	2.0574	0.052256
10" x 10"	25.40 x 25.40	27.3408	2.5400	0.064514
11" x 11"	27.94 x 27.94	33.0824	3.0733	0.078061
12" x 12"	30.48 x 30.48	39.3708	3.6575	0.092900
14" x 14"	35.56 x 35.56	53.5880	4.9783	0.126451



TABLA 9.15. EQUIVALENCIAS DE LONGITUDES Y SUPERFICIES

## a) Pulgadas - Centímetros

Tabla de longitudes	
Pulgadas	Centímetros
1"	2,54
1 ½"	3,81
2"	5,08
3"	7,62
4"	10,16
5"	12,70
6"	15,24
7"	17,78
8"	20,32
9"	22,86
10"	25,40
11"	27,94
12"	30,48

## b) Pies - Metros

Tabla de longitudes	
Pies	Metros
1	0,3048
2	0,6096
3	0,9144
4	1,2192
5	1,5240
6	1,8288
7	2,1336
8	2,4384
9	2,7432
10	3,0480
11	3,3528
12	3,6576
13	3,9624
14	4,2672
15	4,5720
16	4,8768
17	5,1816
18	5,4864
19	5,7912
20	6,0960

## c) Pies cuadrados - Metros cuadrados

Tabla de superficie	
Pies cuadrados	Metros cuadrados
1	0,0929
10	0,929
50	4,645
100	9,29
200	18,59
300	27,87
400	37,15
500	46,45
600	55,74
700	65,03
800	74,32
900	83,61
1.000	92,90
1.500	139,35
2.000	185,80
3.000	278,70
4.000	371,60
5.000	464,50
7.500	696,75
10.000	929,00

## d) Metros cuadrados - Pies cuadrados

Tabla de superficie	
Metros cuadrados	Pies cuadrados
1	10,76
5	53,82
10	107,63
20	215,27
30	322,92
40	430,56
50	538,20
60	645,83
70	753,47
80	861,11
90	968,75
100	1076,39
150	1614,59
200	2152,78
300	3229,18
400	4305,57
500	5381,96
750	8072,95
1000	10763,93
1200	12916,72

TABLA 9.16. CANTIDAD DE METROS NECESARIA PARA COMPLETAR UN METRO CUADRADO, SEGÚN ANCHO EN PULGADAS.

Ancho en pulgadas	Metros lineales
1"	39,37
1 ½"	26,25
2"	19,68
3"	13,12
4"	9,84
5"	7,87
6"	6,56
7"	5,62
8"	4,92
9"	4,37
10"	3,94
11"	3,58
12"	3,28

TABLA 9.17. EQUIVALENCIAS VARIAS DE USO MUY FRECUENTE.

Equivalencias varias			
1 metro	1 metro	1 pie lineal	1 metro cuadrado
39,370 pulgadas	3,28083 pies	0,3048 metros	10,76393 pies cuadrados

TABLA 9.18. DE PIES² DE 1" A m²

pies² de 1"	m²	pies² de 1"	m²
1	0,002359737	20	0,047194744
2	0,004719474	30	0,070792116
3	0,007079311	40	0,094389488
4	0,009438948	50	0,117986860
5	0,011798685	60	0,141584232
6	0,014158422	70	0,165181604
7	0,016518159	80	0,188778976
8	0,018877896	90	0,212376348
9	0,021237633	100	0,235973721
10	0,023547372	1.000	2,359737216

TABLA 9.19. CANTIDAD DE METROS DE CADA UNA DE LAS SIGUIENTES ESCUADRÍAS EN PULGADAS, QUE SE NECESITAN PARA FORMAR UN m² DE PULGADA DE ESPESOR

pulg.	m	pulg.	m
1" x 3"	13,123	3" x 7"	1,074
1" x 4"	9,042	3" x 8"	1,640
1" x 5"	7,074	3" x 9"	1,450
1" x 6"	6,561	3" x 10"	1,312
1" x 7"	5,624	3" x 11"	1,193
1" x 8"	4,924	3" x 12"	1,093
1" x 9"	4,374	4" x 4"	2,460
1" x 10"	3,937	4" x 5"	1,968
1" x 11"	3,576	4" x 6"	1,640
1" x 12"	3,200	4" x 7"	1,406
2" x 3"	6,561	4" x 8"	1,230
2" x 4"	4,921	4" x 9"	1,093
2" x 5"	3,937	4" x 10"	0,984
2" x 6"	3,200	4" x 11"	0,891
2" x 7"	2,012	4" x 12"	0,824
2" x 8"	2,460	5" x 5"	1,575
2" x 9"	2,487	6" x 6"	1,093
2" x 10"	1,968	7" x 7"	0,803
2" x 11"	1,709	8" x 8"	0,615
2" x 12"	1,640	9" x 9"	0,406
3" x 3"	4,374	10" x 10"	0,3937
3" x 4"	3,200	11" x 11"	0,3254
3" x 5"	2,624	12" x 12"	0,2734
3" x 6"	2,107		

TABLA 9.20. CARACTERÍSTICA DE LOS CLAVOS PUNTA PARÍS

Largo		Diámetro		Cantidad por kg
mm	pulg.	BWG	mm	
25	1"	14	2,1	1.353
32	1 ¼"	14	2,1	1.100
38	1 ½"	13	2,4	687
44	1 ¾"	13	2,4	596
51	2"	12	2,7	404
63	2 ½"	10	3,4	216
76	3"	8	4,1	119
89	3 ½"	7	4,5	85
102	4"	7	4,5	75
114	4 ½"	7	4,5	67
127	5"	6	5,1	47
152	6"	5	5,5	34
178	7"	4	6,0	25
203	8"	3	6,5	19
229	9"	2	7,2	13

Embalaje: Cajones de 20 paquetes de 1,5 kg c/u o sueltos en cajones de 50 kg.

# 10. TECHOS

## 10.1. GENERALIDADES

Las normas IRAM definen un techo como:

“El conjunto de elementos que cierran y cubren la parte superior de un edificio”.

Con este nombre genérico designaremos a las cubiertas de un edificio, cualquiera que sea su naturaleza, excluyendo expresamente de esta denominación a la estructura resistente de los mismos (losas, bovedillas, cabriadas, etc.).

En todos los casos la unidad de medida será el metro cuadrado y a los efectos del cómputo estableceremos la siguiente clasificación:

- a) techos planos (azoteas, terrazas);
- b) techos en pendiente;
- c) techos curvos.

a) *Techos planos* son aquellos conocidos corrientemente como terrazas y azoteas, de pendientes mínimas, de dos centímetros por metro (2%).

b) *Techos en pendiente* son aquellos para los cuales la superficie de la cubierta tenga no menos de  $10^\circ$ , con respecto a la horizontal.

c) *Techos curvos* son aquellos de pendiente constantemente variable, conocidos como bóvedas, cúpulas, superficies de doble curvatura, etc.

## 10.2. TECHOS PLANOS

Los techos planos definidos por las normas IRAM, se dividen en:

- *Azotea*, como "un techo plano y casi horizontal transitable", aunque de no fácil acceso (escalera marinera, suelta, etc.).
- *Terraza*, como "azotea de fácil acceso" (escalera fija de cómoda pendiente).

No obstante, con el nombre de azotea estaremos nombrando indistintamente tanto a un tipo como al otro.

Este tipo de techo se puede construir con bovedillas, losas de hormigón armado (macizas o nervuradas), nervado de tipo cerámico o cementicio semiprefabricado (viguetas y bloques huecos con capa de compresión), losetas huecas pretensadas, etc. Estos distintos tipos estarán de acuerdo con la importancia de la obra, el destino de la cubierta, el grado de aislación y/o la duración que se desee de la misma.

En general, los grandes elementos constitutivos de un techo son seis (figura 10.1), constituyendo uno de los Subsistemas Constructivos más importantes de una obra:

- la *estructura resistente*, de la que según dijimos, no nos ocuparemos aquí;
- el *contrapiso*, destinado a dar la pendiente necesaria para el rápido escurrimiento de las aguas pluviales; y en casos también cumplir funciones de aislación térmica;
- la *barrera de vapor* para impedir la condensación del vapor de agua emigrado de los ambientes habitables;
- la *aislación térmica*, formada por materiales especiales por el propio contrapiso o por cámaras de aire (losetas con apoyos puntuales, ladrillos huecos, por ejemplo);
- la *aislación hidráulica*, para proteger de las aguas pluviales a los ambientes situados debajo de la cubierta; y por supuesto, a los propios componentes del techo;
- la *cubierta* propiamente dicha, preparada generalmente como superficie de terminación y/o protección de la propia aislación hidráulica; y eventualmente también hidrófuga (techos de pendiente).

Las partes que hemos nombrado cumplen una función distinta, aunque en algunos casos una sola de ellas puede cumplir varias a la vez. La azotea está correctamente ejecutada cuando la aislación hidráulica protege a las demás capas. En el encuentro de la aislación hidráulica con los parapetos de

la azotea o construcciones sobre elevadas —como paso de ventilaciones, etc.— se practica una acanaladura o canaleta perimetral; dentro de la misma se albergan todas las terminaciones laterales o de borde, que luego se "embabetarán". Allí la protección hidrófuga se levanta sobre el plomo vertical mediante una curva suave (caveto), para evitar la formación de aristas y/o quiebres duros que la debilitarían.

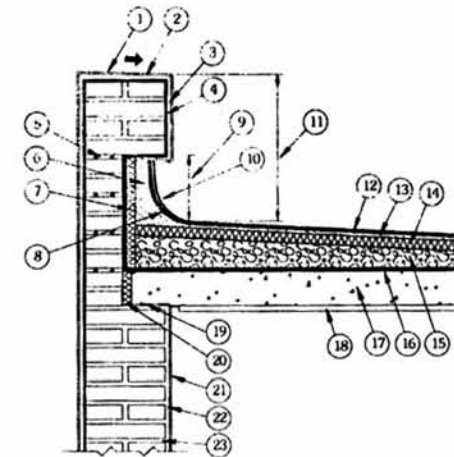


Fig. 10.1. Encuentro de cubierta con parapeto, techo del tipo "semi-frío" (sin protección mecánica).

1) Pendiente de 5% hacia el interior; 2) Revoque fino exterior; 3) Revoque grueso exterior; 4) Azotado hidrófugo de mortero impermeabilizado 1:3 (cemento:arena gruesa:hidrófugo químico inorgánico c/r agua 10%); 5) Mortero de cemento con refuerzo de barras de acero; 6) Micro-hormigón pobre; 7) Cámara de expansión para absorber los movimientos del contrapiso EPC (poliestireno expandido) de 2"; 8) Caveto; 9) Altura mínima 0,10 m; 10) Babeta de membrana hidrófuga; 11) Altura mínima 0,50 m; 12) Membrana hidrófuga bituminosa (membrana pre-elaborada asfáltica tipo "monocapa" de 4 mm (40 kg), con terminación de aluminio); 13) Mortero 1:4 (cemento:arena) o MAR; o sea con morteros no muy ricos en ligante (por fisuras de retracción), como carpeta soporte y capa niveladora de la membrana hidrófuga; 14) Aislamiento térmico (EPS alta densidad); 15) Contrapiso de H<sup>2</sup> de cascote o arcilla expandida, para dar pendiente 2%; 16) Barrera de vapor, dos manos de pintura bituminosa de base acuosa; 17) Estructura resistente; 18) Cielo raso de yeso; 19) Techado asfáltico; 20) Junta de dilatación para absorber los movimientos de la losa EPC 1"; 21) Enduido de yeso; 22) Revoque grueso o jaharro; 23) Mampostería (con mortero de asiento MHR).

**Nota:**

EPS: Poliestireno expandido.

Babeta: Banda perimetral de membrana hidrófuga, que se aloja en la canaleta de parapeto, solapando a su vez, a la propia membrana del techo.

### 10.2.1. SU MEDICIÓN

Se la hace midiendo en proyección horizontal entre los planos interiores de parapetos, cargas, claraboyas, paso de conductos y cualquier otra construcción que sobresalga, a excepción de aquellas que midan menos de un metro cuadrado de superficie, que quedarán incluidas en dicha medida.

Quedan incorporados al cómputo, el contrapiso, la aislación hidrófuga, la aislación térmica, la superficie de terminación y las babetas (no así, el canaletado del parapeto). Naturalmente, si los techos son de varios tipos, cada uno de ellos se computará por separado y si cada uno de los cuatro elementos citados se desarrolla en una superficie ostensiblemente distinta de las de los otros, se lo computará por separado. Véase además el capítulo V, artículo n° 37, de las normas de la DNA (ver CD).

Es prudente entonces agregar el cómputo de las acanaladuras, al igual que las "babetas" propiamente dichas, para el cálculo de las membranas, dado que en un techo común puede haber gran cantidad de elementos que superen el nivel de la cubierta, y cuyo desarrollo perimetral puede ser muy grande.

Agreguemos que rigen todas las disposiciones relativas a pisos en todo aquello que sea aplicable a este caso.

Todos los elementos detallados en el apartado anterior deben ser incluidos en la medición.

### 10.2.2. TIPOS DE TECHOS PLANOS Y RENDIMIENTOS

Los detalles que damos en las figuras 10.1 a 10.5 resultan más ilustrativas que las descripciones. Obsérvense las seis partes características, cuyos materiales y posición relativa definen los más variados tipos, de uso muy difundido y otros no tanto.

Resulta fácil determinar el consumo de materiales para cada uno de ellos; daremos solamente algunas indicaciones rápidas.

a) El *contrapiso* sirve para formar la pendiente. Su espesor mínimo será de 5 cm o 3 cm, según sea de cascotes o arcilla expandida respectivamente, a partir de los embudos y desde allí va aumentando su altura (2 cm/m: o sea 2% como valores mínimos).

La azotea estará dividida en zonas, a modo de repartir los desagües según los tipos de embudos utilizados, donde cada uno podrá servir desde un

mínimo de 30 m<sup>2</sup> (si es de 15 x 15 cm) hasta un máximo de 150 m<sup>2</sup> (si es de 30 x 30 cm), pasando por 80 m<sup>2</sup> (si es de 20 x 20 cm), según lo normado por la ex-OSN, la que además estableció una superficie máxima de desagüe de 300 m<sup>2</sup>, por cada caño de lluvia de Ø 0,100.

*Nota:* No es aconsejable colocar un solo embudo para desaguar una superficie; es conveniente colocar algún otro embudo secundario o tronera en el parapeto, ante la contingencia del fallo de aquél (por bloqueo de su cañería, obstrucción de rejilla, etc.).

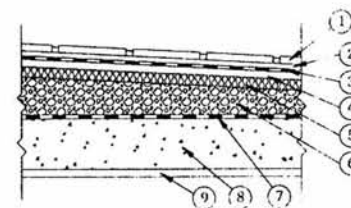


Fig. 10.2. Cubierta semi-fría.

1) Baldosa; 2) Mortero de asiento; 3) Membrana hidrófuga bituminosa; 4) Carpeta de mortero 1:4 y capa niveladora; 5) Aislante térmico EPS alta densidad; 6) Contrapiso de H° de cascote; 7) Barrera de vapor; 8) Losa H° A°; 9) Cielo raso.

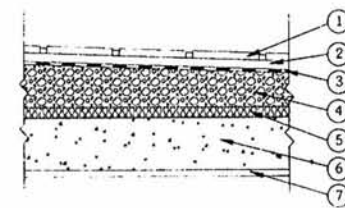


Fig. 10.3. Cubierta caliente (ver fig. 10.4).

1) Baldosa; 2) Mortero de asiento; 3) Membrana hidrófuga bituminosa; 4) Contrapiso de H° de cascote; 5) Aislante térmico EPS alta densidad; 6) Losa de H° A°; 7) Cielo raso.

Consumo por m <sup>2</sup>	
Baldosas	25
Membrana asfáltica	0,88 m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup>
Pintura (imprimación)	0,40 kg
EPS (2")	1 m <sup>2</sup>
Masa para juntas dilatación	0,16 kg*
Cemento	12 kg
Cal hidráulica	5 kg
Cal aérea	7 kg
Arena mediana	0,05 m <sup>3</sup>
Cascotes	0,06 m <sup>3</sup>
Polvo de ladrillos	0,01 m <sup>3</sup>

Consumo por m <sup>2</sup>	
Membrana asfáltica	0,88
Pintura (imprimación)	m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup>
Binder	0,40 kg
Cemento	10 kg/m <sup>2</sup>
Cal hidráulica	12 kg
Arena gruesa	5 kg
Cascotes	0,05 m <sup>3</sup>
Polvo de ladrillos	0,06 m <sup>3</sup>
	0,01 m <sup>3</sup>

\* por cm<sup>2</sup> de sección y por metro lineal, un cartucho de 300 cc rinde 5 m (aproximadamente).

*Nota:* 1 garrafa de 10 kg de gas butano rinde 80 a 100 m<sup>2</sup> de techo.



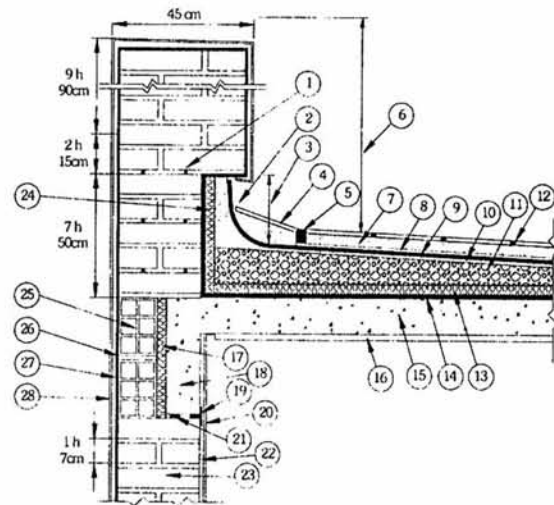


Fig. 10.4. Cubierta plana (encuentro con parapeto).

1) Refuerzo con barras de acero; 2) Babeta membrana hidrófuga; 3) Altura 15 a 20 cm; 4) Solado de baldosas cerámicas 20 x 20 cm; 5) Junta de dilatación del solado, con sellador bituminoso con aditivos elastómeros; 6) Altura mínima 0,50 m; 7) Mortero de asiento; 8) Arena suelta; 9) Membrana hidrófuga bituminosa; 10) Carpeta de MAR, o sea, con morteros no muy ricos en ligante (por fisuras de retracción), para apoyo de la membrana hidrófuga; 11) Contapiso de hormigón de cascote o arcilla expandida, para dar pendiente 2%; 12) Junta de MC; 13) Aislamiento térmico EPS 2", 20 kg/m²; 14) Barrera de vapor; 15) Estructura resistente; 16) Cielo raso; 17) Junta de dilatación de EPS de 1/2"; 18) Viga; 19) Metal desplegado (toma y/o absorbe los movimientos, evita las fisuras); 20) Enduido de yeso; 21) Techado asfáltico (facilita los movimientos); 22) Revoque grueso o jaharro; 23) Mampostería; 24) Cámara de expansión de 2" de EPS; 25) Ladrillo hueco; 26) Azotado hidrófugo de mortero impermeable; 27) Revoque grueso exterior; 28) Revoque fino exterior.

b) La *aislación térmica* puede ser hecha con granulado volcánico en la proporción de 1:6, que servirá también como contrapiso. En tal caso, por cada metro cuadrado de 10 cm de espesor serán necesarios:

Cemento pórtland	25 kg
Granulado volcánico	0,105 m³

Este tipo de aislación, como asimismo la de arcilla expandida (ver dosajes capítulo 6, "Morteros y Hormigones"), es la más común por la facilidad de su ejecución y la bondad de sus resultados.

c) La *aislación hidráulica* estaba antes reservada exclusivamente a los materiales bituminosos, colocados en caliente, y últimamente en frío de

múltiples capas (7, 9, 11 capas), embebidos en telas, yutes especiales, cartones y velo de vidrio hilado (más recientemente).

Hoy, la industria provee nuevos tipos de aislaciones, muchos de ellos de base igualmente bituminosa, que consisten en un mejoramiento de los productos asfálticos, como las membranas preelaboradas asfálticas de 2, 3 y 4 mm de espesor, compuesta por cinco elementos: 1) Revestimiento superior con un foil aluminio gofrado o un foil antiadherente; 2) Capa asfáltica; 3) foil de polietileno o de geotextil; 4) Capa asfáltica y 5) Foil antiadherente; o también membranas mono capa, que llegan a la obra listas para colocar, como son las láminas impermeables de PVC, polietileno y los elastómeros (que se aplican como una pintura, al igual que las acrílicas).

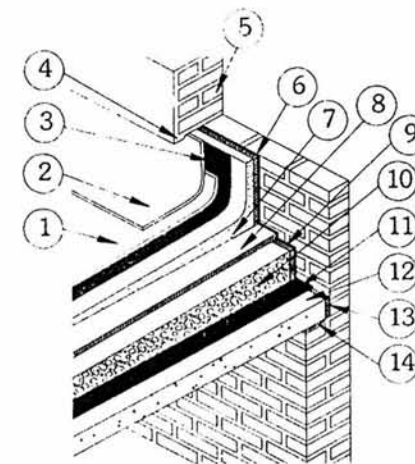


Fig. 10.5. Techo semi-frío en perspectiva.

	Consumo por m²
1) Membrana; 2) Babeta; 3) Imprimación; 4) Goterón; 5) Muro alto; 6) Cámara de expansión de EPC 2"; 7) Carpeta de mortero; 8) Aislamiento térmico EPC alta densidad; 9) Cámara de expansión losa EPC 2" (se unifica con 6); 10) Contrapiso; 11) Barrera de vapor; 12) Losa H°A°; 13) Junta de expansión losa EPC 1"; 14) Techado asfáltico (movimiento estructural).	
Arena gruesa	0,05 m³
Cascotes	0,06 m³
Cemento	16 kg
Cal hidráulica	4 kg
Cal aérea	4 kg
Polvo de ladrillo	0,10 m²
Baldosas	25
Bitumen	0,40 kg
Masa para juntas	0,16 kg
Membrana asfáltica	1,20 m²/m²
EPS (2")	1 m/m²

Este último se basa en dos productos de la industria química, neopreno e hypalon, de los cuales el último puede ser usado como superficie de terminación coloreada (tuvo cierto auge recientemente).

En la determinación de consumo de materiales, debe preverse una cantidad suplementaria para tener en cuenta los solapes transversales y longitudinales, y las babetas. Puede admitirse al efecto, que el consumo por m<sup>2</sup> de techo es el que se indicó anteriormente para las membranas, y en cuanto a los elastoméricos, ver tabla 10.2.

**Nota:** Las juntas de dilatación forman parte de la azotea y se las considera incluidas en el cómputo de la misma (ver tabla 10.1).

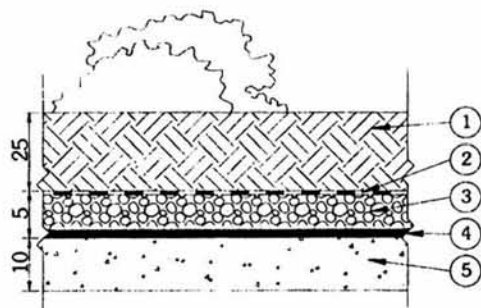


Fig. 10.6. Techo ajardinado de gran auge en Europa (terrazas ecológicas). Esquema.

1) Jardín o tierra; 2) Filtro geotextil; 3) Canto rodado capa drenante; 4) Impermeabilización con membrana de PVC o anti-raíz; 5) Contrapiso.

TABLA 10.1. CONSUMO DE MASA ELÁSTICA / SELLADORES EN JUNTAS DE DILATACIÓN

Juntas de 1 x 1	0,130 kg
Juntas de 1 x 3	0,390 kg
Juntas de 2 x 2	0,520 kg
Juntas de 2 x 3	0,780 kg
Juntas de 2 x 4	1,040 kg
Juntas de 3 x 3	1,170 kg
Juntas de 3 x 4	1,560 kg
Por cada metro lineal de junta.	

TABLA 10.2. CUBIERTAS ELASTOMÉRICAS

Espesor de la película seca	Imprimación	Consumo por m <sup>2</sup> (en cm <sup>3</sup> )		
		Neopreno	Hypalon	Solvente
0,34 mm	—	700	600	200
0,42 mm	—	1.000	600	200
0,56 mm	—	1.500	600	300
0,56 / 1,00 *	—	1.500	600	600
0,63 / 1,05 *	—	2.500	—	700
0,70 mm	—	2.000	600	400
0,70 / 1,10 *	—	2.000	600	600
0,77 / 1,10 *	—	3.000	—	800
1,00 mm	—	3.000	600	500
0 m 15 mm (1)	120	—	600	150

\* El segundo número indica el espesor, incluida la estera de vidrio anódico (MAT).

(1) Para chapas de fibrocemento o metálicas

### 10.3. TECHOS EN PENDIENTE

Quedan incluidos en este apartado los techos llamados de una, dos o varias pendientes (*aguas*), compuestos por faldones que mantienen dichos declives constantes, superando éstas los 10°.

TABLA 10.3. CARACTERÍSTICAS DE FIELTROS Y TECHADOS

Ancho real	1 m
Ancho útil	0,93 m
Solape longitudinal	7 cm
Solape transversal	15 cm
Rendimiento	0,8 m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup>
<b>Peso por m<sup>2</sup>:</b>	
Fieltro N° 12	0,550 kg
Fieltro N° 15	0,680 kg
Fieltro N° 25	0,950 kg
Techado N° 1	1,600 kg
Techado N° 2	2,000 kg
Techado N° 3	2,500 kg
<b>Envases:</b>	
<i>FielTROS:</i> Rollos de 1 x 40 m	
<i>Techados:</i> Rollos de 1 x 20 m	

Estas cubiertas cumplen las mismas funciones que las planas, con la diferencia de que no pueden ser accesibles. Sus materiales deben satisfacer

en conjunto las necesidades que se derivan de sus funciones protectoras contra la humedad y las variaciones del clima.

Tienen, en general, aparte de la cubierta propiamente dicha, que constituye la verdadera aislación hidrófuga (actuando como membrana discontinua), otros elementos, como los fieltros y/o techados asfálticos *ruberoid*, que cumplen la función de corte vena-aérea y barrera de vapor "permisible". Además, para el caso del techado, actúa de barrera hidrófuga de segunda línea. Por lo demás pueden agregarse, si cabe, protecciones térmicas.

Dentro de la gran variedad de tipos que pueden encontrarse, es posible dar una clasificación sencilla que los comprenda a todos:

- de chapas (lisas, onduladas, autoportantes, etc.);
- de tejas (cerámicas, pizarras, cementicias, metálicas, fotovoltaicas, etc.).

En los apartados siguientes se encontrarán las características y el consumo de materiales para alguno uno de ellos.

### 10.3.1. MEDICIÓN

La unidad de medida es en todos los casos el metro cuadrado. Se computa toda la superficie del techo desarrollada, es decir real, medida entre las líneas más salientes de los aleros. Esta norma debe aplicarse a todos los techos en pendiente, cualquiera que sea el material de su cubierta.

En la medición, deben considerarse incluidos todos los elementos del techo (cubierta, aislaciones, infraestructura) tal como lo prescriben las normas de la DNA, capítulo V, "Cubiertas y hojalatería", artículos n° 38 a 42, y anexos I y II (ver CD).

En las figuras 40, 41 y 42 de dichas normas, la doble línea perimetral indica la canaleta; se muestra claramente que el ancho de la misma no debe ser considerado como dimensión del techo. Se recomienda especialmente no descuidar el ancho de los aleros, que representa en algunos casos superficies importantes. Si el ancho de aleros no está indicado en los planos, debe tomarse por lo menos 40 cm.

El ejemplo que incluyen las normas oficiales sirve solamente para demostrar cuál es la superficie a medir, ya que en general, bastará con medir la superficie en planta y aumentar el porcentaje correspondiente a la pendiente, en la forma que se indica a continuación.

Una superficie inclinada es igual a su proyección horizontal, dividida por el coseno del ángulo que forma con la horizontal. Vale decir, que conocida la planta del techo incluidos los aleros, su superficie real puede deducirse de la misma por medio de:

$$S_{\text{real}} = \frac{S_{\text{planta}}}{\cos \alpha} = S_{\text{planta}} \cdot K$$

donde K se tomará de la tabla del apéndice I, "1.6 Cálculo de Pendientes" (ver CD).

Está de más decir que el método es aplicable a techos de pendiente única; cuando las pendientes son varias debe aplicarse a cada una de ellas en particular.

*Ejemplo:* en la figura 40-XVII de las normas DNA, capítulo V (en el supuesto de tener una sola pendiente) siendo  $a = 7,50$  m y  $b = 12$  m, para pendiente de  $40^\circ$  la superficie resulta:

$$7,50 \times 12,00 \times 1,3057 = 117,5 \text{ m}^2$$

En el cálculo de materiales, es obvio que no se puedan dejar de medir las canaletas, cumbreras, limas tesas y limas hoyas. En todos los casos se las toma por metro lineal, y tratándose de canaletas, quedan incluidos los embudos. No así los caños de bajada, que forman parte de la instalación sanitaria.

Se presenta aquí, el problema de la longitud de los dos tipos de limas, cuya verdadera magnitud no figura ni en los planos de planta, ni en los de elevación. Se resuelve así (figura 10.7):

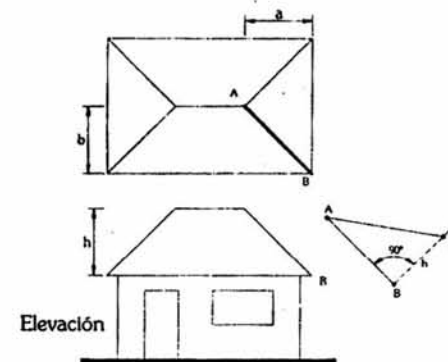


Fig. 10.7.

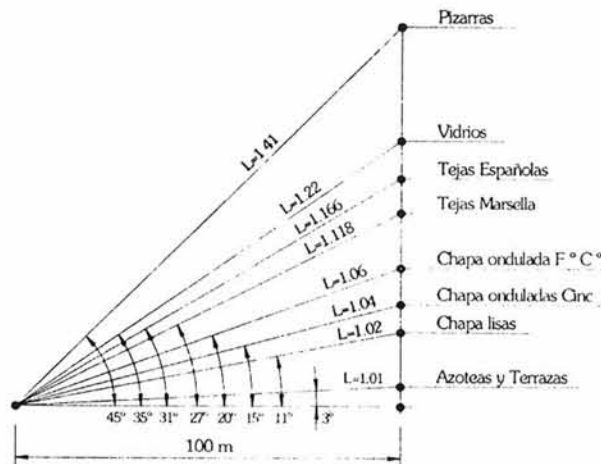
Sobre un segmento igual a AB paralelo al de la planta del techo, trácese en B una normal. Sobre ésta tómese BC = h. El segmento AC es la verdadera magnitud de la lima tesa. Esta solución gráfica puede reemplazarse por la analítica, según la cual

$$AC = \sqrt{a^2 + b^2 + h^2}$$

### 10.3.2. TIPOS DE TECHOS DE PENDIENTE Y RENDIMIENTOS

a) *Techos de chapas lisas, de cobre o zinc*: En los últimos años se han puesto nuevamente en uso. El sencillo esquema de la figura 1.1, capítulo 1, "Objeto y técnica del cómputo métrico", es ilustrativo de su disposición básica. Suelen llamarse cubiertas a la libre dilatación, y de ellas hay varias variantes; la figura muestra la más complicada y en todo caso la mejor. La distancia entre listones es decisiva en el consumo de chapa: generalmente se toma entre 60 y 70 cm.

TABLA 10.4. PENDIENTES LÍMITE Y PENDIENTES USUALES EN LAS CUBIERTAS



La pendiente de las cubiertas es una función del material por usar. También razones arquitectónicas, de ubicación del edificio y de clima, son factores que intervienen. Debe tenerse como criterio general: mayor pendiente cuanto mayor sea el número de juntas, más áspera la superficie y más permeables el material y las juntas.

Tipo de cubierta	Mínima		Máxima		Usual	
	Grados	Pendiente	Grados	Pendiente	Grados	Pendiente
Azoteas, terrazas	2°	0.035	4°	0.070	3°	0.052
Techado asfáltico	2.5°	0.044	5°	0.087	4°	0.070
Chapa de zinc lisa	7.5°	0.132	15°	0.268	11°	0.194
Tejas de encaje (Marsella)	15°	0.268	50°	1.192	27°	0.509
Chapa de zinc ondulada	6°	0.105	90°	∞	15°	0.268
Chapa de F° C° ondulada *	6°	0.105	90°	∞	20°	0.364
Pizarras de F° C° *	20°	0.364	90°	∞	40°	0.839
Pizarras dobles	25°	0.466	90°	∞	45°	1
Pizarras comunes	30°	0.577	90°	∞	45°	1
Cristales y vidrios	30°	0.577	45°	1	35°	0.700
Teja plana doble	22°	0.404	53°	1.327	40°	0.839
Teja colonial	22°	0.404	50°	1.192	22°	0.404
Teja romana	40°	0.839	60°	1.732	40°	0.839
Teja plana sencilla	34°	0.674	45°	1	45°	1
Paja y caña	35°	0.700	80°	5.671	35°	0.700

\* No deben contener asbesto y/o ser remplazadas por fibras plásticas o metálicas.

Como la chapa es muy flexible, se la aplica sobre un entablado de superficie continua, con interposición de un fieltro.

En nuestro país es corriente usar chapa galvanizada, lo que no es muy conveniente; para este tipo de cubiertas lo mejor es el cobre o el zinc, que dan las máximas facilidades de colocación y duración, pero a mayor costo.

Con láminas de plomo, cuyo propio peso las mantiene fijas, se obtienen cubiertas absolutamente impermeables. En este caso, sólo pueden lograrse techos de muy poca pendiente, descontando su alto costo.

Las cubiertas metálicas lisas son impermeables, mas no aislantes termo-acústicas, debiendo recurrirse a capas adicionales de otro material para esos fines.

b) *Techos de chapas onduladas*: De aplicación muy difundida, son las clásicas chapas onduladas de hierro galvanizado, acero aluminizado, aluminio, fibrocemento (sin asbesto), y material plástico (policarbonato, fibras de vidrio, etc.). Con el aluminio se introdujo la onda trapezoidal y otras de variada disposición.

En todos los casos, las ondas o nervios dan a la chapa una resistencia inercial que permite suprimir el entablado. Para todos estos materiales, puede decirse que los detalles constructivos son equivalentes: las chapas se vinculan a tirantes de madera o hierro, cuyas dimensiones resultan del cálculo estático: se usan clavos, grapas o ganchos, según sea el material. Tener

además en cuenta los solapes de chapas, que dependen de la llamada "altura de carga" (proyección de la superposición sobre una vertical, que no será inferior a 5 u 8 cm). (Ver tablas 10.7, 10.8 y 10.9; y figuras 10.8 y 10.9).

c) **Techos autoportantes:** Con fibrocemento, o chapas de hierro plegadas, se fabrican ondas autoportantes de gran momento de inercia por forma, lo cual permite cubrir luces importantes sin apoyos intermedios. Se los llama canalones y, generalmente, cada pieza constituye una onda; los de chapa pueden llegar a formar hasta 3 ondas por unidad. (Véanse las tablas 10.10, 10.11).

### 10.3.3. TABLAS PRÁCTICAS

TABLA 10.5. CABIADAS DE HIERRO

Peso aproximado en kg por cabriada, para una carga de cálculo de 140 kg/m <sup>2</sup> y separación entre cabriadas de 3 y 4 m					
Luz en metros	Separación		Luz en metros	Separación	
	3,00 m	4,00 m		3,00 m	4,00 m
5,00	60	80	16,00	580	805
6,00	90	110	17,00	650	870
7,00	110	150	18,00	730	1.040
8,00	150	190	19,00	810	1.100
9,00	180	260	20,00	910	1.350
10,00	230	300	21,00	980	1.400
11,00	270	400	22,00	1.080	1.500
12,00	330	450	23,00	1.180	1.600
13,00	380	550	24,00	1.300	1.720
14,00	440	600	25,00	1.390	1.850
15,00	500	665	26,00	1.420	2.030

TABLA 10.6. CABIADAS DE MADERA

Consumo por pies <sup>2</sup> de 1" por cabriada, para una carga de cálculo de 140 kg/m <sup>2</sup> y separación entre cabriadas de 3 y 4 m. Consumo de hierro para herrajes y bulonería							
Luz m	Separación		Hierro kg	Luz m	Separación		Hierro kg
	3,00 m	4,00 m			3,00 m	4,00 m	
5	38,50	59,40	10	14	264,80	340,20	43
6	46,70	72,00	10	16	305,10	411,00	61
7	84,70	116,60	14	18	466,10	699,20	76
8	95,40	131,30	16	20	538,20	792,40	106
9	127,30	148,40	18	22	707,70	953,50	140
10	161,00	169,50	26	24	1.080,60	1.237,40	180
12	228,80	235,00	36	26	1.419,60	1.570,00	220

TABLA 10.7. CHAPAS ONDULADAS DE HIERRO GALVANIZADO

Ancho: 660 mm Ancho útil: 582,5 mm					Recubrimiento vertical: 97,5 mm Recubrimiento horizontal: 200 mm Peso por m²: Chapa N° 24: 5.965 kg Chapa N° 26: 4.309 kg					
Largo		Largo útil	Superficie	Superficie útil	Peso c/chapa		N° de chapas por m²	m² de chapa por m² de techo	Peso por m² de techo	
Pies	Me-tros				N° 24	N° 26			N° 24	N° 26
6	1,829	1,629	1,206	0,916	7,20	5,30	1,10	1,32	7,90	5,85
7	2,134	1,934	1,405	1,088	8,40	6,18	0,92	1,29	7,75	5,70
8	2,438	2,238	1,608	1,259	9,60	7,06	0,80	1,28	7,68	5,65
9	2,743	2,543	1,810	1,430	10,80	7,95	0,70	1,27	7,56	5,55
10	3,048	2,848	2,050	1,599	12,00	8,83	0,63	1,26	7,50	5,55
11	3,353	3,153	2,210	1,774	13,20	-	0,56	1,24	7,45	-
12	3,658	3,458	2,401	1,945	14,40	-	0,51	1,22	7,40	-

TABLA 10.8. CLAVOS CON CABEZA DE PLOMO PARA TECHOS DE CHAPA

Dentados	Calibre	Largo		Cantidad por kg		Peso cada 100	
		mm	Pulg.	Lisos	Dentados	Lisos	Dentados
3,4	10	63,5	2 ½"	125	111	0,80	0,90
3,4	10	76,2	3"	114	98	0,88	1,02
3,7	9	63,5	2 ½"	111	98	0,90	1,02
3,7	9	76,2	3"	100	93	1,00	1,07
4,1	8	63,5	2 ½"	82	71	1,22	1,41
4,1	8	76,2	3"	76	66	1,32	1,51
4,5	7	63,5	2 ½"	65	65	1,54	1,54
4,5	7	76,2	3"	60	60	1,67	1,67

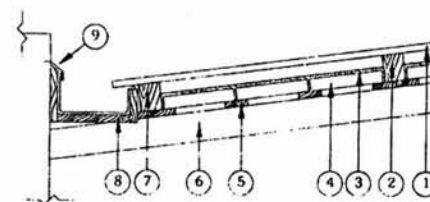


Fig. 10.8. Cubierta de chapas onduladas de hierro galvanizado (corte transversal).

1) Chapa; 2) Tirantillos 2" x 3"; 3) Capa de mortero; 4) Tejuela o rasilla; 5) Tabla 1" x 3" c/27 cm; 6) Cables (escuadría variable); 7) El último tirantillo es de mayor escuadría (3" x 3") y apoya sobre dos tablas; 8) Canaleta; 9) Babetta independiente de zinc.

**Nota:** Esta cubierta tiene un espesor total de 15 cm y un peso de 57 kg/m<sup>2</sup>. El espesor se mide normal a la pendiente. Antiguamente muy usada, hoy prácticamente en desuso.



d) *Techos de tejas*: Las tejas se fabrican casi exclusivamente con los materiales de la cerámica común. Son corrientes también las de fibrocemento, pizarra y madera; últimamente han encontrado aplicación las de cemento, las metálicas y las asfálticas. (Ver figuras 10.10, 10.11, 10.12 y 10.13)

TABLA 10.9. CHAPAS ONDULADAS DE FIBROCEMENTO (SIN ASBESTO)

Ancho: 920 mm Ancho útil: 873 mm			Recubrimiento horizontal: 140 mm Recubrimiento vertical: media onda Peso por m <sup>2</sup> : 6 mm de espesor: 12,50 kg 8 mm de espesor: 16,90 kg					
Largo	Largo útil	Superficie útil	Peso de cada chapa kg		Chapas por m <sup>2</sup>	Peso por m <sup>2</sup> de techo kg		m <sup>2</sup> de chapa por m <sup>2</sup> de techo
m	m	m <sup>2</sup>	6 mm	8 mm	Nº	6 mm	8 mm	
1,22	1,08	0,94	14	19	1,064	14,90	20,22	1,19
1,53	1,39	1,21	18	24	0,826	14,87	19,82	1,16
1,83	1,69	1,48	21	28	0,676	14,20	18,93	1,14
2,13	1,99	1,74	25	33	0,575	14,37	18,97	1,13
2,44	2,30	2,01	28	38	0,496	13,94	18,92	1,12
3,05	2,91	2,55	35	47	0,392	13,72	17,01	1,10

TABLA 10-9A. CHAPA ONDULADAS DE FIBROCEMENTO (SIN ASBESTO)

Ancho: 1 097 mm Ancho útil: 1.050 mm			Recubrimiento horizontal: 140 mm Recubrimiento vertical: media onda Peso por m <sup>2</sup> : 6 mm de espesor: 13,10 kg 8 mm de espesor: 17,50 kg					
Largo	Largo útil	Superficie útil	Peso de cada chapa kg		Chapas por m <sup>2</sup>	Peso por m <sup>2</sup> de techo kg		m <sup>2</sup> de chapa por m <sup>2</sup> de techo
m	m	m <sup>2</sup>	6 mm	8 mm	Nº	6 mm	8 mm	
1,22	1,08	1,13	17	23	0,926	15,74	20,37	1,24
1,55	1,39	1,16	22	29	0,685	15,07	19,36	1,15
1,83	1,69	1,77	26	35	0,565	14,65	19,77	1,13
2,49	2,30	2,12	35	46	0,413	14,45	19,00	1,10
3,05	2,91	3,05	44	58	0,327	14,43	18,97	1,09
3,66	3,52	3,70	52	70	0,270	14,04	18,90	1,08

TABLA 10.10. CHAPAS ONDULADAS DE ALUMINIO

Ancho: 1.154 mm Ancho útil: 1.064 mm		Recubrimiento horizontal: 150 mm Recubrimiento vertical: una onda y media (1 ½) Peso por metro lineal: Espesor 0.60 mm: 2,08 kg					
Largo	Largo útil	Superficie útil	Peso de c/chapa	Nº de chapas por m <sup>2</sup>	Peso por m <sup>2</sup> de techo	m <sup>2</sup> de chapas por m <sup>2</sup> de techo	
Pies	m	m	m <sup>2</sup>	kg	Nº	kg	m <sup>2</sup>
6	1,829	1,679	1,766	3,80	0,56	2,13	1,18
7	2,134	1,984	2,191	4,439	0,47	2,09	1,16
8	2,438	2,278	2,424	5,071	0,41	2,08	1,15
9	2,743	2,591	2,759	5,705	0,36	2,05	1,14
10	3,048	2,898	3,083	6,400	0,32	2,05	1,14
11	3,353	3,203	3,408	6,974	0,29	2,05	1,13
12	3,658	3,508	3,733	7,609	0,27	2,05	1,13
13	3,962	3,812	4,056	8,251	0,25	2,04	1,12
14	4,267	4,117	4,320	8,875	0,25	2,04	1,12
15	4,572	4,422	4,705	9,510	0,21	2,02	1,12
16	4,677	4,727	5,030	10,145	0,20	2,02	1,12
17	5,182	5,032	5,324	10,779	0,19	2,01	1,12
18	5,486	5,336	5,667	11,411	0,18	2,01	1,12
19	5,791	5,641	6,002	12,045	0,17	2,01	1,11
20	6,096	5,946	6,326	12,680	0,16	2,00	1,11
21	6,401	6,251	6,651	13,214	0,15	2,00	1,11
22	6,706	6,556	6,975	13,948	0,14	2,00	1,11
23	7,010	6,860	7,299	14,581	0,14	2,00	1,11
24	7,315	7,165	7,623	15,215	0,13	1,99	1,10

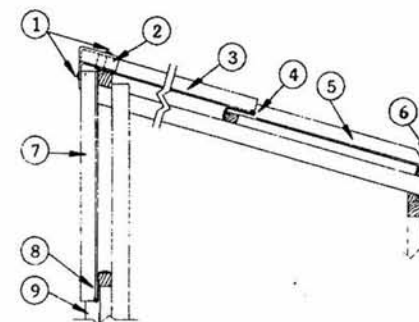


Fig. 10.9. Cubierta de fibrocemento ondulado. Las chapas tienen dimensiones estándar y van aseguradas con grapas especiales (corte transversal).

1) Tirafondos con arandela de plomo; 2) Caballete cenefa; 3) Chapa ondulada; 4) Grapa para sujetar chapa; 5) Chapa terminal; 6) Tirafondo; 7) Chapa recubrimiento vertical; 8) Grapa de sujeción; 9) Chapa recubrimiento.

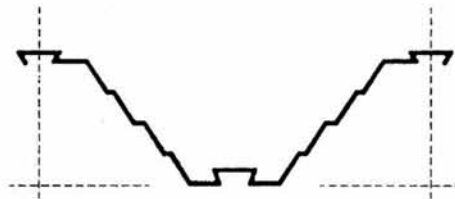
TABLA 10.11. CUBIERTAS AUTOPORTANTES

a) De fibrocemento (sin asbesto).



		N° 44	N° 47	N° 86	N° 1.000
Ancho	mm	437	470	9,58	9,98
Ancho útil	mm	411	440	8,60	8,85
Espesor	mm	6	6 / 8	8	8
Largo máximo	m	5	5,60 / 7,30	9	9,20
Luz máx. admisible	m	4	4,00 / 5,50	7	7
Peso por metro lineal	kg/m	6	7,30 / 9,60	18	18,50
Peso por m² de techo	kg/m²	15	20,30 / 27,00	21	22,50
Alto de la onda	mm	150	180	245	22,40

b) De chapa plegada



		3 ondas	3 ondas	2 ondas	1 onda	1 onda	1 onda
Ancho útil	mm	840	840	768	746	1485	1237
Altura	mm	76	63	116	269	445	541
Espesor	mm	0,55-0,70	0,55-0,70	0,70-0,90	1,25-1,60	2,00-2,75	20,00-22,50
Luz máxima	m	0,70-5,00	3,70-4,45	7,50-7,95	11,40-12,75	18,60-19,30	22,80-23,60
Peso por m²	kg/m²	6,40-8,00	6,40-8,00	8,80-11,10	15,80-20,00	20,80-23,40	24,90-28,00

## Cubiertas de tejas coloniales

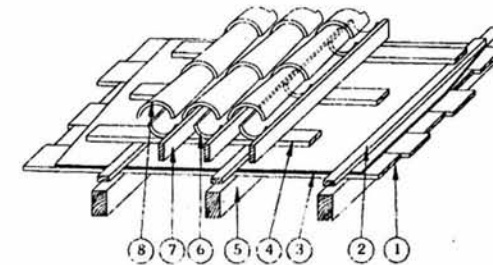


Fig. 10.10. Cubierta de tejas coloniales.

1) Entablado de 1"; 2) Listón sobre cada cabio para fijar el fieltro; 3) Fieltro o techado en seco, rinde 0,8 m²/m²; 4) Alfajía de 1" x 3" c/30 cm; 5) Cabio (escuadría variable) c/60 cm; 6) Teja colonial (canal); 7) Listón caballete 1" x 3 1/2" c/22 cm; 8) Teja colonial (cobija).

*Nota:* Las tejas cobija se clavan sobre 7); las tejas canal se clavan sobre 4).

*Características:* Madera de pino spruce. Peso por m²: 85 kg. Peso de cada teja: 2,100 kg. Recubrimiento de las tejas: 10 cm. Espesor total (se mide normal a la pendiente): 20 cm aproximadamente.

*Dimensiones (según fabricante):* 40 x 19,5 x 14,5. Espesor: 12 mm. Alto 4,5 cm.

## Cubierta pizarra artificial (fibrocemento prensado)

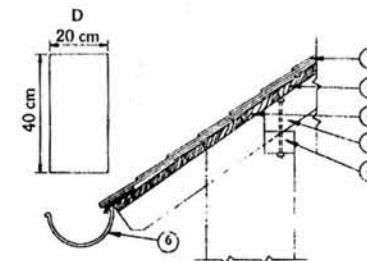


Fig. 10.11. Cubierta pizarras (corte esquemático).

1) Pizarras; 2) Fieltro; 3) Entablado; 4) Cabio; 5) Cabios anclados a la solera; 6) Canaleta.

*Nota:* Este tipo de tejas pueden ir clavadas y/o enganchadas (clavos o ganchos de Cu).

*Nota:* Las dimensiones, el recubrimiento y el espesor son elementos variables. El sistema de fijación (grapa o clavado) se determinará según condiciones de viento y lluvia del entorno.

## Cubierta tejas planas

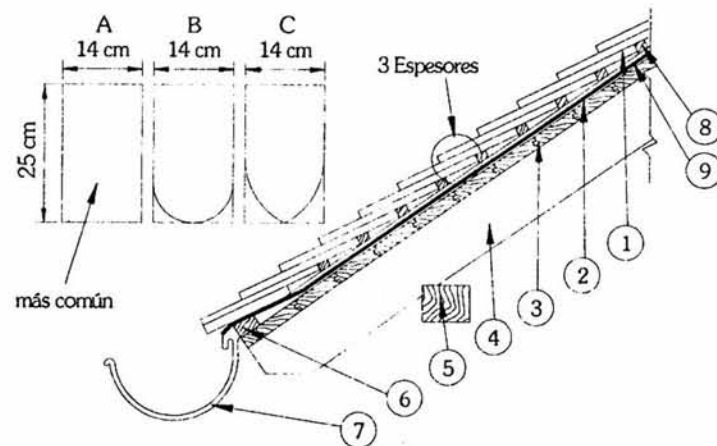


Fig. 10.12. Cubierta de tejas planas o normandas (corte transversal).

1) Tejas; 2) Fieltro o techado sobre entablado; 3) Entablado de 1"; 4) Cabios (escuadría variable) c/60 cm; 5) Solera; 6) Listón para levantar la primera hilada (de mayor escuadría); 7) Canaleta; 8) Listón de clavadura; 9) Listón de yesero.

**Nota:** Entre 8) y 2), se debe colocar "listón de yesero", en coincidencia con cada cabio y acompañando la pendiente.

	Tejas rectangulares	Tejas de medio punto		Tejas punteadas
Dimensiones en cm	14 x 15	15 x 27	14 x 25	14 x 25
Peso por cada teja en kg	1	1	0.70	0.80
Teja por m <sup>2</sup>	70	65	70	70
Recubrimiento	2/3	2/3	2/3	2/3
Espesor total <sup>1</sup> en cm	8	8	8	8
Peso por m <sup>2</sup>	94	89	73	80

<sup>1</sup> El espesor se mide normal a la pendiente.

## Cubierta teja francesa

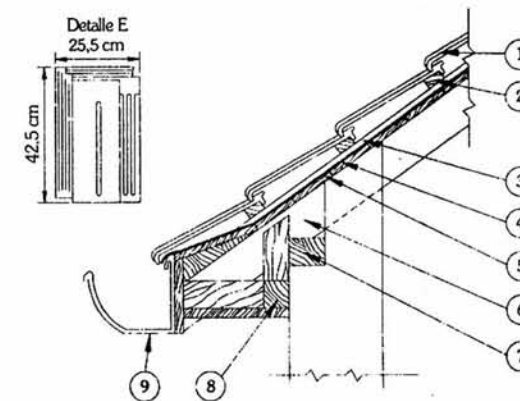


Fig. 10.13. Cubierta de tejas francesas, Marsella o mecánica (corte transversal)

1) Tejas (detalle en E); 2) Listones 1" x 2" para sostener las tejas; 3) Listón 1/2" x 1 1/2" para sujetar el fieltro; 4) Fieltro asfáltico en seco; 5) Entablado; 6) Cabios (escuadría según luces variable) c/60 cm; 7) Solera; 8) Alero de entablado de 1" y su sostén; 9) Canaleta.

**Nota**

**Características:** Peso por metro cuadrado: 60 kg; dimensiones 42,5 x 25,5; espesor total (se mide normal a la pendiente): 13 cm aproximadamente; peso de una teja: 2,6 kg.

Las tejas quedan sujetas por encastre mutuo y por atadura o clavado a los listones (actualmente es más frecuente el clavado).

**Cálculo de cantidad de tejas francesas necesarias**

Para un cálculo aproximado de cantidad de tejas debemos conocer el valor en metros cuadrados de la superficie a cubrir, incluyendo aleros y toda superficie adicional.

Una vez obtenido este valor, lo incrementamos en función de la pendiente, según los valores de la tabla 10.12.

Por ejemplo, para una vivienda con una superficie de 100 m<sup>2</sup> y una pendiente de techo de 0,45 m por m (24° 15' de inclinación) debemos incrementar la superficie a cubrir en un 9%. Luego el valor real de la superficie del techo es: 109 m<sup>2</sup> por el número de tejas requerido por m<sup>2</sup> de super-

ficie, 12,5 tejas/m<sup>2</sup>; a la que se sumará el desperdicio y la reserva para eventuales reparaciones.

TABLA 10.12.

Para pendiente de:	Incrementamos en:	Para pendientes de:	Incrementamos en:
0,30	4,0%	0,60	16,0%
0,35	6,0%	0,65	19,0%
0,40	7,0%	0,70	22,0%
0,45	9,0%	0,75	25,0%
0,50	11,0%	0,80	28,0%
0,55	14,0%	0,85	31,5%

Fuente: Cerro Negro

Estos techos se colocan, según el tipo, atadas o clavadas (mínimo 1 de c/5) sobre enlistonados equidistantes. Se construye un entablado corrido (a veces se prescinde), que servirá de apoyo al fieltro impermeable, y sus tablas se colocan con una pequeña separación de 1 cm, para evitar deformaciones del techo por movimientos.

*Nota:* Las llamadas tejas coloniales, por su forma de colocación, pueden también ser colocadas sobre estructura monolítica (losa de H° A° y/o forjados cerámicos, etc.), con morteros aéreos sin cemento reforzante, y sólo pueden ser usadas con pendientes suaves, en tanto que las francesas, pueden alcanzar superficies casi verticales (por ejemplo mansardas), por supuesto clavadas.

*Nota:* La industria comercializa tejas francesas de vidrio y los europeos fotovoltaicas.

#### 10.4. TECHOS CURVOS

Son las llamadas bóvedas (de una curvatura), bóvedas tipo catalanas, cúpulas (de dos curvaturas), paraboloides hiperbólicos (doble curvatura), etc. Responden a fórmulas geométricas conocidas.

La parte resistente se conforma con albañilería de ladrillos, con hormigón armado y menos comúnmente con estructura metálica, según los tipos adoptados. En el caso de cubierta de *una curvatura*, se ejecuta con revoques impermeables, fieltros o membranas asfálticas preformadas o techados asfálticos multicapas y en el caso de *doble curvatura*, con pinturas elastoméricas (tipo neopreno-hypalon), que es lo más indicado por las características propias de dicha estructura.

La medición se hace por aplicación de la fórmula que corresponda, computando la cubierta según su desarrollo total.

Las bóvedas son estructuras cilíndricas con secciones transversales constantes (arcos de círculo, elipse, parábola, arcos de tres o cinco centros, etc.).

Las cúpulas son esféricas, parabólicas, por aristas, etc. Véase un resumen de fórmulas en apéndice I, "1.8 Arcos, bóvedas y cúpulas usuales en construcción de edificios", para estos distintos tipos de figuras (ver CD).

TABLA 10.13. RESUMEN DE TECHOS DE PENDIENTE COMUNES

Tipos	Plana	Colonial	Mecánica	Cementicia (H°)
Características				
Dimensión teja (cm)	15 x 25	40 x 20 x 15	25 x 45	42 x 33
Peso teja (kg)	1,000	1,800	3,500	4,500
Cantidad por m <sup>2</sup>	50 a 60	30	15	10
Solapado (cm)	16	10	Por encastrado	7 a 10
Peso total (g) kg/m <sup>2</sup>	85	80	60	65
Pendiente p	25° a 65°	20° a 50°	25° a 65°	16° a 65°

*Nota:*

g = Cargas permanentes (incluyendo hasta los cabios).

p = Cargas accidentales. no se consideran aquí dado que en techos inclinados depende de su pendiente, del uso y de su mantenimiento; sólo la propia experiencia evaluará.

# 11. REVOQUES Y CIELOS RASOS

## 11.1. REVOQUES

Según IRAM, el revoque "es el revestimiento de un elemento de construcción, hecho generalmente a base de mortero".

Los revoques son estructuras eminentemente superficiales, destinadas a formar sobre el paramento de muros y tabiques, una superficie de protección, ornato, reflexión de luz, simple emparejamiento, y eventualmente aislación térmica y/o acústica, descontando desde ya los azotados hidrófugos en los muros exteriores, cuya función es explícita.

Constan en general de dos capas: la inferior aplicada directamente sobre el muro, sirve para emparejar la superficie del mismo, dar "plomo" a la pared, y recibir la capa de terminación. La capa recibe el nombre de *revoque grueso*, *engrosado* o *jaharro*, y la capa de terminación superior, se llama *revoque fino* o *enlucido*. Cuando dicho muro es exterior, antes del grueso se interpone la capa impermeable (azotado).

Todos los revoques son morteros, formados por ligantes (cemento, cal, yeso) y áridos (arena, polvo de ladrillos, mica, polvo de mármol o piedra, etc.). Cuando la superficie de terminación está formada por "piezas" independientes, recibe el nombre de *revestimiento*, cuyo estudio constituye material para otro capítulo.

### 11.1.1. TIPOS

Puede lograrse una gran variedad de tipos, según las características de los materiales empleados, proporción de mezcla y terminación que se dé al



enlucido. Es común clasificarlos por el ligante que predomina; así, se habla de revoques a la cal, reforzados (cal y cemento), concretos (cemento solamente), con material de frente (símil piedra), al yeso y estucos (yeso y arena), etc.

El tratamiento que se dé a la superficie inmediatamente después del revoque grueso, se llama "terminación". Los de menos consistencia –revoques interiores a la cal– son trabajados con fieltros (o guantes), con los cuales se rebaja la textura gruesa, dando así, texturas finas o suaves.

En cambio los revoques de frente, sobre todo con materiales preparados, denominados "símil piedra", tienen un grado tal de resistencia a la abrasión, que pueden ser pulidos con piedra y agua. Además para dar a estos revoques superficies de variados aspectos, se recurre a herramientas como peines de acero, mallas de alambre, molino para salpicar, etc. (peinado, salpicado, planchado, etc.).

Los estucos, por su parte, se "planchan" con herramientas especiales que reciben el nombre de planchas, trabajo que no es común en nuestro medio.

En cuanto a la composición del mortero, se tiene en cuenta no solamente el destino del revoque –que es determinante– sino también razones de economía. Para enlucidos interiores se preferirá la cal aérea hidratada en polvo, o el yeso; para azotados impermeables de muros a la intemperie deben usarse revoques de cemento, con fuerte proporción de ligante y aditivos, lo mismo para jaharros de frente que deban ser pulidos al agua.

Actualmente, la industria provee los morteros premezclados con ligante plástico (premezclados), con los cuales se obtienen variadas texturas y coloraciones, y más recientemente, la línea de morteros especiales como ser: a) *monocapas 2 en 1* (grueso y fino); b) *monocapa 3 en 1* (impermeable, grueso y fino) y c) *de terminación*, con una variada paleta de colores.

Es de hacer notar que el mercado actual está ofreciendo una buena solución para impedir la aparición de fisuras y/o microfisuras (mapeo) en los revoques, como es el armado de los mismos con el uso de mallas de fibra de vidrio (tejidos plásticos, como si fueran fibras textiles), de gran resistencia química, mecánica, ignífuga y a los ácidos.

### 11.1.2. RENDIMIENTO

La tabla 6.7, del capítulo 6, "Morteros y hormigones", trae analizadas las cantidades de materiales necesarios para la elaboración de un m<sup>3</sup> de

pastón para los tipos más usados de revoques. Tales valores multiplicados por el espesor del revoque darán el consumo por metro cuadrado. Con las indicaciones que se agregan, se tienen complementados los elementos necesarios para el cálculo de rendimientos (tabla 11.1).

TABLA 11.1 REVOQUES Y CIELOS RASOS

Consumo de material por metro cuadrado		
Jaharro para revoque exterior común	23	litros
Jaharro para revoque interior común	20	litros
Jaharro para revoque símil piedra	25	litros
Jaharro para revoque impermeable	25	litros
Enlucidos en general	10	litros
Enlucidos para revoque impermeable	10	litros
Azotado impermeable	5	litros
Mezcla para embeber metal desplegado o malla FV	20	litros
Jaharro para metal desplegado o malla FV	15	litros
Enlucido en general para cielos rasos	5	litros
Cemento para alisados	0,5	kg
Yeso negro o cal fina para jaharro	45	kg
Yeso blanco s/jaharro (enduido)	8	kg
Yeso blanco s/muro (cal fina)	12	kg
Material preparado para frentes	12 - 14	kg
Mortero plástico	1-1,5	kg

### 11.1.3. MEDICIÓN

El cómputo se hará clasificando los revoques por el enlucido final, quedando incluidas en la medición todas las capas que lo formen (azotado, jaharro, etc.).

En los revoques gruesos sólo se computarán por separado los que se coloquen bajo revestimientos independientes de madera, celotex, fibrocemento, *hardboard*, laminados y/o revestimientos plásticos, etc., que es obvio no llevan enlucido.

La unidad de medida será en todos los casos el metro cuadrado (m<sup>2</sup>).

La planilla de locales da cuenta del tipo de enlucido; se los agrupará, dentro de una misma clase, por alturas iguales, a modo de reducir el trabajo, operando sobre sumas de perímetros.

El perímetro de cada local conviene tomarlo completo, sin descontar puertas, vanos, etc., sobre el plano mismo y dentro del área de cada local se dejará constancia de este valor (en el respectivo plano de replanteo).

Impermeabilización para tanques de agua:

- 1) Concreto 1:1 alisado con cemento puro.
- 2) Mortero 1:2 con hidrófugo.
- 3) Ídem anterior.
- 4) Losa de hormigón; antes de colocar la capa tres se trata con enduido o lechada de cemento e hidrófugo (mejora la adherencia).
- 5) El ángulo se redondea con concreto 1:1 con hidrófugo.

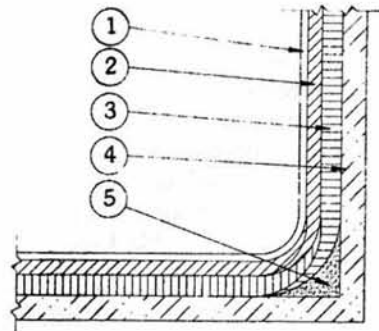


Fig. 11.1. En el cómputo quedan comprendidas todas las capas del revoque.

A su vez, la altura en ambientes comunes será la que indiquen los planos de corte, medida desde piso terminado a cielo raso terminado. En locales con cielo raso casetonado o molduras importantes, la altura se medirá hasta el comienzo de la garganta, que se considera formando parte del cielo raso. La altura de los zócalos será descontada solamente cuando supere los 15 cm, si bien se comete un error por exceso que no tiene importancia.

En cuanto a las superficies a descontar, serán medidas en último término, y en un solo conjunto para tener una sola operación de resta.

Se acostumbra a plantear el trabajo según el siguiente orden: 1º) revoques exteriores; 2º) revoques interiores; 3º) revoques impermeables y 4º) otros no comprendidos en los anteriores. Dentro de cada uno de éstos, se hará una detallada discriminación de todos los tipos que señale la planilla de locales.

Por lo demás, servirán como guía las normas oficiales (DNA, ver CD), que resuelven este capítulo en forma satisfactoria, como indicamos en el apartado siguiente.

Puede motivar confusiones el hecho de que un cielo raso aplicado no se diferencia esencialmente de un revoque. En este caso, poco importa la denominación de la estructura siempre que se la haya computado.

Estableceremos en forma convencional que, cuando la superficie tratada tenga una inclinación menor de 45° con respecto a la horizontal, será considerada como cielo raso.

Los "concretos" alisados al cemento, que algunos computistas consideran como revestimientos, deben ser incluidos en la categoría de revoques de acuerdo con lo dicho en el 11.1. Cuando tengan una altura inferior a 30 cm, serán medidos como zócalos.

Recuérdese que en general, son revocadas todas las superficies de albañilería u hormigón, y que algunos de los revestimientos atérmicos deben serlo también para disimular su aspecto y/o ocultarlos. No deben olvidarse tampoco las "cargas" o parapetos, muretes, cercos y tabiques bajos, ni tampoco el azotado impermeable en el paramento interior de muros en correspondencia con ladrillos a la vista, y el caso de paredes con cámara de aire, toma de juntas, etc.

Es razonable incluir en una sola medición al jaharro y al enlucido; separarlos en cómputos independientes no significa haber ganado algo en claridad o exactitud. Por el contrario, la forma propuesta supone una gran economía de tiempo en el manejo de números, con lo cual se disminuye la posibilidad de equivocarse.

Puede argumentarse que se comete un error al suponer que la altura del enlucido es igual a la del jaharro, cuando en realidad se diferencian por la altura del zócalo. Sin embargo, esto no tiene importancia frente al error que se comete al suponer llenos los vanos inferiores a 3 m<sup>2</sup>; por otra parte, el jaharro bajo los zócalos, puede considerarse incluido en la medición de éstos, con lo cual desaparece la diferencia.

Para terminar, la suma de superficies revocadas guarda una relación con la de pintura de muros; la primera, entonces, puede servir de base al cómputo de la segunda.

**11.1.4. NORMAS DE LA DNA.** Véanse en el capítulo V, "Revoques, enlucidos y cielos rasos", anexos I y II, de las normas (ver CD).

Digamos solamente que se diferencian de la práctica privada, en que la tendencia de "frentistas", yeseros y contratistas de mano de obra, se orienta a medir las superficies según su desarrollo real, en tanto que las normas oficiales proyectan molduras y salientes sobre el plano fundamental del paramento.

## 11.2. CIELOS RASOS

Los cielos rasos son estructuras muy similares a los revoques y revestimientos de muros. Cumplen las mismas funciones, usan los mismos materiales y se conforman por los mismos o muy semejantes métodos constructivos. Puede decirse que sólo se diferencian de aquéllos, por el plano fundamental de su tendido, que en este caso es horizontal y/o ejecutado en relieves, aunque todo ello es válido, más concretamente, en lo referente a cielos rasos aplicados.

La primera clasificación que podría plantearse, es aquella que tenga en cuenta la naturaleza del cielo raso, naturaleza que como es lógico, varía con la función que le haya sido asignada. Así, puede tratarse de un simple revoque destinado a emparejar una superficie, o una placa aislante atérmica o antisonora, o una estructura compleja destinada a disimular conducciones (instalaciones complementarias), o conformada especialmente como elemento de difusión luminosa.

Esta podría ser en efecto la clasificación a adoptarse en un tratado de construcciones; nosotros vamos a adoptar una más simple, que satisface plenamente las necesidades del cómputo y que, por otra parte, deja abierta la posibilidad de incluir en la misma todos los tipos de cielos rasos que puedan presentarse:

- a) cielos rasos aplicados;
- b) cielos rasos armados independientes;
- c) cielos rasos armados suspendidos;
- d) otros.

Forman parte de la primera los tipos más elementales: revoques tendidos sobre la superficie inferior de losas de hormigón o bovedillas de cualquier tipo, forjados cerámicos, losetas, etc.

La segunda clase está formada por una gran variedad de estructuras que requieren un tipo especial de sustentación que las independice del entrepiso o techo. Y en la tercera clase, están los armados o suspendidos, que al contrario de los anteriores se cuelgan de la estructura correspondiente.

Podría agregarse una cuarta categoría: estructura del techo a la vista, como ocurre con el entablado de los techos de tejas. Éste es más bien un caso de ausencia de cielo raso, como estructura distinta de las demás, que se resuelve con una simple aplicación de pintura, por lo cual nos remitimos al capítulo correspondiente.

#### 11.2.1. MATERIALES Y RENDIMIENTOS

a) Para cielos rasos aplicados revocados, las mezclas usuales se han dado en el capítulo 6, "Morteros y hormigones" (Tabla 6.7). El número de capas de revoque y el espesor de cada una de éstas, depende del estado de la superficie a cubrir, así como el tipo de revoque depende del destino y de la categoría del local. Hay en general dos capas, una de engrosado y otra de enlucido. Podríamos repetir todo lo que se ha dicho en el 11.1.1, a cuyo texto nos remitimos.

b) Los cielos rasos armados independientes se construyen sin ninguna relación estructural con los planos inferiores de los entresijos o techos, para crear así un espacio útil entre ellos (pasaje de cañerías, conductos, etc.). Los revoques, pues, son aplicados sobre un entramado de maderas muy delgadas, de 1" x 1" (cuadritos) y metal desplegado, clavados con elementos de sustentación y resistencia (vigas maestras), luego el conjunto se tapona o "engrosa" con mezcla, previa "chirlada" cementicia, formando una superficie continua, apta para recibir el enlucido, que puede ser cualquiera (figura 11.2 y tabla 11.2).

c) En cambio, los cielos rasos armados suspendidos, como su nombre lo indica, se cuelgan de dichos planos inferiores para cumplir el mismo cometido que b), admitiendo también ser formados por chapas metálicas (perfiles conformados estándar, sobre todo aluminio), de poco ancho y gran longitud, que parecen estar en la preferencia de los proyectistas, aunque los de madera siguen siendo usuales. En estos casos, la subcontratación suele ser total y los variados elementos de suspensión y nivelación van por cuenta del subcontratista (muchos de estos elementos están patentados).

En la medición, la norma es computarlos en desarrollo, agregando por separado los agujeros para artefactos eléctricos, aristas (encuentro entre planos de distintas pendientes) y encuentros, por ejemplo, con muros y otros cielos rasos.

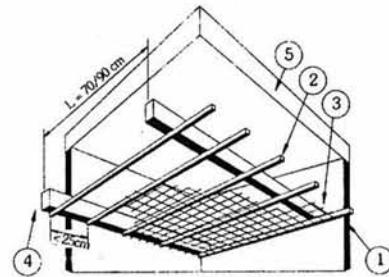
También como dijimos, tenemos los clásicos, que se arman suspendidos con estructura de madera (figuras 11.3, 11.4 y tabla 11.3).

Véanse las figuras 11.5, 11.6 y 11.7, con indicación de disposiciones constructivas y dimensiones de alfajías y tirantes de hierro. Cuando el entrepiso es de hormigón armado el cielo raso está verdaderamente "colgado" de la losa por medio de hierro dulce  $\varnothing 6$ , aproximadamente cada 0,60 m, que se colocan antes de hormigonar ("pelos" en la losa).

d) En cuanto a los enchapados con piezas comerciales de distintos tipos, como placas de roca de yeso, aluminio, cementicia, EPS, etc., se aplican también indistintamente sobre un armazón previo de madera o de aluminio (tensores, portadores, etc.), colocadas a diversas distancias, conforme con las dimensiones de las chapas y la luz de los locales, y de acuerdo con el tipo de cielo raso que se considere. Puede decirse que toda chapa destinada a revestir muros tiene también aplicación en la ejecución de cielos rasos; véanse más indicaciones en el capítulo correspondiente a revestimientos. Por lo demás cada fabricante ha patentado su propio sistema de fijación, por lo que aconsejamos tenerlo en cuenta.

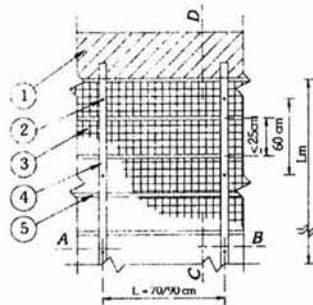
**TABLA 11.2. ESCUADRÍAS Y SEPARACIÓN PRÁCTICA DE LAS MAESTRAS (CIELOS RASOS INDEPENDIENTES).**

Luz (m)	Escuadría (mm)	Separación (m)
1,50	25 x 76	1,00
1,80	25 x 76	0,70
2,10	25 x 76	0,50
2,40	25 x 102	0,70
2,70	25 x 102	0,55
3,00	25 x 152	1,00
3,30	25 x 152	0,85
3,60	25 x 152	0,70
3,90	25 x 152	0,60
4,20	25 x 152	0,50



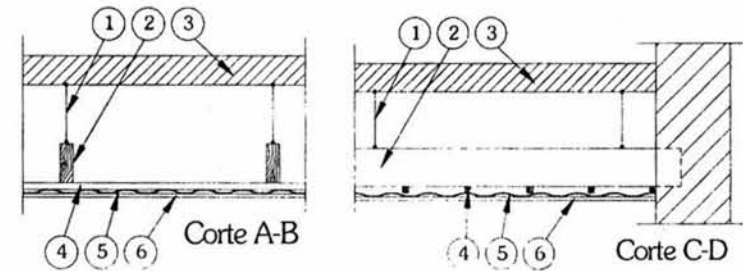
**Fig. 11.2. Cielo raso armado independiente con estructura de madera (perspectiva).**

1) Muro; 2) Listón de envarillado (ver cuadro); 3) Metal desplegado (peso  $\geq 400$  g/m<sup>2</sup>); 4) Maestra (ver cuadro); 5) Techo o entrepiso.



**Fig. 11.3. Cielo raso armado suspendido con estructura de madera (vista desde la estructura sostén hacia abajo).**

1) Muro; 2) Tensores de hierro redondo  $\varnothing 6$  mm,  $\varnothing 4,2$  mm o alambre N° 11 (c/ 60 cm); 3) Metal desplegado (peso  $\geq 400$  g/m<sup>2</sup>); 4) Maestra (ver cuadro); 5) Listón de envarillado (ver cuadro).

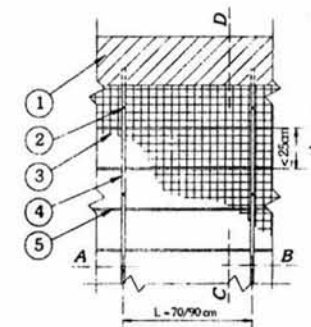


**Fig. 11.4. Cielo raso armado suspendido con estructura de madera, corte A-B y C-D.**

1) Tensores de hierro redondo  $\varnothing 6$  mm,  $\varnothing 4,2$  mm o alambre n° 11; 2) Maestra (ver cuadro); 3) Estructura; 4) Listones de envarillado (ver cuadro); 5) Metal desplegado (peso  $\geq 400$  g/m<sup>2</sup>); 6) Terminación (yeso).

**TABLA 11.3. ESCUADRÍA Y SEPARACIÓN PRÁCTICA PARA CIELOS RASOS SUSPENDIDOS**

Listones de envarillado	Tensor	Vigas maestras
1" x 1" (cuadritos) 1" x 1 1/2" 1" x 2"	c/0,25 o 0,30 m	c/0,60 m
		1" x 1" Lm $\leq 0,70$ m
		1" x 2" Lm $\leq 0,90$ m
		1" x 3" Lm $\leq 1,50$ m
		1" x 4" Lm $\leq 2,00$ m
		1" x 6" Lm $\leq 3,50$ m
Lm = luz maestra.		



**Fig. 11.5. Cielo raso armado suspendido con estructura de hierro (vista desde la estructura sostén hacia abajo).**

1) Muro; 2) Tensores de hierro redondo  $\varnothing 6$  mm,  $\varnothing 4,2$  mm o alambre n° 11 (separación ver tabla); 3) Metal desplegado (peso  $\geq 400$  g/m<sup>2</sup>); 4) Varilla maestra de acero de alta resistencia (ver cuadro); 5) Envarillado transversal ( $\varnothing 6$  sep. máx 0,25 m).



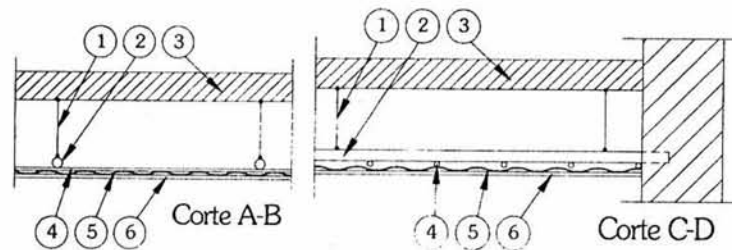


Fig. 11.6. Cielo raso armado suspendido con estructura de hierro, corte A-B y C-D.

1) Tensores de hierro redondo  $\varnothing$  6 mm,  $\varnothing$  4,2 mm o alambre N° 11; 2) Varilla maestra de acero de alta resistencia (ver cuadro); 3) Estructura; 4) Envarillado transversal ( $\varnothing$  6 sep. máx 0,25 m); 5) Metal desplegado (peso  $\geq$  400 g/m<sup>2</sup>); 6) Terminación (yeso).

Varilla maestra	Separación tensor
$\varnothing$ 6 mm	$L_m \leq 0,50$ m
$\varnothing$ 8 mm	$L_m \leq 0,60$ m
$\varnothing$ 10 mm	$L_m \leq 0,70$ m

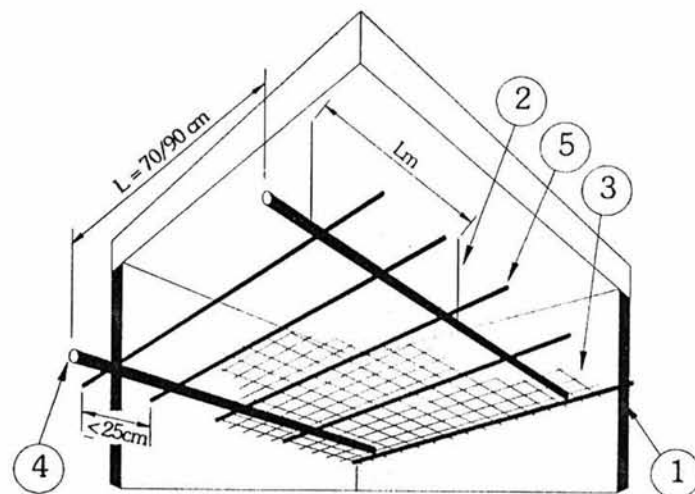


Fig. 11.7. Cielo raso armado suspendido con estructura de hierro.

1) Muro; 2) Tensores de hierro redondo  $\varnothing$  6 mm,  $\varnothing$  4,2 mm o alambre N° 11; 3) Metal desplegado (peso  $\geq$  400 g/m<sup>2</sup>); 4) Varilla maestra de acero de alta resistencia (ver cuadro); 5) Envarillado transversal ( $\varnothing$  6 sep. máx 0,25 m).

### 11.2.2. MEDICIÓN

Se hará la clasificación conforme con las categorías que indique la planilla de locales. La unidad de medida será en todos los casos el metro cuadrado.

El trabajo consiste en esencia, en una suma de superficies, cuya determinación ha sido previamente indicada sobre los planos mismos (de replanteo), dentro del área correspondiente a cada local. Esta medición servirá de base también a la de pinturas de cielos rasos.

La moldura que identifica al cielo raso con el muro forma parte del primero y se la considera incluida en la medición cuando es sencilla, pero debe ser medida independientemente cuando es de ejecución complicada. En algunos cómputos, estas mediciones figuran en un capítulo especial (yesería).

Cuando se las mida, se lo hará según su real desarrollo, ya que en tal forma será cobrada por la mano de obra.

Los cielos rasos casetonados se miden de muy variadas maneras: por la superficie en planta del local, por el desarrollo perimetral de los casetones (ml), por casetones, o por alguna otra forma convencional. Cuando no se disponga de detalles del casetonado, es conveniente ajustarse solamente a la superficie del ambiente.

En el estudio de este rubro hay que tener en cuenta que los planos no siempre indican en cuáles lugares se colocará cielo raso armado, ya que esta estructura surge muchas veces de una necesidad constructiva que no ha sido prevista en el proyecto. Aquí, el criterio y los conocimientos del operador deberán ubicar esa necesidad donde corresponda. Así ocurre, por ejemplo, con los cielos rasos de placares, falsas vigas, desagües sanitarios, taparrollos<sup>1</sup>, etc.

Deben considerarse incluidos en la medición todos los elementos de la infraestructura metálica o de madera que forman el sostén. Hacen excepción a la regla, las armaduras de cielos rasos de mucha extensión, que por sus características puedan constituir una estructura resistente de importancia, comprendida en el capítulo 8, "Estructuras de hierro", o capítulo 9, "Estructuras de madera".

Digamos, finalmente, que la suma total de cielos rasos debe verificarse con la suma total de pisos bajo techo y/o contrapisos; guardando también

<sup>1</sup> El taparrollo debería tener un largo igual al lado del local sobre el que está aplicado, aunque el vano abarque solamente una fracción de ese lado.



cierta relación con la superficie cubierta del edificio. Los artículos n<sup>os</sup> 31 a 36, del capítulo IV, "Revoques, enlucidos y cielos rasos", fijan el criterio de la DNA para cielos rasos, como los otros artículos para el resto de los trabajos (Ver CD).

#### **11.2.2.1. Forma de medición para los trabajos de yesería que aplica el Centro de Empresarios Yeseros**

##### **a) Cielos rasos:** horizontales, armados y aplicados.

Se medirán por su centro de pared a pared, sin descontar molduras, taparrollos, vigas, medias vigas (armadas o aplicadas), curvas, ochavas, ni aberturas (con excepción de aquellas que excedan de los seis metros cuadrados [6 m<sup>2</sup>] de superficie libre).

Los cielos rasos cuyo lado menor sea inferior a un metro, se medirán por metro lineal, computándose como mínimo un metro cuadrado.

##### **b) Paredes**

Se tomará el perímetro total de las mismas por la altura, desde el nivel del piso a fondo de cielo raso, sin descontar molduras, taparrollos, zócalos, medias vigas ni aberturas, con excepción de aquellas que excedan los seis metros cuadrados de superficie libre. En aberturas con marcos se computará su superficie libre tomando las medidas de los lados exteriores de dichos marcos.

De las aberturas que excedan de seis metros cuadrados, y tengan su perímetro enyesado parcial o totalmente se descontará únicamente el 50% del total de su superficie libre.

Las paredes cuyo lado menor sea inferior a un metro, se medirán por metro lineal, computándose como mínimo un metro cuadrado.

##### **c) Aristas en general**

Las mismas serán medidas por separado por metro lineal, en todos los casos; por ejemplo: vigas contra pared, vigas centrales, mochetas, pilares, frentes armados, etc., incluso las que se encuentran dentro de los placares. En las que no lleguen al metro lineal, se computarán como mínimo un metro.

##### **d) Taparrollos**

Hasta un metro de desarrollo se medirán por metro lineal; pasando de un metro de desarrollo se medirán por metro cuadrado.

Los taparrollos que no sean armados de pared a pared serán medidos por su frente con un recargo de un metro por cada extremo libre que tengan.

##### **e) Vigas, pilares y frentes armados**

Los de hasta un metro de desarrollo se medirán por metro lineal; pasando de un metro de desarrollo se medirán por metro cuadrado.

##### **f) Vigas centrales, armadas o aplicadas**

Se medirá cada frente por metro lineal; cuando el mismo no sea mayor a un metro de altura, pasando de un metro, se medirá cada frente por metro cuadrado. En todos los casos las aristas se medirán aparte.

##### **g) Molduras**

Se medirán por metro lineal. En todos los ambientes que tengan más de cuatro perfiles, los excedentes se computarán, cada uno de ellos, como un metro lineal de moldura.

El mismo criterio se adoptará para las faias sobre revestimientos.

##### **h) Gotera en taparrollos**

Se medirá por metro lineal.

##### **i) Moldura para luz difusa**

Hasta un metro de desarrollo se medirá por metro lineal; pasando de un metro de desarrollo se medirá por metro cuadrado. El desarrollo se medirá en su parte interior y exterior desde la intersección con el cielo raso hasta la intersección con la pared.

En los ambientes que tengan más de cuatro perfiles, se computarán, cada uno de ellos, como un metro lineal de moldura.

En las molduras que no lleguen de pared a pared, se medirá cada extremo libre como un metro de moldura.

##### **j) Louvers armados y huecos en cielo raso armado**

En todos los casos se medirán por metro lineal de abertura y se computará como mínimo un metro.

##### **k) Caja de escalera y paliers**

1) *Cielos rasos de paliers:* Se medirán igual que los cielorrasos aplicados o armados, según corresponda.

- 2) *Cielos rasos de rampante*: Se medirán el ancho por el largo total del mismo, desarrollando la cinta por el medio del rampante; cuando su ancho no llegue al metro, se medirá por metro lineal.
- 3) *Limón*: Se medirá por metro lineal.
- 4) *Baranda*: Se medirá cada cara por metro lineal; cuando su altura no sea mayor de un metro, pasando el metro se medirá por metro cuadrado.
- 5) *Paredes*: Se tomará el perímetro total por la altura desde la losa del piso más alto hasta el nivel del piso más bajo.
- 6) *Arista*: Se medirá por metro lineal, incluyendo la del limón.

Para mayor información consultar apéndice III, "Cielos rasos", tabla "Cielo raso armado con metal" y "Cielo raso armado con estructura de madera"; y "Análisis de precios", planilla "Revoques" y "Yesería y cielos rasos" (ver CD).

### 11.2.3. CONSUMOS Y RENDIMIENTOS PRÁCTICOS EN OBRA

Dichos valores, en general, son variables, dependiendo del tipo de trabajo, calidad de la mano de obra y estado de las superficies a enyesar. No obstante daremos tentativamente, cifras medias para yesos comerciales de primera calidad.

a) Para enlucido de un espesor promedio de 5 mm, el consumo es de 5 kg/m<sup>2</sup>, tanto para paredes revocadas, tabiques de H°A° y cielos rasos aplicados en losas.

b) En cambio para paredes de ladrillo hueco, sin revocar, requieren entonces un engrosado previo de "cal fina" (yeso cal), y un posterior enlucido de yeso, lo que habilita un consumo medio entre 6 y 8 kg/m<sup>2</sup>.

c) Los cielos rasos armados en general, llevando metal desplegado común, requieren para su engrosado de "cal fina", más el enlucido de yeso: 12 a 14 kg/m<sup>2</sup>. Ídem las cajas taparrollos de cortinas de enrollar.

d) En cuanto a los rendimientos de la mano de obra, éstos son muy variables, dependiendo no sólo de la calidad de la mano de obra, sino también de la forma de pago por jornal o destajo y de la propia organización empresarial (plan de trabajo, equipamiento, etc.). Por lo cual dichos valores surgen de la propia experiencia del computista con las estimaciones anteriores.

## 12. SOLADOS

### 12.1. GENERALIDADES

El conjunto piso-contrapiso, y obviamente su mortero de asiento, constituye lo que se llama un solado, siendo éste según la definición IRAM, "el revestimiento del suelo natural, o el superior de un entrepiso, o azotea". Cuando se lo construye con destino al tránsito de vehículos recibe el nombre de pavimento.

El piso es un trabajo de terminación: su misión esencial es la de formar una superficie de desgaste, apta para la circulación. El contrapiso, en cambio, forma parte de la obra gruesa, y colocado inmediatamente por debajo de aquél llena la finalidad fundamental de alcanzar un nivel determinado; por tal, las normas IRAM definen también al contrapiso como "la base de un solado que se apoya directamente sobre suelo natural o forjado".

### 12.2. TIPOS DE PISOS

Ahora bien, como los contrapisos y los morteros de asiento ya fueron abordados en el capítulo 6, "Morteros y hormigones", nos referiremos exclusivamente a los pisos.

La resistencia a la abrasión e impactos es la propiedad que define la bondad de un piso. Cumplirá además las siguientes condiciones: horizontalidad y lisura, higiene, homogeneidad y aspecto estético. En algunos casos puede exigirse que tenga algunas otras condiciones especiales, conforme

con su destino (antiácido, antichisposo, antideslizante, duro, atérmico, asonoro, etc.).

Pueden ser clasificados con arreglo a alguno de los siguientes criterios:

- a) tipo y calidad de los materiales;
- b) métodos de ejecución;
- c) trabajos de terminación.

La lista de materiales posibles para la ejecución de pisos es amplia y aumenta cada vez más, a medida que adelanta la industria de su producción. Hagamos a título informativo un resumen rápido de los más conocidos, para completar la información sumaria que hacemos en este capítulo.

a) *Pisos de madera:* Se usan tablas, preferentemente de 3" de ancho por 1/2", 3/4" y 1" de espesor. Cuando son "largas", se tiene un entablado o enlistonado; si son "cortas", un parquet, y un poco mayores el entablado tarugado. Todas pueden disponerse formando dibujos.

Las maderas como viraró y lapacho son aptas para entablonados; el roble eslabonia, guatambú y eucalipto, para parquet; supletoriamente se usa el caldén, incienso, viraró, etc., de origen nacional. En cuanto al entablado tarugado (actualmente de uso frecuente), se utiliza lapacho, virapita, pinotea, etc.

Los entablados enlistonados se colocan sobre tirantería (en franco desuso). En planta baja los tirantes se apoyan sobre pilares de mampostería (figura 12.1). Fue el piso más difundido de fines del siglo XIX, y durante todo el primer tercio del siglo XX.

El parquet en cambio se clava sobre entablado o rastreles (figura 12.4); con adhesivo sobre bastidor madera, o clavado y pegado sobre carpeta por medio de clavos y mastic asfáltico (figura 12.2).

El tipo entarugado es el que muestran las figuras 12.5 y 12.6; se atornilla sobre la alfajía amurada a la carpeta, que luego se tapona con la misma madera o con otra distinta (taponado).

El parquet viene también preparado en baldosas para colocar con adhesivo sobre carpeta cementicia (tipo *bar-lay*). Es más económico ya que se confecciona con los retazos de la fabricación de los otros tipos (figura 12.3).

**Nota:** Estos tipos son presentados esquemáticamente, a los efectos de que el computista tenga en cuenta todos los elementos que lo integran. Aconsejamos consultar a los respectivos fabricantes acerca de las dimensiones y las características técnicas.

b) *Pisos de piedras naturales:* Los conocidos son: de lajas, pórfido, granito y mármol. Los primeros, para terminaciones rústicas y ornamento de jardín. Los otros, por sus características, pulidos o lustrados, son terminaciones de gran lujo. Para superficies de mucho tránsito, el granito sin lustrar y el pórfido son las piedras ideales. Se colocan sobre contrapiso común y morteros de asiento tradicional o adhesivos de capa fina.

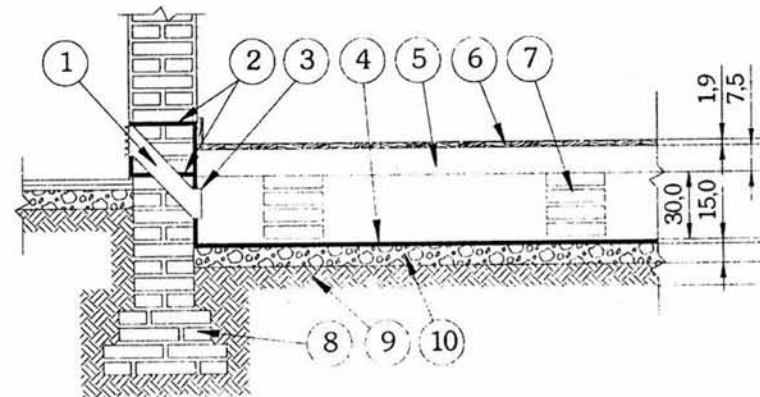


Fig. 12.1. Piso de madera machimbrada (pinotea).

La figura muestra la cámara de aire entre el piso y el suelo. (Actualmente está en desuso, no obstante, lo registramos a los efectos de algunos reciclajes.)

1) Ventilación al exterior; 2) Capa aisladora horizontal; 3) Capa aisladora vertical; 4) Aislamiento de concreto sobre contrapiso (corre bajo los pilares); 5) Tirante de pinotea (rastrel apoyado); 6) Tablas de pinotea machihembradas; 7) Pilar de albañilería; 8) Fundación de mampostería; 9) Terreno natural; 10) Contrapiso de 6 a 8 cm.

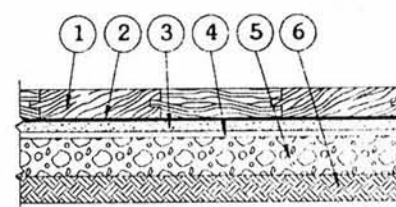


Fig. 12.2.

1) Parquet tradicional; 2) Asfalto plástico; 3) Carpeta clavable; 4) Capa hidrófuga; 5) Contrapiso; 6) Terreno natural.

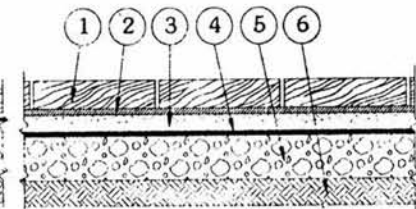


Fig. 12.3.

1) Parquet simple (*bar-lay*); 2) Adhesivo vinílico; 3) Carpeta cementicia; 4) Capa hidrófuga; 5) Contrapiso; 6) Terreno natural.

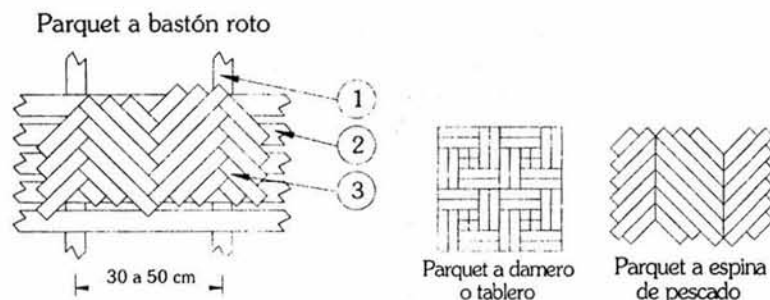


Fig. 12.4. Colocación parquet (variante).

1) Rastreles 3" x 3"; 2) Alfajías 1" x 4";  
3) Parquet.

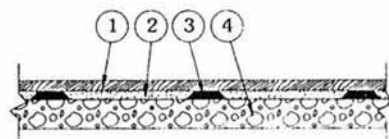


Fig. 12.5.

1) Listón solado; 2) Carpeta; 3) Alfajía;  
4) Contrapiso.

c) *Pisos monolíticos (fundidos en obra)*: Pueden ser de varios tipos: material granítico reconstituido (mortero de cemento común o blanco, con agregado de granulado granítico o de mármol, etc.), que admite el pulido y el lustrado; concretos de cemento y arena (alisados al cemento con cucharín o rodillados, eventualmente, con agregado de viruta metálica, y/o endurecedores). Pisos asfálticos, de hormigón estampado (tratados superficialmente con endurecedores) y muchos otros, algunos protegidos por patentes. Todos ellos se ejecutan sobre contrapiso común (consultar fabricante).

d) *Pisos premoldeados*: Son las baldosas, baldosones y mosaicos, fabricados con material granítico reconstituido, cemento comprimido y hormigón; los cerámicos comunes, esmaltados, porcelanato, ladrillos comunes o de máquina, baldosas de azotea, etc. Se colocan con mezcla de asiento sobre contrapiso común. Algunos van sobre lecho de arena, como los intertrabados de hormigón.

Forman parte también de esta categoría todos los productos de procedencia industrial, de la más variada calidad y elaboración (goma, linóleo, alfombras, baldosas vinílicas, etc.).

**12.2.1. RESUMEN GENERAL DE TIPOS DE PISOS** (que en la actualidad provee el mercado y a simple título informativo).

- a) Pisos de linóleo en baldosas o rollos;
- b) pisos vinílicos (resina PVC), baldosas semiflexibles o en rollos homogéneos o heterogéneos para alto tránsito;
- c) piso de goma para alto tránsito;
- d) piso técnico elevado (pasaje de redes, instalaciones);
- e) piso de material sintético (PVC);
- f) piso laminado de alta resistencia (tablas), piso flotante melamínico, no se clava ni se pega, va sobre una manta de polietileno de 2 mm; las tablas a su vez se pegan entre sí con cola vinílica;
- g) pisos impresos de H° (*in situ*) coloreados y estampados s/moldes y/o texturas (pavimentos y pisos interior/exterior);
- h) pisos alisados, antideslizantes y pastinados de H° c/fibras de propileno (fraguado *in situ*);
- i) piso de poliuretano-cemento (piso fluido monolítico resistente a ácidos orgánicos e inorgánicos, álcalis y sales);
- j) pisos industriales cerámicos gresificados (cerámico extruido y vitrificado, gres no esmaltado vitrificado);
- k) baldosones de piedra lavada (superficie rústica de piedras trituradas, canto rodado, etc.) y pastinas de fondo de variados colores;
- l) placas compactas para pisos (masa homogénea de granitos naturales triturados, polvo de mármol y cemento estructurales);
- m) pisos intertrabados de adoquines de H° compacto;
- n) pisos intertrabados de adoquines de H° calados (drenaje, diseño paisajístico);
- o) pavimento de cementos asfálticos;
- p) endurecedores químicos. líquidos superficiales (sellan y densifican pisos de H° dándole brillo y mejorando su impermeabilidad);
- q) endurecedores superficiales en polvo c/agregado minerales y metálicos s/hormigón fresco.

**Nota:** El porcelanato es un gres porcelánico fino no esmaltado; también hay un gres porcelánico esmaltado (monococción), llamado enduro (producto importado).



### 12.3. TIPOS DE CONTRAPISO

Pueden ser clasificados teniendo en cuenta algunos de los siguientes factores:

a) Por su espesor, sobre terreno natural nunca menor a 0,15 m, en cambio sobre losa tienen un espesor medio de 0,08 m; y en muebles de cocina, roperos, etc., pueden tener distintos espesores según convenga; pero en baños, deben tener espesor suficiente para ocultar el desagüe de los artefactos (no menos de 0,20 m).

b) Por el tipo de piso al que servirán de base (en las figuras pueden verse algunos); se recomienda consultar al fabricante.

c) Por su función (relleno, aislación térmica, acústica, etc.).

La composición más corriente para contrapisos es la que corresponde a un hormigón pobre (capítulo 6, "Morteros y hormigones"). En pisos altos, con el objeto de lograr aislación térmica y/o acústica, se emplean morteros de pómez, o elementos de procedencia industrial como la arcilla expandida, lava volcánica, etc.

#### 12.3.1. MEDICIÓN

Sería aconsejable dar por incluido el contrapiso en la medición del solado, y a esta norma conviene ajustarse en los cálculos a realizar. Pero en cuanto a proyectos conviene estudiarlos por separado, dado que las características del contrapiso pueden cambiar, no sólo por el destino de los locales, sino también por la ubicación de los mismos. Todo lo que digamos a continuación vale para las dos estructuras cuando no se indique otra cosa.

La unidad de medida será en todos los casos el metro cuadrado. Las cubiertas de azoteas, con sus correspondientes contrapisos, quedan expresamente excluidas de estas mediciones, correspondientes al capítulo 10, "Techos".

En la preparación del presupuesto deben ser discriminadas en ítems distintos, todas las categorías que señale la planilla de locales. También conviene presentar por separado los trabajos de terminación (pulido, lustro).

Los totales se obtienen por suma de las superficies de cada ambiente, cuyas áreas han sido previamente anotadas sobre el plano mismo (capítulo

lo 1, "Técnicas del computo". Las dimensiones se tomarán entre paramentos revocados, sin descontar el espesor de los zócalos (es decir las dimensiones de planta que indiquen los planos). Para mediciones conforme a obra, véase lo que establecen las normas oficiales DNA, capítulo VI, "Solados y revestimientos", artículo n° 43 a 47 (ver CD).

El cómputo debe ser tanto más cuidadoso cuanto mayor sea el costo del solado. No deben olvidarse placares, muebles de cocina, locales bajo escaleras, etc. Los primeros llevan generalmente la misma terminación del ambiente al que corresponden.

Como medio de contralor, debe verificarse que la suma de pisos coincida con la de contrapisos y la suma de pisos bajo techo sea igual a la de cielos rasos, etc. Hay además, cierta relación de dependencia entre la suma total de solados y la superficie cubierta de la edificación.

### 12.4. ZÓCALOS Y CORDONES, UMBRALES Y SOLIAS

Éstos son elementos accesorios del piso o forman parte del mismo, y deben ser computados por separado.

Los zócalos, que identifican al piso con el muro y protegen a éste contra el rozamiento de muebles y elementos de limpieza, se computan por metro lineal. Se tomará el perímetro de cada local en la forma en que se lo hizo para revoques, es decir sin descontar aberturas, las cuales serán agrupadas por separado y descontadas con una sola operación de resta.

En las viviendas de pequeña superficie no se acostumbra a operar este descuento, que tiene en definitiva muy poca influencia. Pero habrá que hacerlo en grandes construcciones para tener resultados correctos, acorde a los montos invertidos.

La vinculación entre dos niveles distintos, de escasa diferencia de altura, se hace por medio de un *umbral*, y la separación de pisos distintos, al mismo nivel, se hace por intermedio de una *solía*. Para medirlos no hay normas oficiales y en la práctica privada se aplican tres criterios distintos: por unidad (unid.), por metro lineal (ml) o por metro cuadrado (m<sup>2</sup>). Nosotros nos ajustaremos a la siguiente norma: medir por metro lineal, nunca por unidad. En cuanto a umbrales y solias de mármol, deben ser medidos conforme con lo que se dice en el capítulo correspondiente (DNA, capítulo X "Marmolería y enchapados de piedra", artículo n° 88, ver CD).

La diferencia de nivel entre la vereda y el pavimento de la calle se salva con el cordón. Los cordones irán computados por metro lineal. Es



corriente que este elemento figure incluido en la medición de las veredas. Para los casos en que se compute el cordón, se tomará como ancho de vereda el que resulte de medirla desde el filo interior del cordón. Para escaleras véase el capítulo VI, "Solados y revestimientos", artículo n° 47 (DNA, ver CD).

## 12.5. PAVIMENTOS

En la construcción de edificios suele ser necesario, ocasionalmente, valorar el pavimento de calzadas –playas de maniobra o estacionamiento, garajes, accesos viales, etc.–. Para esas circunstancias se transcriben algunos datos de interés, relativos al suelo cemento, pavimentos articulados y superficies bituminosas.

En su forma más compleja, un pavimento está formado por varias capas superpuestas, ejecutadas luego de un tratamiento especial de compactación del suelo de asiento (*sub-rasante*), con eventual aporte de suelos seleccionados. Sobre esta *sub-rasante* se apoya la *sub-base*, generalmente de material granular para que funcione como drenaje, y sobre ésta la *base*, de suelos seleccionados, para asiento del pavimento propiamente dicho.

Salvo en aquellos casos en que la calzada resulte confinada entre edificios, o situaciones similares, la base y la sub-base ocuparán una superficie mayor que el pavimento. En este caso, el cómputo debe hacerse por separado para cada uno de tales elementos: a) *sub-rasante*; b) *sub-base*; c) *base* y d) pavimento propiamente dicho.

### 12.5.1. SUELO-CEMENTO

La estabilización de suelos naturales con cemento pórtland normal, produce superficies aptas para el tránsito o útiles como base de pavimentos superiores, y que también pueden ser usadas como revestimiento en la construcción de canales y cisternas, protección de taludes, etc. El suelo para la mezcla será preferiblemente el mismo que se extraiga de la obra; si éste no sirviera se lo tomará de préstamos próximos.

Las proporciones se expresan como relación de volúmenes del cemento a la mezcla compactada (es decir, perfil de la obra terminada). En esas condiciones, el consumo de cemento por metro cuadrado, es igual a 0,15 kg por cada centímetro de espesor y cada 1%; así, una mezcla al 7% y 10 cm de espesor necesita  $0,15 \times 7 \times 10 = 10,5$  kg de cemento por me-

tro cuadrado. Para facilitar el cálculo, se da la tabla 12.1, publicada por el Instituto del Cemento Pórtland Argentino, en su manual de pavimentos de suelo-cemento.

TABLA 12.1. PAVIMENTOS DE SUELO-CEMENTO  
CANTIDAD DE CEMENTO A DISTRIBUIR POR METRO CUADRADO

% de cemento en volumen	Espesor compactado en cm									
	10		12		15		18		20	
	kg	Bolsa	kg	Bolsa	kg	Bolsa	kg	Bolsa	kg	Bolsa
4	6,0	0,12	7,2	0,144	9,0	0,180	10,8	0,216	12,0	0,240
5	7,5	0,15	9,0	0,180	11,3	0,225	13,5	0,270	15,0	0,300
6	9,0	0,18	10,8	0,216	13,5	0,270	16,2	0,324	18,0	0,360
7	10,5	0,21	12,6	0,252	15,8	0,315	18,9	0,378	21,0	0,420
8	12,0	0,24	14,4	0,288	18,0	0,360	21,6	0,432	24,0	0,480
9	13,5	0,27	16,2	0,324	20,3	0,405	24,3	0,486	27,0	0,540
10	15,0	0,30	18,0	0,360	22,5	0,450	27,0	0,540	30,0	0,600
11	16,5	0,33	19,8	0,396	24,8	0,495	29,7	0,594	33,0	0,660
12	18,0	0,36	21,6	0,432	27,0	0,540	32,4	0,648	36,0	0,720
13	19,5	0,39	23,4	0,468	29,3	0,585	35,1	0,702	39,0	0,780
14	21,0	0,42	25,2	0,504	31,5	0,630	37,8	0,756	42,0	0,840
15	22,5	0,45	27,0	0,540	33,8	0,675	40,5	0,810	45,0	0,900
16	24,0	0,48	28,8	0,576	36,0	0,720	43,2	0,864	48,0	0,960

En ella puede verse, además, el consumo en bolsas, dato utilísimo cuando se usa la técnica de repartir las bolsas sobre la tierra para su ulterior rotura y mezcla.

Vialidad Nacional especifica sus mezclas de suelo-cemento por porcentajes en peso. Para el caso de revestimientos protectores de superficies, fija un 10% de cemento en la mezcla.

Por último, cabría rescatar el uso de suelo-cemento (suelo estabilizado), para la fabricación de ladrillos y/o paneles aptos para las construcciones civiles; otras de las tantas tecnologías apropiadas olvidadas por nuestras escuelas técnicas y/o facultades.

### 12.5.2. PAVIMENTO ARTICULADO

Se trata de bloques de hormigón premoldeados, cuya disposición una vez terminado el solado, toma el aspecto de un nido de abejas (sin que esto excluya otras formas). Los costados de estos bloques, están conformados de tal suerte que se traban unos con otros, contribuyendo a un trabajo casi monolítico del conjunto. Se colocan sobre lecho de arena, de más o menos 4 cm de espesor, y éste sobre una base de suelo de cemento, para cuyo

curado se aplica un riego asfáltico. Un metro cuadrado de bloques de 25 cm (medidos en caras paralelas) lleva 17 piezas y tiene algo más de 7 metros lineales de juntas (figura 12.7). Se suministran cordones para terminar los contornos del pavimento y medios bloques para mejorar el contacto con aquéllos.

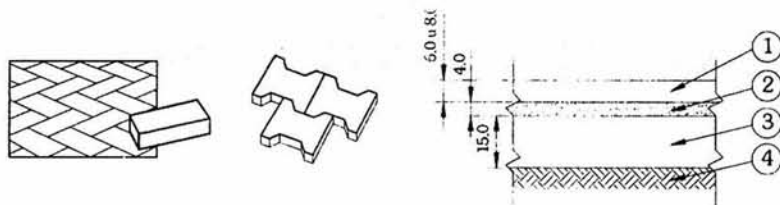


Fig. 12.7.

1) Pavimento articulado; 2) Manto de arena; 3) Suelo-cemento; 4) Suelo entoscado según estudio de suelo.

### 12.5.3. PAVIMENTO ASFÁLTICO

Las operaciones más sencillas —llamadas *tratamientos*— consisten en un riego de material bituminoso, seguido por la distribución de una capa de agregado pétreo.

Según que esta operación se haga una, dos o tres veces, se tienen el *tratamiento simple*, *doble* o *triple*. Todos ellos se terminan con un riego final de material bituminoso. Equipo necesario: distribuidor de asfalto, camión volquete con distribuidor de áridos, aplanadora, rodillo neumático y rastra. Como material bituminoso se usan los asfaltos diluidos (asfaltos disueltos en hidrocarburos volátiles) y las emulsiones asfálticas (asfalto suspendido en agua).

En la tabla 12.2, se dan las cantidades necesarias de materiales bituminosos y agregados necesarios para cubrir un metro cuadrado de pavimento, con datos resumidos del pliego de la DNV.

Las *carpetas*, trabajos de gran calidad, consisten en distribuir mezclas de material bituminoso y agregados, las cuales se apisonan. De la tabla 12.3 pueden tomarse los datos de consumo.

En la tabla figura también el *macadam a penetración*, que consiste en distribuir agregado pétreo grueso, sobre el que se aplica un riego de mate-

rial bituminoso, seguido de la distribución de agregados intermedios, finos y de sellado, entre los cuales se efectúan dos aplicaciones de material bituminoso.

Se advierte que los datos de estas tablas son solamente informativos en lo que respecta a los tipos 1, 2 y 3, ya que el pliego de vialidad exige, en cada caso, el proyecto de la mezcla.

TABLA 12.2. TRATAMIENTOS BITUMINOSOS  
CONSUMO EN LITROS POR METRO CUADRADO

Tipo de tratamiento	Material bituminoso	Pedregullo	Material bituminoso	Grava
1. Imprimación	0.6 a 1.5			
2. Sellado	0.8 a 1.6			
3. Simple	0.7 a 1.1	3 a 7	0.8 a 1.6	3 a 7
4. Doble		8 a 12	0.6 a 1.0	6 a 10
1°. Aplic.	1.0 a 1.2		1.0 a 1.2	
2°. Aplic.	1.6 a 2.2	20 a 22 G	1.5 a 1.9	17 a 19 G
5 Triple		3 a 5 F		3 a 5 F
1°. Aplic.	1.3 a 1.5		1.3 a 1.5	
2°. Aplic.	1.0 a 1.3	22 a 24 G	1.0 a 1.3	22 a 24 G
3°. Aplic.	1.4 a 2.0	7 a 9 I	1.7 a 2.4	7 a 9 I
Riesgo adicional*	0.5 a 0.7	3 a 5 F	0.5 a 0.7	3 a 5 F

\* Se agrega como operación final a los tratamientos simple, doble y triple.  
G, I y F, se refieren a la granulometría del agregado (grueso, intermedio y fino).

TABLA 12.3. CARPETAS BITUMINOSAS

Tipo de carpeta	Material bituminoso	Agregado pétreo
1. Mezcla en el camino	0.95 a 1.85 kg	19 a 23 kg
2. Mezcla en planta		
Riego de liga	0.50 a 0.70 l	
Mezcla	0.85 a 1.85 l	19 a 23 kg
3. Concreto asfáltico		
Riego de liga	0.50 a 0.70 l	
Mezcla	0.85 a 1.85 l	19 a 23 kg
4. Macadam a penetración		
1°. Aplicación	5.5 a 7.50 l	57 a 65 l G
2°. Aplicación	1.3 a 2.40 l	9 a 14 l I
3°. Aplicación	0.9 a 1.80 l	5 a 8 l F
Sellado		3 a 5 l F

En los tipos 1 a 3 la mezcla produce aproximadamente un metro cuadrado de 1 cm de espesor.

En los tipos 4 produce un metro cuadrado de 5 cm de espesor. Las mezclas están expresadas por su relación en peso.

# 13. REVESTIMIENTOS, SILLERÍA Y MARMOLERÍA

## 13.1. REVESTIMIENTOS

Según IRAM, *revestimiento* "es el material de construcción que cubre la obra gruesa".

Hemos señalado que cuando la superficie de terminación de un muro está formada por piezas independientes del mismo, se tiene un revestimiento. Sus funciones pueden ser una o varias de las que continuación se indican:

- a) Protección hidráulica de muros y tabiques;
- b) aislación térmica, acústica e ignífuga de locales;
- c) reflexión o absorción de la luz (según convenga);
- d) ornamento, y otras funciones especiales.

En principio, un revestimiento satisface todas las funciones que corresponden a los revoques, en un plano superior de calidad. De esta multiplicidad de funciones se deriva una gran cantidad de productos, procedentes de los más diversos procedimientos industriales (materiales artificiales), o materiales de origen natural, destinados a llenar las necesidades técnicas o económicas de las distintas categorías de edificios.

quiera dar, pueden ser tratadas por roce (pulido, lustrado), o por percusión (martinado), por fuego (fiamatado), etc. Son materiales aptos para elaboración artística.

Se vinculan a la pared por medio de grapas fuertemente empotradas, o por brocas, dejando entre el paramento y la piedra un vacío, que posteriormente se llena con morteros ricos en cemento (colada).

b) *Revestimientos de piedras artificiales*: Paños de material granítico reconstituido o mosaicos del mismo material, premoldeados. Se aplican sobre el revoque grueso con mezcla de asiento tradicional o de capa fina.

Las juntas pueden ser abiertas o cerradas: en ambos casos se las sella con pastina. Si las juntas verticales se corresponden sobre una misma línea, el revestimiento recibe el nombre de "a junta recta", si por el contrario se presentan alternadas, se lo llama "a junta trabada". Las piezas especiales para cerrar ángulos entrantes o salientes, cornisas, medias cañas, etc., reciben en conjunto el nombre de "piezas de acordamiento".

c) *Revestimientos cerámicos*: Baldosas coloradas (cerámica común), gres cerámico esmaltado, mayólicas y azulejos (cerámica vitrificada), porcelanato, etc.

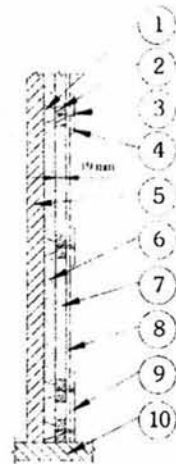


Fig. 13.1. Detalle en corte indicativo de un bastidor para revestimientos rígidos.

1) Taco embutido para fijar bastidor; 2) Bastidor horizontal de 2" x 3/4" o 3" x 3/4" (para apoyo borde del revestimiento); 3) Tornillo; 4) Cubre-junta de madera; 5) Pared de mampostería u hormigón; 6) Revoque reforzado; 7) Bastidores verticales c/30 cm de 2" x 3/4" o 3" x 3/4" (idem bastidor horizontal); 8) Revestimiento; 9) Zócalo de madera; 10) Solado.

Las mayólicas por regla general, combinan colores y dibujos de carácter artístico. Los azulejos antes, y hoy los cerámicos esmaltados y/o porcelanato (gres porcelánico fino no esmaltado), son preferidos para revestimientos de baños; el tamaño más usado para ambos es de 20 x 20 cm. Se colocan con mezcla de asiento sobre revoque grueso, con junta abierta o cerrada, recta o trabada, con o sin piezas de acordamiento, y actualmente, se pueden aplicar con adhesivos de capa fina, sobre revoque reforzado y aplomado.

El llamado pentagrés de 5 x 5 cm (de gres cerámico), viene pegado en el frente con planchas de papel resistente, que se retiran 24 h después de colocadas. Estos revestimientos no admiten ulterior tratamiento superficial.

d) *Revestimientos de material vítreo*: No se diferencian de los b) y c) por su colocación. Tampoco admiten tratamiento posterior de superficie. El llamado "a la veneciana" viene en pequeños panecitos de 2 x 2 cm, pegados sobre papel, que se despegan luego de colocarlo. Hay una variante, el llamado mosaico veneciano "venecita" (no es gres), que se comercializa en panes de 2 x 2 cm y 2.5 x 2.5 cm.

e) *Revestimientos independientes*: Se los llama enchapados y los materiales más usados son: madera, tableros duros de fibra de madera (*hard-board*, *chapadur*), chapas de fibra prensada o mineralizada, madera aglomerada, etc. (suelen englobarse dentro de los llamados revestimientos rígidos); actualmente, es mucho más amplia la oferta del mercado, especialmente en la línea de sintéticos y no ferrosos.

Puede decirse que para revestimientos independientes y/o rígidos los métodos de colocación son dos:

1) *Por bastidores*: Amurado al paramento, se construye un marco de maderas verticales y horizontales, colocadas a la distancia que convenga, de tal manera que cada chapa queda vinculada al marco en todo su perímetro (ver figura 13.1). Si las chapas son muy grandes se colocan tirantes intermedios.

2) *Por pegado a los paramentos* (sobre revoques reforzados, aplomados y fieltrados) con adhesivos de "doble contacto".

*Nota*: En ambos sistemas de aplicación es conveniente dejar entre las placas pequeñas juntas de dilatación de ~ 2 mm, y asegurarse por supuesto, la no humectación del paramento, ya que luego afectaría al propio revestimiento.

### 13.1.2. RENDIMIENTOS

Para piedras y mármoles depende del troceo de las piezas. Trozos muy pequeños producen mayores desperdicios, lo mismo que labras muy complicadas.

Para baldosas, chapitas graníticas, azulejos, etc., la cantidad de piezas por metro cuadrado, depende como es obvio de las dimensiones de las mismas. El consumo de mortero puede obtenerse de la tabla 6.8, "Morteros usuales en solados y revestimientos", del capítulo 6.

El consumo de madera para la infraestructura de sostén queda determinado una vez que se conoce el tamaño y la disposición de las chapas; el ancho más corriente es 1,22 m.

### 13.1.3. MEDICIÓN

La unidad de medida es en todos los casos el metro cuadrado.

Quedan incluidas en la unidad, la infraestructura de los revestimientos independientes, así como también la mezcla de asiento, pastinas, etc., de los revestimientos aplicados. También conviene considerar al jaharro grueso dentro de esta medición, para simplificar el cómputo de revoques. Todas las piezas de acordamientos se suponen consideradas en la medición general.

Las llamadas piezas de embutir (jaboneras, portarrollos, etc.) van a integrar el presupuesto de obras sanitarias. De este capítulo quedan excluidos también, por su naturaleza especial, los trabajos de marmolería y piedras, que se verán más adelante.

En atención a su alto costo, los revestimientos se medirán por la superficie realmente ejecutada, descontando vanos e incorporando mochetas, costados de pilastras, etc. Debe evitarse la superposición de cómputo.

La altura se mide desde el borde superior del zócalo, cuando lo hay; es un dato que se toma de la planilla de locales. Pero para revestimiento de locales sanitarios es generalmente desde el nivel del piso con una altura media de 1,80 m. Ello, era considerando el convenio de medición establecido por SOCAMGL y P, que fijó alturas taxativas de 1,95 m y 1,80 m (aconsejamos su consulta), figs. 13.2, 13.3 y 13.4.

En el capítulo VI, "Solados y revestimientos", B) Revestimientos, los artículos n° 48 al 50 dan el criterio de las normas de la DNA (ver CD).

### 13.1.4. REVESTIMIENTOS PARA USO SANITARIO

El revestimiento impermeable tipo "sanitario", es forzoso en "paredes y pisos de los cuartos de baño, toilettes y locales análogos", cuando no se aplica otro tipo de protección. Así lo impone el Reglamento para las Instalaciones Sanitarias Domiciliarias, en donde se fijan dimensiones mínimas y materiales.

Su interpretación gráfica la hemos hecho en las figuras 13.2 a 13.4, donde las medidas se dan en metros.

Difícilmente se omita en los planos la indicación de estos revestimientos (generalmente de altura más generosa que los mínimos de la norma); el computista tendrá en cuenta que por debajo de estos mínimos no se puede pasar.

En cuanto a los materiales, autoriza una gran variedad de ellos, como ser:

a) revoques de un espesor mínimo de 0,01 m, con mezcla de una parte de cemento pórtland aprobado y dos de arena fina, prolijamente alisado con cemento puro (esta última operación requiere entre dos y tres kilogramos de cemento);

b) estucado o acabado de cualquier tipo sobre el revoque impermeable, indicado en el apartado a), sin el alisado;

c) mayólicas, azulejos, baldosas, mármol, granito u otros materiales impermeables, colocados en tal forma que, a juicio de la oficina, ofrezcan suficiente garantía de impermeabilidad.

d) pinturas impermeables especiales de tipo plástico, "azulejo líquido".

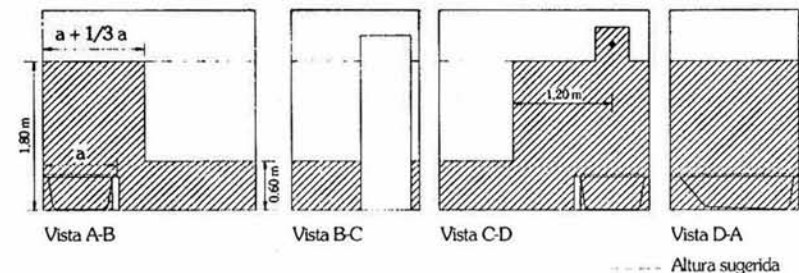


Fig. 13.2-a. Baño principal o secundario con bañera.



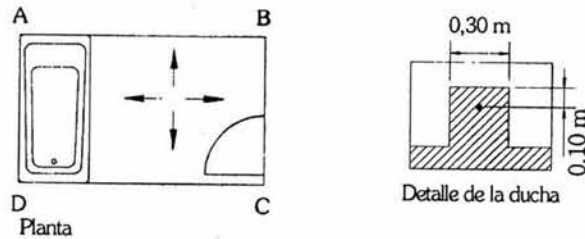


Fig. 13.2-b. Baño principal o secundario con bañera.

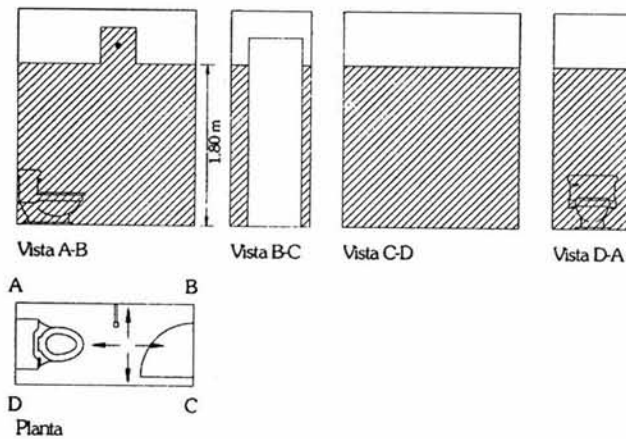


Fig. 13.3. Baño servicio con ducha.

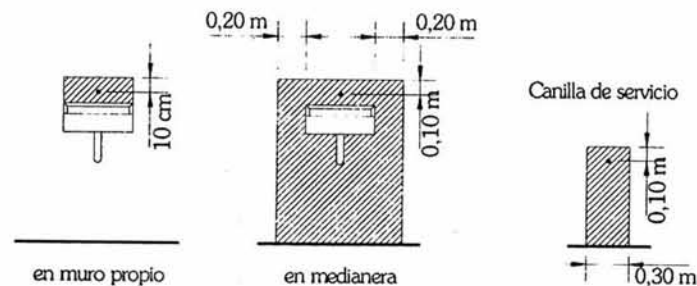
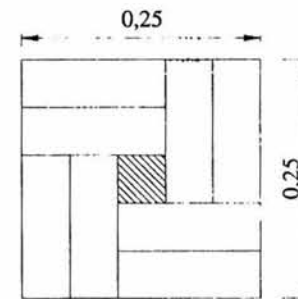


Fig. 13.4. Pileta de lavar, pileta de cocina y lavatorio.

**Nota:** Aun en medianera el revestimiento del lavatorio puede hacerse como en la figura de la izquierda.

### 13.1.5. PROBLEMA PRÁCTICO

La pequeña cerámica esmaltada (sombreado en la figura 13.5), se llama olambrilla. Se han comprado 50 m<sup>2</sup> de cerámicos rectangulares de 5 x 15 cm, y se quiere saber cuántas olambrillas son necesarias para cubrir, con el diseño de la figura, la superficie que resulte.



Solución:

$$0,25 \times 0,25 = 0,0625 \text{ m}^2$$

$$50 / 0,0625 = 800 \text{ olambrillas}$$

Fig. 13.5.

### 13.2. SILLERÍA

Sillería es la mampostería de piedra (trabajos de cantería) cuando los elementos básicos (sillares) tienen formas regulares y superficies aparentes trabajadas y/o labradas para su colocación en obra, con tres distintos grados, de labra: basta, mediana y fina.

La sillería es una estructura de resistencia y al mismo tiempo de terminación; se aplica en la construcción de muros, arcos y bóvedas, para los que se confeccionan respectivamente los mampuestos, sillares y dovelas.

Actualmente, los trabajos de cantería han empezado a declinar como gremio específico de la construcción, dada su lentitud inevitable de laboreo, su excesivo espesor y peso; y además, por el costo elevado de material y mano de obra.

Todo ello lo hace poco práctico en las construcciones actuales, formando parte solamente en obras monumentales o de gran lujo o imagen.

Los materiales corrientes empleados son: graníticos, porfíricos, basálticos, areniscas, etc.

### 13.2.1. EJECUCIÓN Y MEDICIÓN

Previamente a la ejecución del cómputo métrico, es conveniente informarse sobre el régimen de provisión y colocación, que puede hacerse de varias maneras:

- a) provisión de la piedra, mano de obra para la elaboración y colocación, a cargo totalmente de un subcontratista (caso más corriente);
- b) provisión de la piedra elaborada a cargo del constructor;
- c) provisión de la materia prima por subcontratista y elaboración y colocación a cargo del constructor.

En algunos casos será necesario efectuar un doble cómputo por volumen para la adquisición del material, y por superficie para la estimación del costo de la mano de obra. En cada caso particular, la forma de medición puede ser consultada en las casas especializadas, aunque pueden darse algunas indicaciones sobre normas de cómputo que tienen aplicación muy difundida:

- a) el volumen de una piedra elaborada se mide por el mínimo paralelepípedo que pueda contenerla (para compensar desperdicios);
- b) los trabajos de labra corrientes y lustrados se miden por su superficie real a la vista y por desarrollo de moldura, si las tuviere.
- c) esculturas, modillones, motivos decorativos aislados, se miden por unidad y las inscripciones o leyendas por letra, y finalmente por metro lineal las labras que sean susceptibles de tal medición.

Para mediciones "conforme a lo hecho", véanse los contratos respectivos, y para proyectos bastarán las indicaciones dadas más arriba, ampliadas con las normas oficiales (DNA), que resulten ampliamente satisfactorias (capítulo IX, "Sillería" ver CD).

### 13.3. MARMOLERÍA

Cuando las piezas tienen un espesor inferior a 10 cm, el revestimiento resultante recibía el nombre de enchapado, pero la tecnología actual está suministrando espesores de hasta 1 cm, constituyendo verdaderas placas. Todo ello nos hace entrar en el terreno de la marmolería. Estos materiales son más corrientes, sobre todo cuando su procedencia es nacional. De todos modos son una estructura de mucho costo, ya que la mano de obra para el trabajo de la piedra (mármol, granito, caliza) y su colocación en obra, es de fuerte gravitación, como el caso del enchapado, pero hoy, con los actuales plaqueados, dichos costos sufrieron una fuerte reducción.

Entre las ventajas que presenta la marmolería es que admite el trabajo mecánico y la producción en serie y rápida para toda clase de trabajos; además las piezas pueden ser transformadas en elementos de cualquier forma y espesor (como ya vimos 10 mm impensables, años atrás).

Hoy tenemos chapas o losas, piedras llanas y de poco grosor (de cualquier material natural), labradas al menos por una cara, y utilizadas para revestir no sólo muros, sino también hasta pavimentos.

El rubro "marmolería" no sólo incluye los trabajos en mármol, sino los de todo tipo de piedras naturales. Los usos más difundidos para estos materiales son: solias, umbrales, antepechos, revestimiento de muros, solados de escaleras y mesadas para muebles de cocina.

La unidad de medida será, en general, el metro cuadrado, aunque algunos elementos pueden ser medidos en metros lineales, o por número.

### 13.4. NORMAS DE LA DNA (capítulo IX, "Sillería", capítulo X "Marmolería y enchapados de piedra", y anexo I, ver CD).

Son de fácil interpretación. Sin embargo la parte relativa a piedras de espesor superior a 15 cm, aunque está claramente redactada, ha motivado confusiones. En este caso, un presupuesto de sillería debe estar formado por tres ítems: provisión del material (por m<sup>3</sup>, artículo n° 81); mano de obra para elaborar (por m<sup>2</sup>, artículo n° 82) y mano de obra para la colocación (por m<sup>3</sup>, artículo n° 83). Es, como se ve, un excelente criterio de medición, que separa tres cosas de naturaleza totalmente distinta (capítulo IX, ver CD).

#### 13.4.1. ALGUNAS NOTAS SOBRE MEDICIONES

En la medición de las mesadas no deben omitirse los traforos (agujeros para bachas y/o grifería), al igual que las canaletas escurrideras; aquéllos se cobran por número, o sea cantidad, y éstos por metro lineal.

El mortero de asiento y las grapas de fijación se consideran incluidas en el cómputo.

Las piezas pequeñas (lajas, mármoles en tiras o placas) que no superan el 0,25 m<sup>2</sup>, las podrá colocar el albañil colocador. Las de gran tamaño, mayor a 0,25 m<sup>2</sup>, las deberá colocar el oficial marmolero, para las que empleará grapas de bronce o hierro galvanizado, y/o brocas (según dimensiones), y material de asiento (morteros reforzados).

# 14. CARPINTERÍA METÁLICA Y DE MADERA

## 14.1. GENERALIDADES

La palabra carpintería, originalmente referida a trabajos en madera, se usa actualmente en un sentido tan amplio que incluye "todos aquellos elementos destinados a colocar en un vano con la finalidad de protección y/o aislamiento" (IRAM) sin importar el material con que es ejecutada (madera, acero, aluminio, etc.).

Sus funciones incluyen la separación de ambientes (puertas, mamparas), el reemplazo de muros exteriores (muros de cortina: *courtain walls*), la seguridad (rejas, cortinas) y fundamentalmente la iluminación y ventilación (ventanas, ventiluces). También comprende muebles fijos de obra, placares, alacenas de colgar, muebles bajo mesadas y otros (barandas, etc.).

Los materiales más usuales son el acero, el acero inoxidable, el bronce, el aluminio, la madera, el plástico (más conocido como carpintería de PVC) y el hormigón (carpinterías de hormigón, actualmente de poco uso). Las normas IRAM aclaran a su vez, que un vano "es la abertura que establece una comunicación, transitable o no, entre dos ambientes".

Hoy no es infrecuente encontrar carpinterías mixtas: aluminio y madera, acero y madera, etc., y especialmente carpinterías prefabricadas "tipo", que alcanzaron una gran calidad de manufactura, por lo que la ejecución clásica de planos de carpintería y detalles (a medida), está siendo relegado por una simple determinación de tipos, según catálogos, que suministran algunos fabricantes con controles de calidad de sus productos.

## 14.2. CARPINTERÍA METÁLICA Y HERRERÍA

Suele restringirse el sentido de "carpintería metálica", a la que está hecha de acero, aunque en rigor, sabemos que incluye a los materiales ferrosos y no ferrosos.

La llamada carpintería metálica de doble contacto de otras épocas, consistía en perfiles macizos que se tocaban, en forma no puntual, sino superficial (lineal); actualmente, están fuera de uso en nuestro medio, fundamentalmente por razones de costo (mucho consumo de materia prima).

Dicha carpintería, ejecutada con perfiles de 3,2 mm de espesor (en el caso del tipo 33), resultaba muy cara en nuestro país y poco a poco se la fue reemplazando por formas equivalentes, hechas con chapa plegada o doblada de 2,1, 1,65 y 1,27 mm de espesor (chapas n° 14, 16 y 18 respectivamente), tal como se ve en la figura 14.1-a, 14.1-b y 14.2. Con sólo comparar los pesos unitarios, puede adivinarse la diferencia en costo entre un tipo y otro.

Dentro de este apartado encontramos la llamada *herrería*, que comprende toda una serie de piezas construidas con los denominados perfiles de herrero (tes, ángulos de alas iguales o desiguales), planchuelas, redondos y cuadrado. Estos perfiles se diferencian de los de doble contacto en que sus aristas son vivas (los de aquéllos, eran redondeadas), y que no han sido pensados específicamente para carpintería, aunque puertas y ventanas también pueden construirse con ellos; naturalmente, con otro nivel de calidad. En la figura 14.3 se ven algunos perfiles de origen nacional, elaborados para la fabricación de puertas y ventanas en herrería metálica, donde apreciamos la carencia de hermeticidad del cierre.

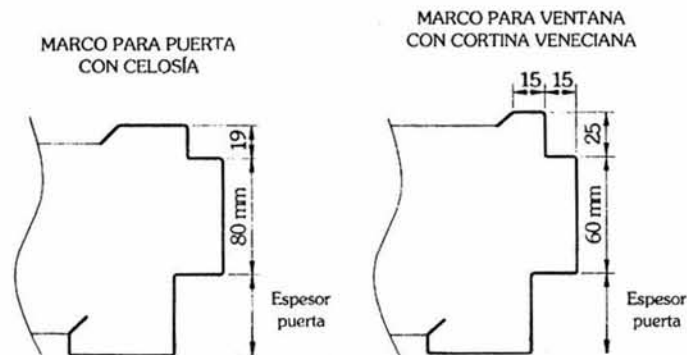


Fig. 14.1-a. Perfiles de carpintería metálica, en chapa doblada (medidos en mm).

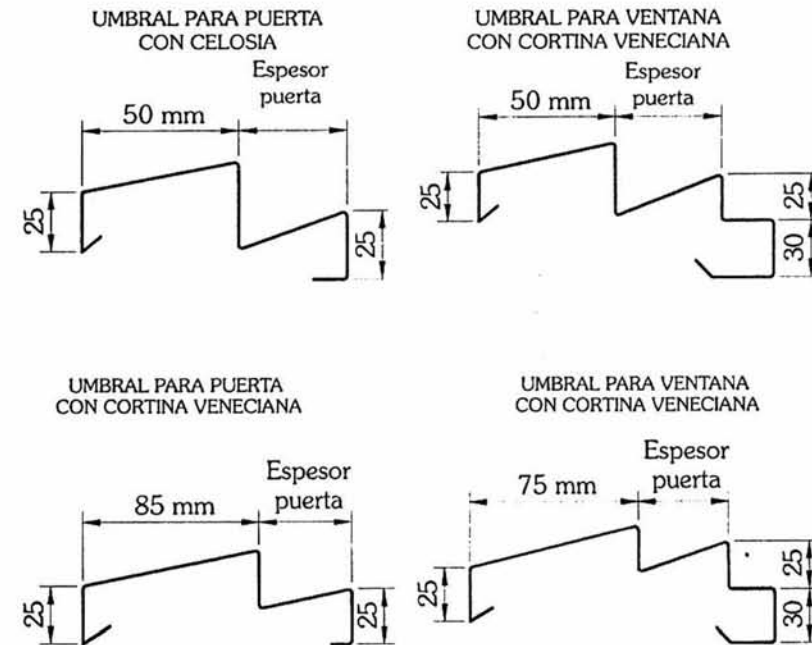


Fig. 14.1-b. Perfiles de carpintería metálica, en chapa doblada.

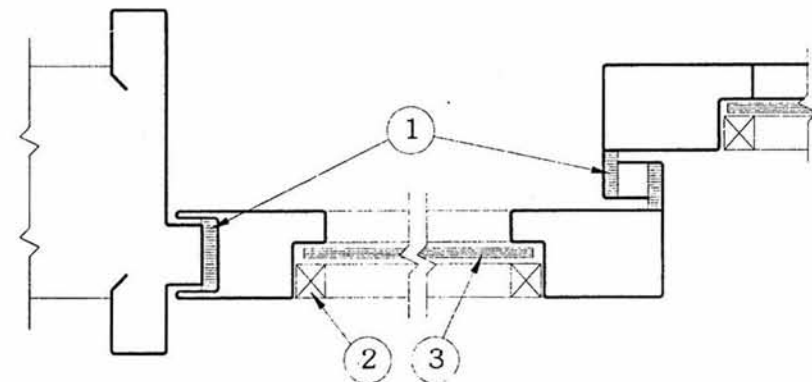


Fig. 14.2. Corte horizontal de una ventana corrediza en chapa doblada (no se incluyen los herrajes de cierre).

1) Burletes; 2) Contravidrio; 3) Vidrio.

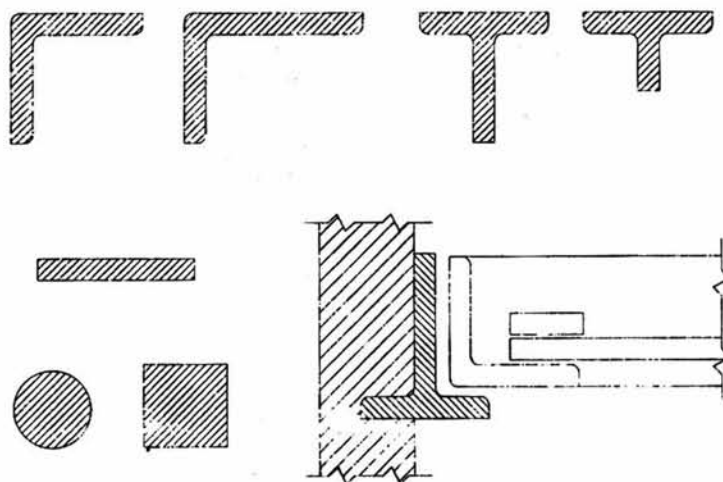


Fig. 14.3. Perfiles de acero para carpintería metálica (herrería).

### 14.3. CARPINTERÍA DE ALUMINIO

En casi todas las soluciones de cerramiento, el aluminio compite con éxito frente al acero y la madera. Su ligereza (es notable: a igualdad de sección sólo pesa el 35% del hierro) y la posibilidad de obtener –por extrusión<sup>1</sup>– largas barras de secciones complicadas, le permiten obtener una gama muy grande de productos y genera así, una gran variedad tipológica. Actualmente, las técnicas del anodizado dan a dicha perfilería una gran resistencia a la intemperie, con el agregado de una paleta de colores.

Hay una gran variedad de perfiles disponibles, muchos de ellos protegidos por patentes, aunque en general son de venta libre. Algunos fabricantes ofrecen la totalidad de los perfiles necesarios para que uno mismo pueda construir todo tipo de puertas, ventanas, mamparas, etc; otros, en cambio suministran la totalidad de las aberturas ya confeccionadas, incluyendo el conocido “premarco”, para la protección del aluminio de la agresión de obra y su posterior y correcto ensamble (mediante un atornillado).

<sup>1</sup> También el acero y otros metales pueden ser extruidos.

El aluminio no se aplica en lugares donde esté sometido a un uso intenso (como escaleras), pero ya existen en el mercado pisos formados por una malla de planchuelas de aluminio.

Por lo demás, se comercializan sistemas de fachada (muros cortina), como frentes integrales en distintas variantes, hasta el más reciente llamado “piel de vidrio”.

*Nota:* No se ha hecho para el aluminio, como en la carpintería metálica, una división equivalente a la “herrería”.

En las figuras 14.4 y 14.5 vemos detalles típicos de carpintería de aluminio, donde apreciamos el tipo de perfil de formas muy elaboradas, la carencia de los clásicos contravidrios y su reemplazo por una línea de burletería plástica.

### 14.4. CARPINTERÍAS CEMENTICIAS ARMADAS (H° A°)

Más restringidos son los usos del hormigón armado, cuyas aplicaciones se limitan a lograr superficies de iluminación, con partes generalmente pequeñas de ventilación. A esta carpintería, que sólo provee ventanales, se la suele llamar *glass-beton*, nombre comercial de sus primeros fabricantes (hoy en franco desuso).

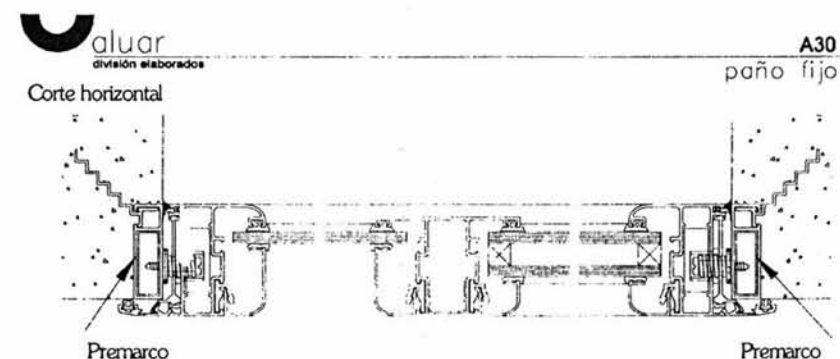


Fig. 14.4. Paño fijo (fuente: ALUAR).



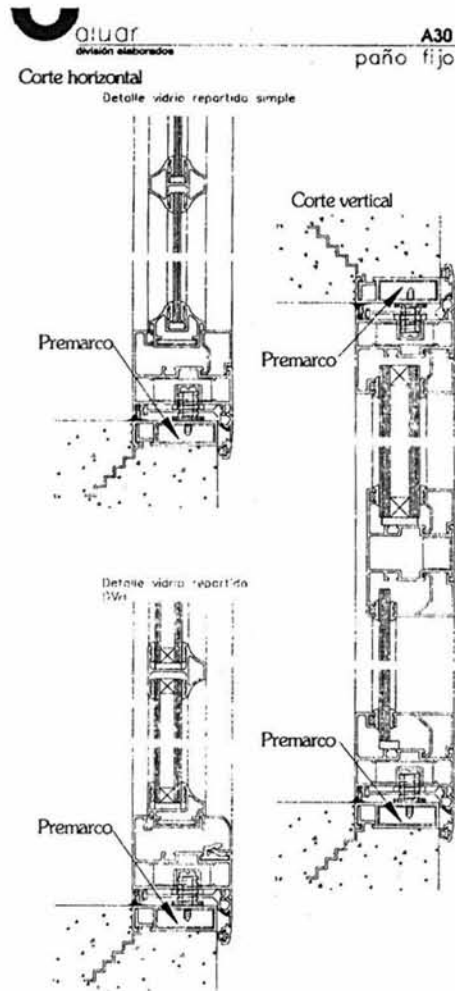


Fig. 14.5. Paño fijo (fuente: ALUAR).

### 14.5. CARPINTERÍA DE PLÁSTICO

Últimamente, el mercado ha comenzado a difundir los aventanamientos de plástico reforzado con fibras de vidrio (polímeros de alta resistencia de PVC), con el uso, además, de doble vidrio hermético (DVH); su perfilado es con formas suaves y redondeadas, y posee algunos refuerzos estructurales

internos de acero galvanizado. Tanto este tipo de carpintería como las de aluminio, no requieren de ningún tratamiento previo luego de su colocación, ni de mantenimiento posterior, y ambas pueden colocarse en obra seca.

Sugerimos, por la variedad de tipos existentes, consultar catálogos de los distintos fabricantes.

*Nota:* También, en la actualidad, tenemos las carpinterías de cristal templado (tipo "blindex"), de uso extendido en entradas de edificios, frentes de negocios, divisiones, etc; las mismas incluyen los herrajes correspondientes.

### 14.6. CARPINTERÍA DE MADERA

En la carpintería de madera, se reconocen tres tipos de trabajos: a) la carpintería "de armar", que se ocupa de la elaboración y montaje de cabriadas, entramados, columnas y cualquier otro elemento resistente de los edificios, b) la "de taller", ocupada de puertas, ventanas, tabiques, etc; y c) la "de obra", andamios, encofrados, obradores, etc. (tanto la a) como la c), no serán tratadas en este libro).

La carpintería de madera cubre la misma gama de necesidades que la metálica, a veces con una jerarquía que ésta no puede lograr. Todos los productos con que la industria ha mejorado las condiciones naturales de la madera, contribuyen y amplían las posibilidades del material. Así los paneles duros, el aglomerado, las maderas laminadas y/o encoladas, etc., demuestran su versatilidad.

Es prácticamente insustituible en puertas interiores, frentes e interiores de placard, etc.; donde la puerta placa ofrece la mejor y más económica solución.

Su uso en puertas, ventanas y portones exteriores, al igual que para cortinas de enrollar, muebles de cocina, etc., es de antigua data.

En las figuras 14.6 a 14.8, vemos detalles de ventanas y marcos tipo.

*Nota:* El mercado actual ha lanzado un nuevo tipo de ventanas llamadas "duals", que presenta en su lado externo un revestimiento de aluminio extruido (incluso en colores), que brinda protección, con bajo mantenimiento, a la madera que se encuentra en el lado interno.

Además, se ha presentado un nuevo tipo de ventana de doble accionamiento "oscilobatiente" (corrediza y banderola), que presta un excelente servicio.

### 14.7. MEDICIÓN

Las normas de la DNA en sus artículos n<sup>os</sup> 51 a 79 pueden consultarse en el capítulo VII "Herrería", y el capítulo VIII "Carpintería de madera", y anexo I (ver CD). Se verá que las normas oficiales han abandonado el criterio de medir la carpintería por metro cuadrado, adoptando el criterio de la obra privada, de computar por número de unidades iguales. Puede verse también que se refieren a hierro, bronce y otros metales, de donde resulta que el aluminio y el acero inoxidable estarán sujetos al mismo tratamiento.

En rigor, no hay razón para diferenciar los modos de cómputo de las distintas carpinterías. Sea cual fuere el material y la eficacia, la función que se pretende cumplir es la misma. El operador encontrará en la planilla de locales la descripción de los tipos (elementos de la misma forma, tamaño y materiales), y se limita a contarlos o cubicarlos en metros o metros cuadrados si ése fuera el caso.

No obstante el criterio de contar unidades, la superficie de la carpintería sigue siendo un dato de interés para muchos fines (comparar costos por ejemplo, o verificar las condiciones de iluminación y ventilación de distintos proyectos, etc.). De modo que es provechoso que el computista dé la doble información: número y superficie.

Además de lo expresado por la DNA, se tendrán en cuenta las siguientes circunstancias, en la medida en que ellas se deriven de lo pactado en el contrato (relación entre subcontratista y constructor, constructor y comitente, pudiendo ser éste un particular o la administración pública):

a) Los marcos de puertas, ventanas y similares, se consideran incluidos en la medición de las hojas. Éstas se toman con las medidas indicadas en los planos de carpintería. En general las medidas suelen tomarse de afuera-afuera (mocheta-mocheta).

b) En el caso más difundido, los marcos para carpintería de madera son metálicos (de chapa plegada o doblada: se los llama *unificados*); con ellos se forma un ítem que se agrega a la carpintería metálica.

c) Los vanos que deban ser cerrados con carpintería de aluminio, se erigen con ayuda del "premarco" de chapa de acero plegada, que permite ejecutar la albañilería sin colocar el cerramiento, que seguramente se dañaría con el desarrollo de la obra. Estos premarcos integrarán un ítem que se agrega a la carpintería metálica.

d) Los contratistas de carpintería metálica entregan las unidades completas, es decir con todos los herrajes colocados. Los marcos metálicos pa-

ra elementos de madera vienen con media pomela soldada y entregan sin cargo la otra mitad.

e) El contratista de carpintería de madera a medida (según plano), en cambio, no provee ningún herraje; solamente los coloca. Para este caso debe reservarse, en el presupuesto, un ítem para herraje, cotizado aparte.

f) Toda la carpintería de acero y la herrería deben salir del taller con, por lo menos, una mano de pintura anticorrosiva (convertidor de óxido); se la considera incluida en el cómputo.

g) Cierta tipo de burletes –contra polvo o corrientes de aire– se consideran incluidos en el cómputo. Otros, como los destinados a colocar vidrios, van con éstos.

h) Los muebles fijos de cocina llevan un cierre superior, horizontal, que generalmente es de otro material: mármol, granito reconstituido, acero inoxidable, chapa melamínica, madera, etc. Esta cubierta, llamada *mesada*, es de cómputo independiente.

i) El cómputo no incluye vidrios, que se toman por separado.

*Nota:* Cuando se deban utilizar herrajes destinados a los distintos tipos de carpintería, dado la variedad de modelos disponibles en el mercado (materiales, diseños, etc.), se aconseja consultar los catálogos de sus fabricantes.

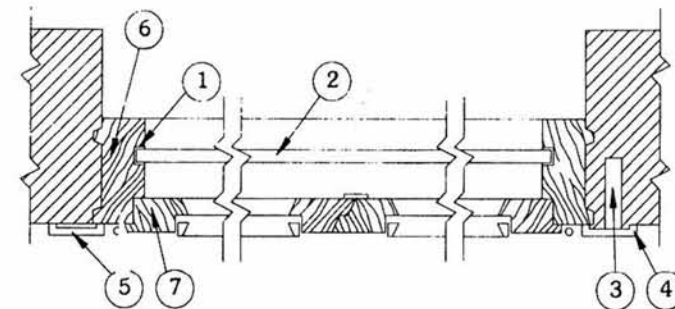


Fig. 14.6. Corte horizontal esquemático (Corte A-B).

1) Guía de cortina, perfil "U" embutido; 2) Proyección cortina enrollar; 3) Enrollador; 4) Tapacinta; 5) Contramarco; 6) Marco; 7) Hoja.

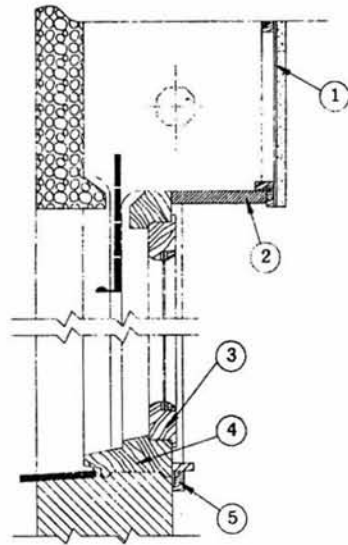


Fig. 14.7. Corte vertical esquemático (Corte C-D).

1) Taparrollo; 2) Tapa Inspección; 3) Hoja; 4) Marco; 5) Contramarco (tapajunta).

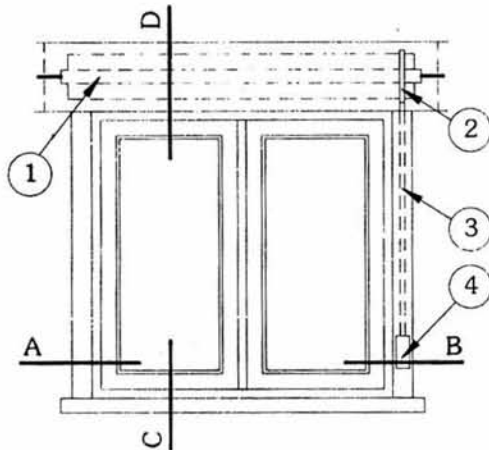


Fig. 14.8. Vista ventana.

1) Eje; 2) Polea; 3) Cinta; 4) Enrollador.

Ventana de madera con marco de madera, hojas de cedro 46 mm, caja y espiga para barnizar, vidrios dobles transparentes, contravidrios de cedro.

## 15. PINTURA

### 15.1. GENERALIDADES

La pintura cumple con una función de objetivos múltiples: *a)* es un *medio de protección* de la base contra los agentes destructivos del clima (rayos UV, IR, lluvias, corrosión, etc.) y los años; *b)* un *medio de higiene* que permite lograr superficies lisas, limpias y luminosas, de propiedades asépticas; *c)* un *medio de ornato* de primera importancia en la decoración moderna, y *d)* un *medio de señalización e identificación* de las cosas y servicios.

Los trabajos de pintura forman parte de los llamados de "terminación", donde cada tendido recibe el nombre de "mano", de las cuales se aplican siempre más de una, que pueden ser de la misma o de distinta naturaleza.

Una pintura es un compuesto más o menos complejo en el que se distinguen dos partes netamente diferenciadas: el pigmento y el vehículo. El *pigmento* "es el elemento de color insoluble en el vehículo y constituido por partículas sólidas de tamaño adecuado". El *vehículo* "es el componente líquido que forma el medio dispersante del pigmento y comunica a la pintura la propiedad de formar película" (IRAM NP 1020).

Antes, las pinturas se preparaban en la obra misma, pero hoy ya vienen elaboradas de fábrica, con una certificación de calidad superior.

Las propiedades de una pintura quedan definidas por las exigencias a que será sometida durante el uso, el tipo de la superficie a cubrir y la cate-

goría de la terminación. El computista se interesa especialmente en el rendimiento en extensión<sup>1</sup>, determinante del consumo.

El tema relativo a las propiedades y composición de los pigmentos y vehículos tienen una amplitud tal, que su estudio, aunque fuera sumario, demandaría para ser completo una extensión que escapa del carácter que hemos dado a este manual.

## 15.2. TIPOS DE PINTURAS

En la construcción de edificios, las pinturas de mayor uso son las siguientes (siguiendo el criterio de clasificarlas de acuerdo con el carácter de su vehículo, como es corriente hacerlo):

### 1) Pinturas cuyo vehículo es el agua

a) *a la cal*: Es cal grasa (cal de Córdoba apagada) en estado de pasta, y diluida con agua; el color se lo da la propia cal (blanqueo), o se agregan pigmentos y eventualmente fijadores. Sólo da colores claros porque admite una proporción baja de colorantes. Es aplicable a superficies de ladrillos, revoqués y hormigón. Actualmente son reemplazadas por las pinturas al agua lavables (emulsionantes).

b) *al cemento*: Cemento blanco y pigmentos con otros agregados en pequeña proporción (estearatos, sales higroscópicas, etc.), con agua. Sólo da colores claros porque admite una cantidad limitada de pigmentos. Se aplica sobre superficies de ladrillos, revoques y hormigón.

### 2) Pinturas de vehículo al aceite

Son las conocidas pinturas *al óleo*, que fue uno de los más comunes productos en la pintura de obras, cuyo vehículo era el aceite de lino o linaza, y en una calidad superior, el aceite de madera (llamado de China o de tung). Estos aceites son *secantes*, es decir que no se enrancian, secándose al aire y formando la película. Existen formulaciones para interior y para exterior; en la actualidad su empleo está en franco retroceso. La industria provee:

<sup>1</sup> El rendimiento en extensión o rendimiento en superficie es a veces mal llamado poder cubriente. Este último, cuyo nombre técnico correcto es rendimiento en opacidad, es la capacidad de ocultar el fondo. No deben ser confundidos: un buen barniz puede tener un rendimiento en extensión muy grande con un rendimiento en opacidad prácticamente nulo.

a) *pintura en pasta*, que requiere ser diluida para su aplicación; se usa también en la preparación de masillas y enduidos;

b) *pintura preparada*, lista para su aplicación inmediata; el llamado *esmalte holandés* es también una pintura preparada al aceite;

c) *fondos antióxidos*, formados por el vehículo al aceite y minio (óxido de plomo); este último es el que da el color y las propiedades antióxidas.

## 3) Barnices

Son pinturas incompletas (en general sin pigmentos), que se caracterizan por la ausencia de opacidad, por ende son translúcidas y no cubrientes, aunque tengan pigmentos son siempre transparentes. Se caracterizan también porque siempre contienen resinas en el vehículo. Pueden ser *resinosos* o *volátiles* (diluyente alcohol o aguarrás) y *oleo-resinosos* (con vehículo de aceite); estos últimos son los más importantes y los que comúnmente reciben el nombre de *barniz*. Según sea la resina usada, se obtienen los barnices comunes o sintéticos.

a) Los *barnices comunes* son:

- Los resinosos, con resinas puras y diluyente volátil (alcohol, aguarrás, thinner).
- Los oleo-resinosos, cuya materia prima son resinas, aceites secantes y/o diluyentes.

En la actualidad tienden a ser reemplazados por los sintéticos.

b) *Barnices sintéticos*: Son los que se preparan con resinas sintéticas propiamente dichas (alquid, vinílicas, acrílicas, urea formol, fenol-formaldehído, etc.). También son llamados alquídicos, por la denominada *alkid* que contienen algunos de ellos. Son de calidad superior en relación con los comunes en cuanto a dureza, brillo, secado, lijabilidad y resistencia a la intemperie. Son transparentes, claros, y no oscurecen mucho, resisten al agua pero no pueden estar permanentemente mojados por tener impermeabilidad baja. Como variante de los mismos tenemos:

- Barnices mate (para interiores).
- Barnices con filtro solar (absorben los rayos UV).
- Barnices coloreados (absorben los rayos UV).

Dentro de estos grupos, por sus características excepcionales tenemos los siguientes tipos:

- *Barnices de aceite-uretano*: rápido secado, elasticidad, transparencia, fácil aplicación y repintado. Resistencia prolongada y tienen buena impermeabilidad.
- *Barnices de lacas poliuretánicas*: muy superiores a los anteriores.
- *Barnices impregnantes*: protectores antibichos.
- *Barnices preservantes de la madera* (algunos contienen productos de alta toxicidad, como el pentacloruro de sodio). Cumplen tres funciones: antihongo, antibicho y protector superficial. El curado físico se produce por evaporación del solvente y la oxidación de la resina vehículo. Por su necesidad de oxígeno, se deben aplicar en películas delgadas.
- *Barnices marinos*, con resinas sintéticas poliéster modificadas y agregados que actúan filtrando la banda UV de las radiaciones solares, para aumentar la duración de la película y la protección de la base.

#### 4) Esmaltes

Un barniz al cual se han incorporado pigmentos cubrientes es un esmalte; también son esmaltes las mezclas de pinturas al aceite con barnices. Resultan tipos de calidad superior a las pinturas al aceite. Pueden ser comunes o sintéticos según el tipo de resina usada.

Tipos:

- Esmalte sintético en sus dos variantes: brillante o satinado.

#### 5) Pinturas al agua lavables (emulsiones), o pinturas emulsionadas con agua

Las pinturas que en plaza se expenden como "al agua lavables", para usar como vienen o para adelgazar con agua común, son emulsiones de aceites o barnices en soluciones acuosas de cola. Son pinturas convenientes por su bajo costo y la facilidad de su aplicación; permiten colores fuertes y en general sólo son aptas para interiores. Sus propiedades son inferiores a las de las pinturas al aceite y barnices. Tienen la característica, como las pinturas a la cal, y al cemento, de conservar la porosidad de las paredes.

#### 6) Pinturas al látex

El vehículo es una emulsión de resina vinílica o acrílica, que les da mayor resistencia a la intemperie, y en cuyo medio se dispersan los pigmentos y cargas. Se endurece cuando se evapora el agua y se aproximan entre sí las partículas de emulsión y cargas. Mantiene la porosidad de las paredes.

Tipos:

- Látex acrílico impermeabilizante al agua.
- Látex para exteriores.
- Látex mate para interiores.
- Látex especial para cielo raso.

#### 7) Pinturas a la nitrocelulosa

Conocidas también como pinturas a la "piroxilina" o "lacas". Constituyen el tipo superior dentro de las pinturas modernas. Por su costo son aplicables solamente a trabajos de mucha calidad en la terminación. De poco uso en construcciones, se las aplica especialmente en la carpintería de madera y metálica. Son de secado muy rápido, lo que permite dar varias manos en un día.

#### 8) Pinturas sintéticas

Sistemas alquídicos o sintéticos en aguarrás.

• *Resumiendo*: Por razones de tiempo, economía y calidad, a las pinturas de la lista anterior se ha agregado una gran variedad de otros productos, elaborados para que puedan ser aplicados tal como vienen en el tarro, ya sea para los trabajos preparatorios del fondo (como enduidos, tapapores, fijadores, etc.) como para los de acabado. A los clásicos aceites, barnices y esmaltes de origen natural, se han agregado ahora los productos sintéticos (pinturas acrílicas, esmaltes alquídicos, resinas epoxi, neoprene, caucho clorado, etc.), con técnicas de aplicación que van desde la brocha hasta la espátula, pasando por los rodillos, hasta llegar a la técnica actual de "pintado con *airless*" (sopleteado).

#### 15.2.1. PINTURAS ESPECIALES

Tipos:

- *Pinturas hidrorrepelentes*: Son las siliconadas, que no llegan a formar película, introduciéndose en la porosidad del material, sean ladrillo, hormigón o revoque (son las llamadas "inversoras de ángulo de mojado", que impiden la entrada de agua por capilaridad). En cuanto a las emulsiones, sí forman película altamente resistente y elástica, aplicables a muros, techos, etc.
- *Pinturas acrílicas* (muros, pisos, techos, etc.), impermeables y de resistencia a la abrasión.



- Pinturas intumescentes (ignífugas).
- Látex con efectos metalizados para interior y exterior (color variable según ángulo de incidencia).
- Esmalte sintético, con aromas agradables.
- Esmaltes brillantes y convertidor simultáneo de óxido, de secado rápido.
- Pinturas convertidoras de óxido.
- Pinturas de caucho clorado (techos).
- Pinturas bituminosas (impermeabilizantes y/o anticorrosivos).
- Pinturas de aluminio.
- Línea de recubrimientos impermeabilizantes elástico-fibrados, para cubiertas (tejas, baldosas, carpetas).
- Pinturas epoxi para pisos (hormigón, maderas, etc.).
- Lacas uretánicas para pisos, base acuosa (plastificados).

### 15.2.2. PINTURAS ECOLÓGICAS

La creciente exigencia de preservación del medio ambiente y la salud, ha llevado a la fabricación de esta línea de pinturas de última generación, a base de resinas hidrocompatibles, que no contienen solventes contaminantes y además no son inflamables, lo que elimina la posibilidad de siniestros en el lugar de trabajo.

Existen en el mercado los siguientes tipos:

- Tratamiento para maderas, ladrillos y tejas.
- Esmalte para exterior e interior (para aluminio, madera, metales ferrosos, galvanizado, PVC y mampostería).
- Antióxido.
- Convertidor de óxido.

### 15.3. DATOS PARA EL CONSUMO

La cantidad de materiales necesarios para cubrir una superficie determinada, puede calcularse con ayuda de la tabla 15.1, cuyos datos se refieren a condiciones medias de trabajo, y con valores promedio indicativos.

El consumo depende de muchos factores: el estado de la superficie, el número de manos, el grado de fluidez de la pintura, la existencia de molduras u ornamentos y la habilidad del pintor en el trabajo.

TABLA 15.1. PINTURAS PREPARADAS EN FÁBRICA

<b>1) Pinturas preparadas a la cal o al cemento</b>	
En polvo, para disolver con agua; se dan sobre ladrillos, hormigón o revoque, tanto en interiores como a la intemperie	
a la cal (dos manos)	0.20 kg
al cemento (dos manos)	0.20 kg
<b>2) Pintura impermeable de siliconas</b>	
Incolora, para superficies de ladrillos, revoque, hormigón y similares. Según absorción de la superficie (dos manos)	
	0.20 a 0.40 l
<b>3) Pintura al látex, interior o exterior</b>	
Para diluir con agua, sobre ladrillos, hormigón o revoque.	
Fijador	0.12 l
Pintura p/exteriores (dos manos)	0.15 l
El tipo para interiores se da sobre superficies de yeso:	
Fijador (según superficie)	0.10 l
Enduido, variable con la superficie	—
Pintura p/interiores	0.13 l
<b>4) Pintura especial para cielos rasos</b>	
Es un tipo de pintura al látex; sobre yeso, revoque, hard-board, celotex, etc. (dos manos)	
	0.17 l
<b>5) Esmalte sintético</b>	
<b>a) Sobre superficies de hierro:</b>	
Desoxidante	0.10 l
Fondo antióxido sintético (una mano)	0.08 l
Esmalte sintético (dos manos)	0.15 l
<b>b) Sobre superficies de madera:</b>	
Masillado (según el estado de la superficie)	—
Enduido (según el estado de la superficie)	—
Fondo sintético (una mano)	0.10 l
Esmalte sintético (dos manos)	0.15 l
<b>6) Barnices sobre madera</b>	
La primera mano de barniceta (2 partes de barniz y una de aguarrás)	
	—
Aguarrás para barniceta	0.03 l
Barniz sintético (dos manos)	0.24 l

## 7) Barniz poliuretánico

Sobre revoque, ladrillos, hormigón y superficies similares:

Solvente	0,05 l
Barniz poliuretánico	0,35 l

Se da la cantidad de manos necesaria para lograr el consumo indicado.

## 8) Pinturas acrílicas

Para diluir con agua; sobre madera, metal, mampostería, etc. Las superficies metálicas deben ser tratadas previamente con antióxido.

Pintura para interiores (dos manos)	0,20 l
Pintura para exteriores (dos manos)	0,25 l

Para pinturas epoxídicas y elastoméricas –y otras– consúltese a los fabricantes. Algunas de ellas resultan de espesor y dureza suficiente como para reemplazar a los revestimientos sanitarios o servir de aislación hidrófuga en cubiertas.

## 15.4. MEDICIÓN

Están en uso tres unidades de medición:

- la superficie,
- el metro lineal y
- la cantidad de unidades.

Resulta perfectamente claro a qué tipo de estructura responde cada uno de ellos.

Aunque no se lo diga, se entiende que todas las operaciones y materiales necesarios para que el trabajo de pintura sea completo y correcto, quedan incluidos en la medición.

El cómputo se ordena de la siguiente manera:

- pintura de paramentos de muros;
- pintura de cielos rasos;
- pintura de la carpintería y obras de madera;
- pintura de la herrería y carpintería metálica;
- otras, no contenidas en las anteriores.

Es corriente que los pintores computen las aberturas de carpintería por unidad, y en el caso de que lo hagan por metro cuadrado suman las

dos caras sin descontar las partes vidriadas; en esto coinciden con las normas oficiales. Éstas están en los artículos n° 91 a 101, capítulo XI, "Pinturas", y anexo I y II, normas (ver CD).

TABLA 15.2. DATOS ÚTILES

Lugar de aplicación	Tipo de pintura	Desarrollo trabajo	Cantidad de manos	Cantidad de pintura a utilizar en cada caso	Rendimiento promedio m <sup>2</sup> x mano x l
Puerta de madera exterior	Barniz marino	1 - Barniceta 2 - Barniz	1 3	0,300 l 1,000 l	10 a 14 10 a 14
	Esmalte sintético	1 - Fondo blanco universal 2 - Pintura	1 3	0,400 l 1,000 l	10 12 a 14
Marco de ventana metálico	Esmalte sintético	1 - Convertidor de óxido 2 - Pintura	1 3	0,200 l 0,500 l	10 12 a 14
	Barniz marino	1 - Barniceta 2 - Barniz	1 3	0,200 l 0,600 l	10 a 14 10 a 14
Persiana de madera	Esmalte sintético	1 - Fondo blanco universal 2 - Pintura	1 3	0,250 l 0,500 l	10 12 a 14
	Recubrimiento protector de frentes	1 - Acond. casa 2 - Recubrimiento p/frentes	1 3	1,500 l 5,400 l	8 14 a 16
Techos	Techado con fibras incorporadas	1 - Techado con fibras incorporadas	3	42 a 60 kg	0,700 a 1 kg/m
Puertas interiores	Barniz marino	1 - Barniceta 2 - Barniz	1 2	0,200 l 0,600 l	10 a 14 10 a 14
	Esmalte sintético	1 - Fondo blanco universal 2 - Pintura	1 2	0,300 l 0,500 l	10 12 a 14
Paredes interiores	Látex	1 - Fijador acondicionador 2 - Pintura	1 2	0,800 l 6,000 l	40 m x l 10 a 12
	Látex para cielos rasos	1 - Pintura	2	2,000 l	10

# 16. VIDRIOS Y POLICARBONATOS

## 16.1. VIDRIOS. GENERALIDADES

Vidrios y cristales, como material de construcción, pueden ser adquiridos en tipos y formas muy diversas, con destino a la construcción de pisos, mamparas, techos, cierre de vanos y toda otra estructura destinada a permitir el paso de la luz. Dentro de esta variedad, la plaza puede proveer los siguientes tipos:

- 1) Vidrios planos: translúcidos, opacos, martelé, etc.
- 2) Vítrea y cristales.
- 3) Vidrio armado. pulido o deslustrado, con malla de alambre.
- 4) Vidrios templados y termoendurecidos.
- 5) Vidrios de seguridad (laminados).
- 6) Espejos.
- 7) Vitrales (*vitraux*, vidriera artística con juntas de plomo y vidrios especiales de color) para decoraciones.
- 8) Baldosas y ladrillos de vidrio translúcido o coloreados, estriados o lisos, con prismas o con figuras; para pisos, tabiques y muros. Como ladrillos, también existen los llamados antibalas, ignífugos (hasta 120°), de ventilación, etc.
- 9) Vidrios especiales (contra fuego, de colores, curvos, estructurales, reflectivos, para protección solar, etc.).
- 10) Sistema de perfiles autoportantes de vidrio (U-GLASS-VASA), nueva alternativa para los cerramientos de fachada.

- 11) Tejas mecánicas de vidrio, y como novedosa variante, el mercado europeo ya produce tejas fotovoltaicas.
- 12) Doble vidriado hermético (DVH), comúnmente formado por dos hojas "float", separadas por una cámara de aire desestratada, cuyo espesor oscila entre 6,9 y 12 mm.
- 13) Placas y chapas onduladas translúcidas de policarbonato.

El gran avance tecnológico en la fabricación del vidrio plano lo realizó Pilkington, en el año 1959, con la patente del Float<sup>®</sup>, que terminó con las clásicas distorsiones visuales de los vidrios al obtener con dicho sistema de "flotado", caras perfectamente planas y paralelas. Actualmente se comercializa en las variedades incoloras, de color y reflectante, y su denominación más común es "cristal", "cristal flotado" o "Float", y su composición química es equivalente a la del vidrio estirado.

- Entre cristales y vidrios no hay más diferencia que la presencia del óxido de plomo en la elaboración del primero y el paralelismo perfecto entre sus caras, obtenido por pulido (hoy por flotado). Vitrea es un nombre local, que se aplica a vidrios comunes con espesores de entre 5 y 7 mm.

El mercado ya incorporó también el doble vidriado hermético (DVH), de gran capacidad termo acústica, y amplió aún más la variedad de vidrios de seguridad y protección solar.

## 16.2. MEDICIÓN

Casi todos los tipos de vidrio se adquieren por metro cuadrado colocado, salvo aquellos que vienen en piezas independientes (números 8, 11, por ejemplo, de la lista), que pueden comprarse por unidad.

La medición se hará en general por metro cuadrado, y con arreglo a las normas oficiales. Todo lo que sea cubiertas, pisos, revestimientos, etc., queda sujeto a las indicaciones que se dieron en cada caso.

Es conveniente, en ciertas ocasiones, medir por unidad (por ejemplo los vitrales, que requieren elaboración artística, o los espejos aislados, etc.). (DNA, capítulo XII, "Vidriería", ver CD).

Los pisos de baldosas de vidrio se construyen dentro de un marco de hormigón con costillas del mismo material, quedando todo incluido en el cómputo; éste se hace midiendo la superficie entre los plomos exteriores

del marco. Los tabiques de ladrillo de vidrio se miden conforme con el vano que cierran.

- Con el vidrio o cristal templado pueden construirse cerramientos transparentes completos, que no requieren obras de albañilería ni carpintería auxiliar. Pueden ser dotados de puertas, también de sistemas de abrir de todo tipo: corredizas, plegadizas, pivotantes, etc. Estos cerramientos se computan por metro cuadrado, medidos entre los bordes perimetrales. Los herrajes y el montaje van incluidos en la medición. En el caso de la figura 16.1, las líneas punteadas indican los refuerzos, de vidrio templado, normales al plano del cerramiento y que deben ser colocados en correspondencia con las juntas verticales.

Son los llamados tipo "Blindex".

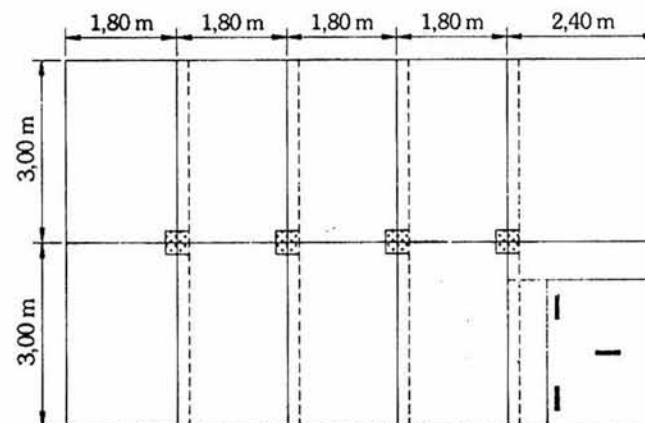


Fig. 16.1.

Cómputo métrico:

Frente = (1,80 m x 4 + 2,40 m) x 6,00 m	= 57,60 m <sup>2</sup>
Costillas = 0,60 m x 6,00 m x 4	= 14,40 m <sup>2</sup>
<b>Total</b>	<b>= 72,00 m<sup>2</sup></b>

**Nota:** Los planos traen indicado el tipo de vidrios a colocar (planos y planillas de carpintería). Para los casos en que esta indicación falte puede usarse el gráfico de la figura 16.2.

### 16.3. MEDIDAS COMERCIALES

Cada paño vidriado no debe superar las dimensiones máximas que da la capacidad de la industria, ya que de otro modo no sería posible cerrarlo (tabla 16.1). (Corresponde a los vidrios estirados.)

Para vidrios y cristales de forma curva (superficie alabeada) las dimensiones quedan limitadas por las del horno de curvado; lo mismo que los cristales templados, debe consultarse en cada caso con el industrial.

TABLA 16.1. ESPESOR, PESO Y DIMENSIONES MÁXIMAS DE LOS VIDRIOS PLANOS CRUDOS DE ORIGEN LOCAL (ESTIRADO)

Espesor	Ancho	Largo	Peso
2,0 mm	1,10 m	2,10 m	5,0 kg/m <sup>2</sup>
2,7 mm	1,42 m	2,10 m	6,7 kg/m <sup>2</sup>
3,6 mm	1,72 m	2,10 m	9,0 kg/m <sup>2</sup>
4,2 mm	2,20 m	2,10 m	10,5 kg/m <sup>2</sup>
5,0 mm	2,50 m	2,40 m	12,5 kg/m <sup>2</sup>
6,0 mm	4,00 m	2,40 m	15,0 kg/m <sup>2</sup>
7,6 mm	3,00 m	2,45 m	19,0 kg/m <sup>2</sup>
9,6 mm	2,40 m	2,45 m	24,0 kg/m <sup>2</sup>
Vidrios translúcidos, tipo fantasía, como acanalado, martillado, stipolite, etc.			
2,9 mm	1,25 m	2,25 m	7,2 kg/m <sup>2</sup>

*Denominación comercial y medidas de los vidrios estándar (estirados), según espesores en mm:*

Doble: 2,6 mm  
 Grueso: 4,2 mm  
 Vitrea: 5, 6 y 9 mm  
 Cristal: 6, 7, 8, 9, 11, 12 y 20 mm

- a) Medida de hoja estándar  
 915, 1.830 x 2.440  
 1.100, 1.500, 1.650, 1.800 x 2.130  
 b) Medida máxima de fabricación  
 1.900 x 3.600

Hoy las dimensiones máximas estándar de los vidrios que como producto manufacturado provee la industria argentina son:

- a) Cristal flotado  
 Plano (espesores, 3, 4, 5, 6, 8 y 10 mm) 2.500 mm x 3.600 mm  
 b) Vidrios impresos (catedral o fantasía)  
 Estándar 1 450 mm x 2.250 mm (4 a 10 mm)  
 c) Armado (con malla de 12 mm x 12 mm) 1 400 mm x 2 500 mm (6 mm)  
 d) Espejo  
 Cristal 2 500 mm x 3.600 mm (2 a 6 mm)  
 Vigilancia 2 440 mm x 3 300 mm (6 mm)  
 e) Vidrio reflectivo 2.440 mm x 3.300 mm (6 mm)  
 f) Reflectivo control solar 2.400 mm x 3.200 mm  
 g) Componentes de DVH 2 500 mm x 3 600 mm  
 h) Control solar 2.400 mm x 3.300 mm (2,5 a 5 mm)  
 i) Contra fuego 1.980 mm x 3.300 mm (6 mm)  
 j) Vidrio templado (A) 2.400 mm x 3.500 mm (4 a 12 mm)  
 k) Vidrio laminado (antibalas) (B) 1.900 mm x 3.600 mm  
 l) Vidrio curvo 2.000 mm x 3.000 mm  
 m) Vidrio termoendurecido 2.400 mm x 3.500 mm

Y para pisos de vidrio, la superficie máxima recomendada para cubrir, oscila entre 0,7 m<sup>2</sup> a 3,2 m<sup>2</sup>, según configuración. Apto para peldaño de escalera.

#### *Dimensiones de vidrios especiales:*

- a) de seguridad máximo: entre 1.400 x 2.150 a 2.500 x 3.600 (según espesores de 6 a 9 mm, y tipos);  
 b) anti-robo máximo: entre 2.400 x 3.600 a 2.500 x 3.600 (según espesores de 12 a 19 mm);  
 c) antidisturbios máximo: entre 2.400 x 3.600 a 2.500 x 3.600, con espesores de 9 a 12 mm;  
 d) anti-ruido (acústicos) máximo: 2.400 x 3.600 a 2.500 x 3.600, con espesores de 9 a 11 mm;  
 e) anti-balas y anti-esquirla máximo: (consultar con fabricante), con espesores de 23 a 84 mm

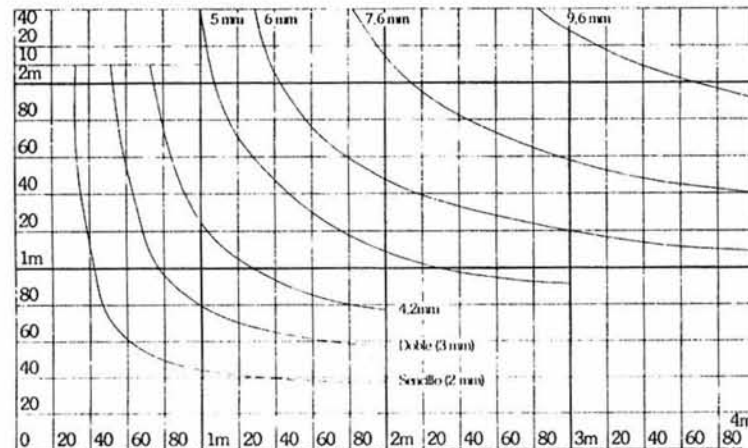
**Nota:** Las dimensiones dadas son orientativas y pueden sufrir modificaciones según fabricante y/o demanda del mercado (datos de la Cámara del Vidrio Plano de la República Argentina).

Como resumen final, transcribimos la información suministrada por la Cámara del Vidrio Plano de la República Argentina (*Fuente: Diario Clarín 04/03/2002*).



*Dimensiones máximas estándar de productos manufacturados por la industria argentina:*

a) Cristal flotado:	3.600 x 5.500 mm
b) Vidrio templado:	2.440 x 3.600 mm
c) Vidrio laminado:	3 210 x 6.000 mm
d) Vidrio curvo:	2 000 x 3.000 mm
e) Componentes de DVH:	2.500 x 3.600 mm



**DIMENSIONES MÁXIMAS DE COLOCACIÓN DE VIDRIOS PLANOS:**  
Esta tabla tiene en cuenta ráfagas de hasta 130 km/h, soplando durante 3 segundos a una altura de 10 m.

Figura 16.2.

Este gráfico (preparado por Vidriería Argentina S.A. - VASA), da el ancho o el largo máximo que puede darse al vidrio una vez que se ha fijado la otra dimensión (largo o ancho). Las líneas llenas indican las medidas de fabricación normal.

## 16.4. LADRILLOS DE VIDRIO HUECO SOLDADOS AL VACÍO Y BALDOSAS DE VIDRIO

### a) Ladrillos de vidrio (huecos)

Los ladrillos de vidrio (huecos), en texturas y colores variados, se usan para formar paños de pared como cerramientos fijos. Se los fabrica con dos medias cajas unidas por los bordes y soldadas al vacío. Ver las medidas (en mm) en la tabla 16.2.

Cada paño o tabique que se construya, tanto en sus dos jambas como en el dintel y en el antepecho, debe estar libre del contacto con el resto de la obra, para lo cual se lo provee de una adecuada junta de dilatación (1 cm). Todo el contorno del paño se refuerza además con un borde macizo de hormigón armado; el conjunto se aloja en un marco metálico. Sin este dispositivo de dilatación, los ladrillos se fisuran indefectiblemente. Con paños de este tipo pueden cubrirse vanos de hasta 18 m<sup>2</sup> (altura: 3,00 m, longitud: 6,00 m) (ver tabla 16.2).

TABLA 16.2. LADRILLOS DE VIDRIO HUECO SOLDADOS AL VACÍO PARA TABIQUES (ALGUNAS DE LAS DIFERENTES MEDIDAS DE UN SOLO MODELO EN mm).

Descripción	Largo	Ancho	Espesor	Peso
Ladrillo especial <sup>1</sup>	190	190	80	4.0 kg
Tipos de ladrillos estándar	190	190	100	2.8 kg
	240	190	80	3.9 kg
	150	240	80	2.1 kg
	Ø 240	240	80	3.0 kg

<sup>1</sup> Antibala y/o antifuego.  
Fuente: VITROBLOCK S.A.

### b) Baldosas de vidrio

Con las baldosas de vidrio se ejecutan pisos en colocación normal, con un ancho máximo de luz libre de 1,40 m (entre apoyos), y con una superficie máxima de 5 m<sup>2</sup>. Si el piso no es transitable estas medidas podrán ser de 1,60 m y de 8 m<sup>2</sup> (ver tablas 16.3 y 16.4).

Dichas baldosas de vidrio, macizas, para la construcción de pisos translúcidos, se fabrican en medidas y espesores variados, como los que muestra la figura 16.3.

Para colocar con soportes metálicos se fabrican en medidas estándar de hasta 25 mm de espesor.

El consumo de materiales depende de la separación entre ejes de baldosas; el espesor mínimo de hormigón entre baldosas no debe ser inferior a 3 cm. Se logran paños entre 5 y 8 m<sup>2</sup>, sin apoyos intermedios, según que el piso sea transitable o no, con luces máximas de 1,40 m y 1,80 m, respectivamente.

TABLA 16.3. BALDOSAS DE VIDRIO PARA PISOS ARMADOS CON HORMIGÓN (medidas en mm)

Largo	Ancho	Espesor	Peso
160	160	30	1,80 kg
117	117	60	1,30 kg
Ø 117	-	60	1,30 kg
190	190	50	1,90 kg
190	190	34	1,30 kg
120	120	60	1,10 kg
150	150	80	2,15 kg
200	200	22	2,00 kg

TABLA 16.4. BALDOSAS PARA PISOS ARMADOS CON ESTRUCTURAS DE HIERRO (medidas en mm)

Descripción	Largo	Ancho	Espesor	Peso
Estándar	300	300	19	4,0 kg
	200	200	19	2,0 kg
	240	240	19	2,7 kg
	300	300	19	3,5 kg
Antibala	190	190	80	-
Antifuego	190	190	80	-
	190	190	180	-

## 16.5. VIDRIOS DE SEGURIDAD

Los vidrios de esta clase que ofrece el mercado son:

- Vidrio armado.
- Vidrios templados.
- Vidrios laminados, constituidos por dos placas de vidrio con una lámina de *poliivinil butiral* entre ellas. También usado como piso (baldosas), pasarelas, peldaños de escalera, etc.
- Vidrio templado laminado (mixto).

TABLA 16.5. RESUMEN DE VIDRIOS PLANOS ACTUALES PARA LA CONSTRUCCIÓN

Tipo de vidrio	Disponibilidad: Espesor, color y dimensiones de fabricación
Flotado transparente incoloro	Espesor nominal: 2-2,5 mm, hojas de 2,10 x 3,20 m. Espesor nominal: 3-4-5-6-8-10 mm. Hojas de 2,50 x 3,60 m. Espesor nominal: 12 mm. Hojas de 2,40 x 3,30 m. Dimensión máxima: 3,60 x 3,60 m en 6-8-10 mm de espesor nominal.
Flotado transparente de color	Gris y bronce: Espesor nominal: 4-5-6-8-10 mm, hojas de 2,40 x 3,60 m. Bronce: Espesor nominal: 12 mm, hojas de 2,40 x 3,60 m. Verde: Espesor nominal: 4-5-6 mm, hojas de 2,40 x 3,60 m. Dimensión máxima gris y bronce 3,60 x 3,60 m, en 6-8-10 mm de espesor.
Impreso incoloro	Espesor nominal: 4 mm, dimensión normal de hoja 1,40 x 2,25 m. Dibujos: SPOTLYTE, ACANALADO, ARTICO, AUSTRAL, COSTWOLD, MORISCO, MARTILLADO, TACARE, MARTELE Y STIPOLITE. Otros espesores: MARTELE 5 mm.
Impreso color	Dimensión normal de hoja: 1,40 x 2,25m. Color amarillo: COSTWOLD, MORISCO, MARTELE y YACARÉ, espesor nominal 4mm, VITRAUX, espesor nominal 6 mm. Color bronce: MORISCO en 4 mm y STIPOLITE en 4 y 6 mm de espesor nominal.
ARMADO Armado con alambre	Dimensión nominal de hoja, ancho 1,40 m, largo 2,05-2,50-3 m. Espesor nominal 6 mm.
DIFUSO De reflexión difusa	Dimensión normal de hoja 1,20 x 1,80 m. Espesor nominal 2,30 mm.
Templado de seguridad	Incoloro gris y bronce, se produce a medida según requerimiento. Templado horizontal (*) Dimensión máxima 1,20 x 3,50 m, espesores 6 y 10 mm Templado vertical, dimensión máxima 2 x 3 m para 10 mm de espesor. Espesores 3-4-5-8 mm: consultar dimensión máxima. Dimensión mínima 0,15 x 0,30 mm. (*) No presenta marcas de pinzas.
Laminad de seguridad	BLISAN ARQUITECTURA: incoloro, gris y bronce, espesores 3 + 3 - 4 + 4 5 + 5 mm en hojas de dimensión estándar de 1,20 x 2,50 m y 1,50 x 2,50 m. BLISAN ANTIRROBO: espesor 3 + 3 + 3 mm, dimensión normal de hoja 1,50 x 2,50 m. BLISAN ANTIBALA: espesores desde 18 hasta 53 mm. Consultar dimensión máxima. A pedido puede suministrarse en otros espesores y dimensiones.
Doble vidriado hermético (DVH)	Se produce a medida, con cámara de aire de 6-9-12 mm de espesor. Puede estar compuesto por cualquiera de los vidrios indicados en esta tabla, no es necesario que sean del mismo espesor. Dimensión mínima 0,30 x 0,30 mm. Dimensión normal máxima 1,50 x 3,60 m.

\* Dimensiones que pueden sufrir variación, según fabricantes.

Tipo de vidrio	Disponibilidad: Espesor, color y dimensiones de fabricación
Templado esmaltado	Se produce en 6 y 10 mm de espesor nominal. Dimensión máxima estándar 1.20 x 3.50 m. Dimensión mínima 0,15 x 0,30 m. Disponible en una amplia variedad de colores. Otros espesores y dimensiones, consultar
Perfiles autoportantes de vidrio (perfil U)	Se fabrica con vidrio incoloro recocido: en su faz externa presenta una textura igual al vidrio impreso STIPOLITE y su faz interna es lisa. La resistencia mecánica del perfil U elimina la necesidad del empleo de la carpintería convencional. Se suministra en tiras de longitud estándar de 5.500 mm y 3.000 mm, siendo las dimensiones del perfil de 260 mm de ancho, 40 mm de ala y 6 mm de espesor.
Vidrio de baja emisividad	Empleado exclusivamente como vidrio interior de unidades de DVH. Disponible en 4 y 6 mm espesor en hojas de 2.440 x 3.300 mm. Puede ser templado, endurecido, curado y laminado con PVB.
Cristal reflectivo pirolítico	Reduce el ingreso del calor solar radiante y disminuye el consumo energético de climatización, así como también la excesiva luminosidad. Su aspecto homogéneo lo hace ideal para la piel de vidrio de los muros cortina. Disponible en 6 mm y hojas de 2.440 x 3.300 mm en varios tonos.
Flotado color de alta performance	Excelente grado de control solar sin recubrir a la aplicación de revestimientos reflectivo dada la selectividad de los colores empleados en su composición. Disponible en 4-6-10 mm y en hojas de 2.440 x 3.300 mm.

Fuente principal: VASA-BLINDEX.

## 16.6. POLICARBONATOS

El policarbonato es un material nuevo, de características propias pero con aplicación y uso alternativo a los vidrios en la construcción (cerramientos, mamparas, invernaderos, etc.).

Son placas de extrusión, de doble pared (con cámara de aire), producidas con resina de policarbonato; las paredes son delgadas y paralelas, unidas entre sí por nervaduras verticales que componen una estructura rígida formada por cámaras herméticas de aire.

Se fabrican en dimensiones estándar de 2.100 mm y de 2.050 mm de ancho útil, con espesores de hasta 16 mm y 10 mm, respectivamente, teniendo ambas, longitudes de hasta 12 m.

Las placas de extrusión pueden ser cortadas a medida para satisfacer las exigencias de las más variadas aplicaciones.

Las placas se fabrican en los espesores y pesos que se detallan en la tabla 16.6; son incoloras, opalinas o de color bronce (fumée), azul y verde.

El mercado también provee paneles de cerramientos de policarbonato alveolar (panel multi-link), que no requiere estructura, permitiendo cubrir luces de hasta 4,00 m.

Completan a los policarbonatos: las placas compactas, la alveolar, la antibala y la perfilera con U de terminación y H de unión, para ensamble de placas en todos sus espesores.

**Colores:** Transparencia, fumée y opalino.

**Usos:** Cubiertas, ventanas, claraboyas, cerramientos balcones, techos, invernaderos, etc.

TABLA 16.6. DIMENSIONES DE LAS PLACAS DE POLICARBONATO

Espesores y pesos			
Espesores y pesos de la placa plana			Placa curva
Espesor	Peso por m <sup>2</sup>		Radio mínimo en m
3,5 mm	Gramaje normal	750 g	0,80 m
4,5 mm	Gramaje normal	1.000 g	1,00 m
6,0 mm	Gramaje ligero	1.300 g	-
6,0 mm	Gramaje normal	1.500 g	1,30 m
8,0 mm	Gramaje normal	1.500 g	-
10,0 mm	Gramaje ligero	1.700 g	-
10,0 mm	Gramaje normal	1.820 g	-
10,0 mm	Gramaje pesado	2.200 g	2,20 m
16,0 mm	Gramaje normal	2.850 g	-
16,0 mm	Gramaje pesado	3.000 g	3,50 m

TABLA 16.7. RESUMEN DE TIPOS Y DIMENSIONES DE PLACAS DE POLICARBONATO

Tipo	Dimensión (mm)	Espesor (mm)
Alveolar	2.100 x 5.800	3,5; 4,5; 6; 8; 10; 16
Compacto	2.050 x 3.000	2; 3; 4; 5; 6; 8; 10
Antibala	2.050 x 3.000	Según calibre

# 17. OBRAS VARIAS

## 17.1. MEDICIÓN DE ESCALERAS

Con las escaleras se forma un apartado especial del presupuesto, clasificándolas con arreglo al tipo de revestimiento de los escalones. Desde el punto de vista de su cómputo, pueden considerarse formadas por las siguientes partes, que para cada escalera se computan por separado:

- a) la estructura resistente;
- b) el revestimiento de escalones y descansos;
- c) los zócalos y limones;
- d) las barandas y pasamanos;
- e) otros: carpeta de nivelación, nariz (metálica, goma, etc.), etc.;
- f) arranque y/o llegada antideslizante.

La estructura resistente debe ser incluida dentro del cómputo general de la misma, o sea dentro del rubro respectivo (puede ser madera, hormigón armado, hierro, albañilería, etc.), por ello en este apartado no la trataremos, pero sí daremos indicaciones sobre las otras partes.

Las escaleras de hierro y madera llamadas “marineras”, “molineras”, “de gato”, etc., se miden por unidad.

La medición se ajustará a esta norma general: se medirán por metro cuadrado, todos los revestimientos, y por metro lineal, las barandas y pasamanos.

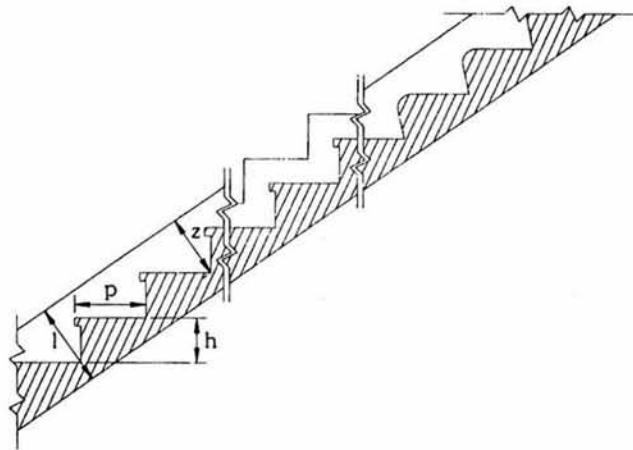


Fig. 17.1. Despiece del desarrollo de una escalera

$(p + h)$  desarrollo de escalón;  $l$ , altura de limón;  $z$ , altura de zócalo.

Conocida la planta, la diferencia de niveles a salvar y el ancho, quedan definidas todas las dimensiones de una escalera. La suma de todos los escalones, "pedada", debe resultar igual a la planta (escalones de tramo recto), pero con escalones compensados puede no serlo; en cambio la suma de todos los contraescalones, "alzada", será igual a la proyección vertical, es decir la altura a salvar. Dichos valores son siempre tomados sobre la línea de huella.

Escalones y contraescalones se miden por conjunto; cuando se conocen sus dimensiones, la superficie de revestimiento resulta igual a:

$$S = n \cdot (p + h) \cdot a,$$

a la cual debe agregarse el área correspondiente a descansos. Los términos de tal fórmula son datos de proyecto ( $a$ : ancho;  $p$ : pedada;  $h$ : alzada;  $n$ : número de escalones), o se miden sobre la escalera misma. Para escalones de piedra lustrada o mármoles debe agregarse la superficie inferior de la nariz.

Zócalos y limones se miden desarrollándolos en pendiente; como ancho se toma la mayor dimensión que pueda medirse entre líneas paralelas a la de pendiente. Esta longitud se encuentra multiplicando las dimensiones en planta por el coeficiente  $k$  de la tabla de pendientes (apéndice I, tabla 1.6, "Calculo de pendientes", ver CD).

Recuérdese que la pendiente es igual al cociente entre el desnivel y la proyección de la pendiente en planta con dicho valor, expresado en metros (m), entramos en la tabla 1.6, "Calculo de pendientes", columna  $h$  (m), o con el valor de su ángulo  $\alpha$  y obtenemos el valor  $k$  correspondiente.

El revoque de la superficie inferior, o sea del bajo escalera ("cielo raso" de la misma), puede deducirse también de la misma tabla.

## 17.2. DEMOLICIONES

El cómputo de la demolición total se hace por partida global, que incluye los trabajos para el total de las estructuras afectadas; o por partida parcial (demoliciones parciales): albañilería, HºAº, instalaciones, etc., y su retiro fuera del recinto de la obra, o no, según el caso.

Cuando sea necesario clasificar las distintas partes para mensurarlas por separado, se aplicarán las normas que en particular se ha dado para cada una de ellas; esto rige, como es obvio, para aquellas estructuras que es factible retirar completas para su uso ulterior (por ejemplo carpintería de madera o hierro, tiranterías, etc.). Las obras que sufran destrucción serán computadas como cascotes, como son las que provienen de albañilería (mampostería, contrapisos, revoques, etc.), y eventualmente los pisos y/o revestimientos según valor recupero; en cambio el hormigón armado, será considerado como escombros y chatarra, o como desechos. En el primer caso se medirán invariablemente por metro cúbico, y/o metro cuadrado, según corresponda (DNA, capítulo I, "Movimiento de tierra. Demoliciones", artículo nº 3, ver CD).

Actualmente, en Europa y Australia, se están practicando las llamadas demoliciones asistidas, donde se tiende al aprovechamiento y/o recuperación de la totalidad de los materiales.

## 17.3. TRABAJOS DE CANALETEO EN MUROS EXISTENTES

La ejecución de canaletas en muros existentes (por ejemplo, en medianeras), para alojar los conductos de las instalaciones o los elementos de la estructura de hormigón armado, se medirán por metro lineal, siempre que se cuente con la información suficiente como para establecer su desarrollo. De todos modos hay que prever una partida en el presupuesto para tales trabajos, que en el caso de las medianeras incluirá el revoque impermeable.



#### 17.4. REPLANTEO Y TRABAJOS DE INSTALACIÓN DE OBRADORES

Las operaciones de replanteo no son fáciles de someter a medición; se las considera por partida global, o se las incorpora al presupuesto como formando parte de los gastos generales (donde incluiremos además limpieza, el desmalezamiento y nivelación del terreno).

La construcción de casillas, depósitos y demás elementos del obrador (vestuarios, sanitarios, comedor, etc.), como asimismo la instalación eléctrica, agua de construcción y cercos provisionales, se estudia también en bloque. En la mayoría de los casos, todas éstas son construcciones que se ejecutan con materiales económicos, teniendo presente que provisorio no significa precario.

Cuando los obradores revistan características especiales, como puede ocurrir por ejemplo en obras muy grandes y/o muy alejadas de los centros urbanos, son motivo de estudios especiales; el cómputo se opera entonces como corresponde a cada estructura, según lo que hemos indicado en los capítulos anteriores.

#### 17.5. JUNTAS DE DILATACIÓN TÉRMICA PARA ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN ARMADO

Más que a las juntas en sí, nos referimos aquí a sus elementos de cierre. La junta se ejecuta con la estructura resistente, y para disimular su vista se recurre a varios métodos, algunos de los cuales se pueden ver en las figuras 17.1, 17.2 y 17.3.

Se computan por metro lineal, quedando incluidas en la unidad las chapas, anclajes, rellenos, etc., y en general todos los elementos que la integran. Se acostumbra a clasificarlas –para su medición– de la siguiente manera: de cielos rasos, de pisos, de paredes exteriores, de paredes interiores y de azoteas.

Esta medición por unidad lineal es aplicable a casi todas las juntas, y solamente en casos muy especiales habrá que recurrir a otros criterios.

**Nota:** Los detalles adjuntos son esquemáticos. Los labios de las juntas serán tratados con pinturas asfálticas y el sellador elegido no deberá ocupar todo el volumen, compartiéndolo con otro material (arena), por costo.

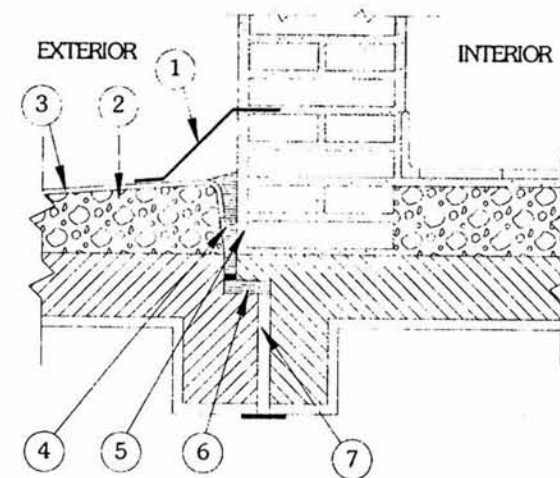


Fig. 17.1. Junta de dilatación entre cuerpos de edificio de distintas alturas, con estructuras de H°A°.

1) Chapa de zinc; 2) Alisado para asentar; 3) Membrana hidrófuga con terminación aluminio; 4) Sellador; 5) Revoque hidrófugo; 6) Junta premoldada flexible; 7) Espacio dilatación térmica (H°A°).

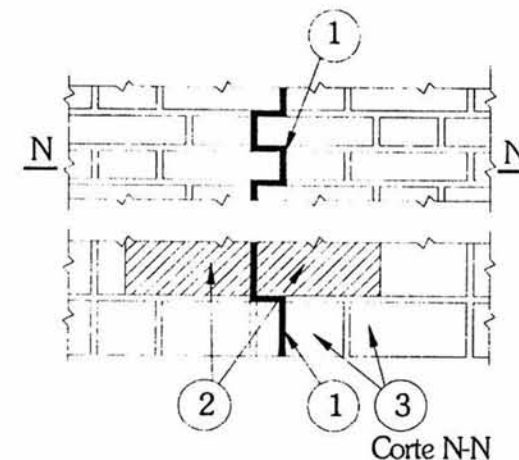


Fig. 17.2. Junta de dilatación en muro con ladrillos a la vista y estructura de H°A°.

1) Junta selladora con materiales elastoméricos y/o siliconados; 2) Columna de hormigón; 3) Albañilería.

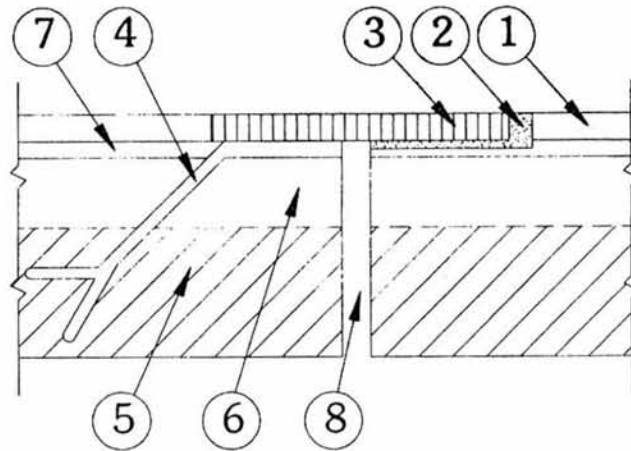


Fig. 17.3. Junta de dilatación, en solados sobre contrapiso y losa de H°A°.

1) Solado; 2) Relleno elástico (sellador); 3) Chapa metálica; 4) Grapa de anclaje; 5) Losa; 6) Contrapiso; 7) Mortero de asiento; 8) Junta de dilatación.

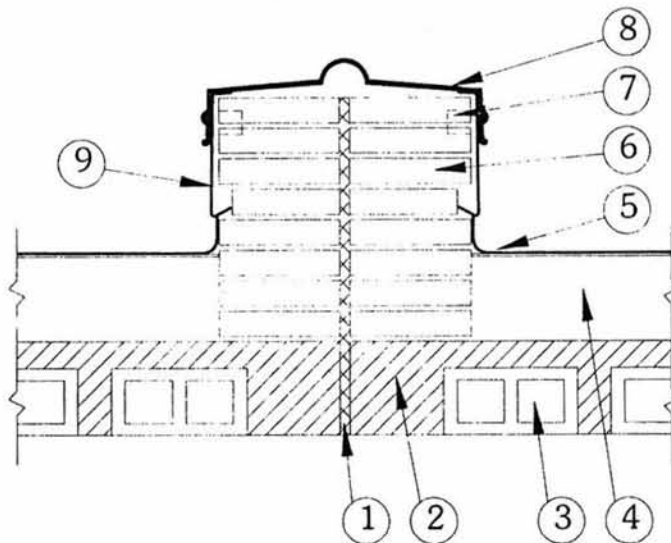


Fig. 17.4. Junta de dilatación en terraza.

1) Junta de dilatación; 2) Estructura H°A° (nervurada); 3) Ladrillo hueco; 4) Contrapiso; 5) Membrana hidrófuga; 6) Mampostería; 7) Amure cupertina; 8) Cupertina de chapa de zinc; 9) Chapa de zinc (cubre membrana).

## 17.6. CONDUCTOS DE VENTILACIÓN

Son elementos que corrientemente no figuran indicados en los planos, y que sin embargo, forman parte ineludible de la obra. Se usan en locales que pueden ser afectados por la acumulación de gases, olores, etc.

Constituyen una ventilación natural de circulación de aire por tiraje, regulable o permanente.

Pueden ser contruidos de albañilería, o por agregación de tubos prefabricados de hormigón, o mixtos. En algunos casos su colocación está determinada por reglamentaciones de los organismos del Estado (ex-Gas del Estado, OSN, etc.), y en otros están impuestos por evidentes necesidades del uso. El técnico debe prever su colocación cuando los planos no los indiquen, y tener en cuenta las disposiciones del Código de la Edificación (Buenos Aires), que a su vez servirá de base para el cómputo de ventilaciones, cuando no estén claramente especificadas.

La medición se hará por metro lineal, incluyendo en la unidad todos los elementos de amarre, sombreretes, rejillas, etc.

## 17.7. CHIMENEAS Y CONDUCTOS DE HUMO

Las chimeneas van computadas por unidad, en la cual queda incluido el hogar con su revestimiento refractario, con todos sus elementos accesorios (pulmón, cenicero, etc.), y de ornamento exterior.

Actualmente, se comercializan los hogares prefabricados, que no incluyen los conductos de humo.

Los conductos de humo, se miden independientemente, por metro lineal. La unidad comprende todos los revestimientos, exteriores o interiores, revoques, etc. Véanse las siguientes disposiciones del Código de Edificación (artículo 5.11.5.0), que sirven también como información general para casos no especificados.

**Revestimientos:** de ladrillos refractarios de 0,10 m de espesor, hasta 15 m de altura; la altura restante hasta el coronamiento revocado con mezcla refractaria; quedan exceptuadas de esta norma las chimeneas de baja temperatura (Código de Edificación, artículo 5.11.5.3, Buenos Aires).

## 17.8. TANQUES DE AGUA PARA RESERVA DOMICILIARIA

La instalación domiciliaria de aguas corrientes requiere, en la inmensa mayoría de los casos, la construcción de un depósito destinado a la doble

finalidad de reservar agua y darle presión. Cuando la provisión queda a cargo del propio usuario, la disposición y capacidad de estos tanques queda librado a su propio criterio, sin más limitaciones que las económicas (zona fuera de control reglamentario). Pero cuando la provisión era efectuada por la ex-Obras Sanitarias de la Nación, debían cumplirse ciertos recaudos impuestos por las normas de este organismo. Y aun en el primer caso, es prudente cumplir con las citadas reglamentaciones, por el doble motivo de estar fundadas en razones técnicas debidamente consideradas, y anticipar así la futura conexión con la red pública.

TABLA 17.1. CAPACIDAD, EN LITROS, DE LOS TANQUES DE RESERVA  
(según las normas de la ex-OSN)

(Para cada unidad de vivienda completa, estimándose como tal la constituida por: baño principal, baño de servicio, pileta de cocina, pileta de lavar y pileta de lavar copas.)

Caso I

Alimentación	Volumen de reserva
Directa	850 l
Por bombeo	600 l

En casas de escritorios, negocios, depósitos, etc., para los distintos recintos u artefactos se considera:

Caso II

Alimentación	B° o WC	M°	L. PC. O PL.
Directa	350 l	250 l	150 l
Por bombeo	250 l	150 l	100 l

*Nota:* Para el caso I, si hay otros artefactos o conjunto de artefactos, además de los indicados en dicha tabla, se tomará el 50% de los valores correspondientes a los mismos indicados en el caso II.

En edificios de departamentos y similares el tanque es una estructura costosa y debe ser debidamente computada. Para los casos en que los planos

no informen sobre el detalle del tanque, se puede calcular su volumen con los datos de la tabla 17.1. Además deberá tenerse en cuenta lo siguiente:

a) Las "Normas" de la ex-Obras Sanitarias de la Nación toleran un volumen de reserva con capacidad 50% mayor que la indicada en la tabla, y en los casos de bombeo se podrá alcanzar la capacidad máxima fijada para la alimentación directa.

b) La industria provee tanques prefabricados con capacidad de hasta 1.000 litros, ejecutados con acero inoxidable, plástico, etc.

c) Los tanques irán provistos de dos tapas, una de ellas sumergida, de la cual podrá prescindirse cuando la capacidad sea inferior a 1.000 litros; y otra superior de inspección.

d) Cuando la tapa sumergida tenga su eje a más de 1,40 m del piso, se ejecutará una plataforma de maniobras de 0,70 m de ancho, y que tenga por lo menos a lo largo 25 cm más a cada lado de la tapa sumergida. Esta plataforma tendrá una baranda de seguridad de 0,90 m de alto como mínimo, y escalera de acceso.

e) Si el techo del tanque estuviera a más de 2,50 m del piso se lo proveerá de una escalera de acceso al techo (que no podrá amurarse al tanque en niveles inferiores al nivel del agua).

*Nota:* Por más detalles se deberá consultar el Reglamento para Instalaciones Domiciliarias e Industriales de la ex-OSN.

## 17.9. CERCOS Y ALAMBRADOS

Los cercos perimetrales se medirán en general por metro lineal. Hacen excepción los de albañilería, para los cuales rigen las normas dadas en el capítulo 3, "Albañilería".

Para cercos de alambre "de hilos", se consideran incluidos en la unidad los postes, varillones, varillas, torniquetes y criques, y todos los hilos, sean lisos o de púas. Los postes en general son de hormigón premoldeado, y los alambres se venden en rollos (tabla 17.2).

Los cercos mixtos (murete de mampostería y coronamiento de verja, alambre o madera) se medirán computando la albañilería por metro cúbico y la parte superior por metro lineal.

TABLA 17.2. ALAMBRE OVALADO EN ROLLOS

Calibre J. de P.		Peso bruto del rollo	Metros por rollo
Nº	Espesor		
16 / 14	2,7 / 2,2	45	1.260
17 / 15	3,0 / 2,4	45	1.070
18 / 16	3,4 / 2,7	45	860
19 / 17	3,9 / 3,0	45	650

### 17.10. OTROS ELEMENTOS

Son esa serie de disposiciones o elementos no contenidos en los planos y que sin embargo forman parte ineludible de la obra.

Nos referimos a todo lo que prescriben los códigos y/o reglamentos, tanto para la parte de obra civil como electromecánica, gas, etc., sin olvidar la reciente disposición acerca del impacto ambiental, que puedan llegar a generar las construcciones.

De entre todas las disposiciones, obviamente es el Código de la Edificación, el que más cuenta, particularmente su sección 5, "De la ejecución de las obras", que no transcribimos (por ser bibliografía imprescindible del técnico se encuentra en una etapa de puesta al día).

TABLA 17.3. PESO ESPECÍFICO DE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN\*

	kg/m³		kg/m³
<b>A) CUERPOS A GRANEL</b>		61. Urunday	1.220
1. Tierra seca	1.330	62. Viraró	970
2. Tierra húmeda	1.800	63. Virapita	995
3. Gravilla seca	1.700		
4. Gravilla húmeda	2.000	<b>G) METALES</b>	
5. Arena seca	1.600	64. Hierro laminado	7.850
6. Arena húmeda	1.860	65. Acero	7.860
7. Escorias y cenizas		66. Plomo	11.420
8. de coque	750	67. Cobre laminado	8.900
9. Piedra partida (granza granítica)	1.300	68. Bronce laminado	8.600
Canto rodado	1.700	69. Zinc laminado	7.200
		70. Estaño laminado	7.400
<b>B) PIEDRAS NATURALES</b>		71. Latón fundido	8.400
10. Granito - Siena - Pórfido	2.800	72. Latón laminado	8.650
11. Piedra caliza compacta	2.500		
12. Piedra caliza porosa	2.000	<b>H) OTROS MATERIALES</b>	
		73. Ceniza	900

	kg/m³		kg/m³
<b>C) MAMPOSTERÍAS</b>		74. Basura	660
13. Ladrillos comunes, morteros de cal	1.600	75. Pizarra	2.700
14. Ladrillos comunes, mortero de cemento	1.800	76. Vidrio	2.600
15. Ladrillos huecos, mortero de cal	1.300	77. Yeso	970
16. Ladrillos huecos, mortero de cemento	1.500	78. Cal viva	1.150
17. Ladrillos de máquina OSN, mortero de cal	2.000		
18. Ladrillos de máquinas OSN, mortero de cemento	2.200	<b>I) PAVIMENTOS</b>	
19. Ladrillos prensados, mortero de cal	1.900	79. Baldosas y mosaicos; mortero de cemento y mármol reconstituido por cada centímetro de espesor	22
20. Ladrillos prensados, mortero de cemento	2.100	80. Baldosas cerámicas, id., id.	20
21. Tabique de escoria, carbonilla, etc. Empastados con cemento	1.300	81. Asfalto fundido, id., id.	14
22. Ladrillos refractarios	2.700		
23. Mármol	2.500	<b>J) CIELOS RASOS</b>	
24. Piedra caliza	2.300	82. De yeso incluso enlisonado	20
25. Granito	2.600	83. De mortero de cemento, cal y arena con metal desplegado	57
26. Piedra artificial	2.100	84. De yeso	5
<b>D) MORTEROS</b>		<b>K) CUBIERTAS</b>	
27. Cemento y arena	2.100	85. Tejas planas simples, con armadura de sostén	76
28. Cemento, cal y arena	1.900	86. Tejas planas dobles, id., id.	95
29. Cal y arena	1.700	87. Tejas marsella, id., id.	65
30. Cal, arena y polvo de ladrillos	1.600	88. Tejas españolas, id., id.	105
31. Yeso fundido	1.000	89. Tejado de teja flamenca con baño de mortero, id., id.	80
		90. Tejado de teja flamenca de gran tamaño, id., id.	85
<b>E) HORMIGONES</b>		91. Tejado de teja árabe a la bohemia, id., id.	115
32. De cemento, arena, canto rodado, piedra partida o granza granítica Sin armar	2.200	92. Tajado inglés de pizarra sobre enlisonado, id., id.	45
Armado	2.400	93. Tejado inglés, sobre tablas de 2,5 cm, id., id.	55
33. De cemento, arena y cascote	1.800	94. Tejado alemán de pizarra con tejas de 20 cm x 15 cm, id., id.	60
34. De cal, arena, polvo de ladrillos y cascotes	1.600	95. Tejado alemán sobre tablas de 2,5 cm y cartón cuero, tejas de 35 cm x 25 cm, id., id.	65
<b>F) MADERAS</b>			
35. Pino de flandes	700		

	kg/m <sup>3</sup>		kg/m <sup>3</sup>
36. Pino americano	800	96. Zinc en chapa de	
37. Pinotea (resinoso)	900	0,7 mm de espesor,	
38. Pino Spruce	550	id., id.	40
39. Pino blanco	500	97. Cobre de chapa de	
40. Abeto blanco o rojo	600	0,6 mm de espesor,	
41. Roble vivo	950	id., id.	40
42. Roble avellano	650	98. Vidrios sin armar de	
43. Roble rojo o negro	700	4 mm de espesor.	12
44. Roble blanco	750	Por cada mm de espesor	
45. Álamo	500	de vidrio, un aumento	
46. Ciprés	480	de:	3
47. Fresno	650	99. Vidrio armado de 5 mm	
48. Nogal blanco	450	de espesor	30
49. Nogal negro	650	Por cada mm de espesor	
50. Cedro	610	de vidrio, un aumento	
51. Raulí	580	de:	5
52. Curupay colorado		100. Tejas de vidrio con	
y negro	1 100	armadura de sostén	65
53. Curupay blanco	950	101. Cubierta de chapa de	
54. Incienso amarillo	980	hierro ondulado	10
55. Incienso colorado	990	102. Chapa ondulada de	
56. Lapacho amarillo o verde	980	fibrocemento de	
57. Lapacho negro o moro	1.150	8 mm de espesor	20
58. Ñandubay	960	103. Chapa ondulada de	
59. Quebracho blanco	920	fibrocemento de	
60. Quebracho colorado	1.300	6 mm de espesor	15

\* Valores adoptados por el Reglamento General de Construcciones de la Municipalidad de la Ciudad de Buenos Aires.

## 18. INSTALACIONES COMPLEMENTARIAS

### 18.1. GENERALIDADES

Al llamarlas complementarias, no estamos queriendo darles un carácter simplemente secundario, todo lo contrario, ya que constituyen el complemento indispensable para lograr el confort ambiental y/o habitabilidad de los espacios construidos, sino tan sólo mostrarlas en su naturaleza diferente al resto de los otros rubros de obra que rutinariamente debe estudiar el computista.

Algunas de ellas son harto conocidas, como las obras sanitarias, gas, electricidad; otras no lo son tanto –provisión de oxígeno, vacío, aire comprimido–, pero todas ellas guardan cierta similitud desde el punto de vista que nos interesa: el cómputo métrico.

En general, en estas instalaciones, hay un centro donde el servicio se produce (por ejemplo una caldera), un sistema de conductos que lo reparte a distintos puntos del edificio y en cada uno de esos puntos, un artefacto de naturaleza *ad-hoc*, para que el usuario pueda servirse.

De allí que el concepto general para la medición de las instalaciones pueda resumirse en los siguientes puntos:

a) dividir la instalación en sus partes componentes: toma o producción, conductos de distribución, artefactos de uso;

b) hacer, para cada una de esas partes, el despiece adecuado, agrupando sus elementos conforme con sus módulos característicos (por ejemplo, los caños irán agrupados según sus diámetros, los artefactos según sus



tipos), y midiéndolos en unidades adecuadas (caños en metros, radiadores en metros cuadrados de superficie radiante, extinguidores de incendio por unidad, etc.).

El cómputo métrico de una instalación especial debe aproximarse lo más que se pueda a una lista para compra de materiales: si se compra un inodoro, nos entregarán un artefacto de loza y nada más, con lo cual ni siquiera podemos instalarlo; en cambio, si se compra un inodoro y además la brida con sus tornillos de fijación, la conexión cromada y el asiento con tapa, recibiremos exactamente lo que la obra necesita.

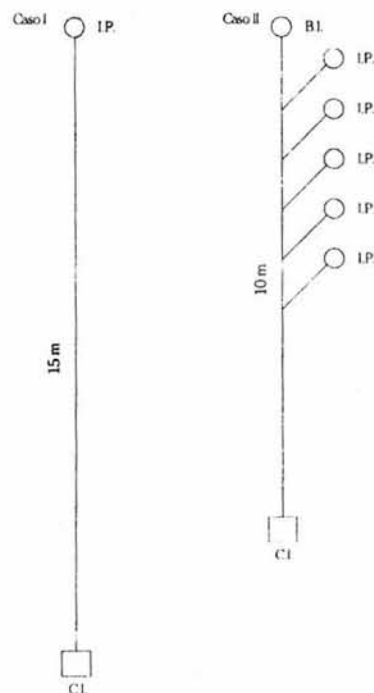


Fig. 18.1. Instalación sanitaria para desagüe de inodoros.

Véase en la figura 18.1. dos instalaciones para desagüe de inodoros. La primera sirve a uno, la otra, a cinco artefactos: ambas tienen la misma longitud total. Sin embargo, el despiece de ambas muestra las siguientes diferencias:

	Caso 1	Caso 2
Tubos forrados	1	5
Curvas	1	5
Ramales a 45°	-	5
Caños de 4 m	3	-
Caños de 3 m	1	1
Caños de 2 m	-	1
Caños de 1 m	-	10
Juntas de plomo	5	26
Tapa para B.I.	-	1

Se hace obvia la necesidad de un completo despiece, si se quiere una medición conforme con la realidad del trabajo.

Las instalaciones complementarias en general, son objeto de subcontrato. De allí que su cómputo escape de la esfera del computista de obras generales. El conocimiento de las reglamentaciones, los materiales y la tecnología propia de cada instalación, dan al técnico especializado la rapidez y seguridad que la experiencia aumenta.

Sin embargo, no serán pocas las ocasiones en que nos veamos forzados a preparar listas o verificar medición de estas instalaciones, cuya complejidad no es tan grande que no pueda ser analizada por un hombre con conocimientos generales de obra. Por otra parte, en el plano de la enseñanza, más que útil, es forzoso el aprendizaje del cómputo de estas especialidades.

## 18.2. NORMAS DE LA DNA

En los capítulos XIII al XVI, en su anexo I y en el anexo II, y los capítulos XIV, XV, XVII al XXVI (ver CD), pueden verse las disposiciones sobre una buena cantidad de estos servicios. A las obras sanitarias, instalaciones eléctricas y calefacción que formaban parte del pliego de 1938 se han agregado el aire acondicionado, cocinas, incineradores, bombas, gas, vacío, aire comprimido, tubos neumáticos, ascensores, esterilización, lavaderos mecánicos y refrigeración. Podrán servir, por analogía, para otros tipos de instalaciones que pudieran presentarse.

## 18.3. OBRAS SANITARIAS

Una instalación sanitaria está formada por varios sistemas, cada uno de los cuales cumple un servicio diferente. La fuerza que en nuestro país

tuvo Obras Sanitarias de la Nación como organismo rector en todo este tema, ha creado realmente una escuela sanitaria, una técnica específica y una manera de computar. Algunos organismos provinciales independientes basan sus normas en las de OSN, y aun en aquellos casos en que el organismo nacional, o los provinciales, no tengan jurisdicción, es prudente proyectar conforme con esas normas en razón de su calidad técnica, y por la circunstancia de que tal vez, en el futuro, la red interna pueda ser conectada a una eventual red pública.

Desde los puntos de vista funcional y constructivo, la instalación sanitaria se divide en cuatro sistemas:

- a) servicio de agua fría;
- b) servicio de agua caliente;
- c) desagües cloacales;
- d) desagües pluviales;
- e) servicio de incendio.

*Nota:* Se agrega el servicio contra incendios, que formaría parte de las obras sanitarias, siempre que el medio de ataque sea el agua corriente.

Cuando se privatiza OSN, la Legislatura de la Ciudad de Buenos Aires, el 08/10/1998, aprueba el proyecto de modificación del Código de la Edificación, para que contenga las disposiciones técnicas que restablezcan el control de las instalaciones sanitarias internas de los edificios, en un todo de acuerdo a los reglamentos y normas que al efecto había dictado la ex-OSN.

En el proyecto de grandes conjuntos de edificios –como complejos habitacionales, establecimientos militares, construcciones industriales, etc.– aparecen las redes externas de provisión de agua y desagües, con eventuales desagües pluviales y redes de incendio, que se agregan como nuevos sistemas, independientes de los señalados más arriba.

El cómputo métrico se hará dividiendo la instalación en los cuatro rubros señalados, con más el incendio si corresponde. Las redes externas, cuando las haya, serán objeto de un cómputo independiente (uno para cada sistema).

#### **a) Provisión de agua fría**

La *conexión a la red externa*: desde la férula –sobre el caño maestro de la calle– hasta la llave de paso maestra (en la vereda) se extiende la co-

*nexión exterior*, y desde aquella a la llave de paso general (en el límite interior de la propiedad), se desarrolla la cañería de enlace (medidor median-te), cuyos elementos se considerarán como formando parte de la red externa y se computan con ella, sea ésta pública o privada.

A partir de la llave de paso –incluida ésta– comienza la cañería interna de agua fría del edificio. En ella habrá que separar con el fin de su cómputo:

1) *Alimentación*: incluye la cañería comprendida entre la llave de paso y tanque de reserva y/o tanque de bombeo:

- Llave de paso, en pilar o nicho.
- Cañería entre la llave de paso y tanque de bombeo.
- Equipo de bombeo: formado por el tanque de bombeo, el grupo de bombas y el conjunto de válvulas entre las bombas y las juntas elásticas (en esta cañería, computar las piezas como curvas, tes, juntas elásticas, uniones dobles, etc.).
- Tapas herméticas para el tanque de bombeo.
- Bases para bombas.
- Tablero de bombas y automático entre tanque de reserva y tanque de bombeo (esta indicación es preventiva: su despiece corresponde al electricista).
- Cañería de aspiración entre tanque de bombeo y bombas.
- Cañería de alimentación (de impulsión), entre las juntas elásticas y el tanque de reserva.
- Tapas para el tanque de reserva.
- Los respectivos flotantes de ambos tanques.

2) *Distribución*: incluye la cañería entre el tanque de reserva y los artefactos de uso:

- Colector y/o puente de empalme o distribuidor.
- Válvulas esclusas y de limpieza del colector, ruptores de vacío.
- Cañerías de bajada (incluidas las alimentaciones a caldera e intermediario) desde la esclusa del colector hasta el nivel de cada piso y la llave de paso de cada unidad habitable (cañería distribuidora externa).
- Cañería de distribución interna de cada unidad, desde su llave de paso hasta cada uno de los recintos sanitarios, artefactos o canillas de uso (cañería distribuidora interna).
- La bronceería de cada artefacto se computará en un ítem especial llamado *bronceería*; se incluirán llaves de paso para cada recinto y/o artefacto aislado.

### b) El servicio de agua caliente

Para el cómputo de obras sanitarias, la instalación de agua caliente central excluye los medios de producción. El trato más difundido entre constructores y subcontratistas, supone que tanto la caldera (producción), como el tanque intermediario (almacenamiento), corren por cuenta del instalador de calefacción, cuando lo haya, o de otro instalador que no es el de obras sanitarias. El servicio de agua caliente arranca, entonces, inmediatamente después del intermediario.

Del mismo modo, si la producción de agua caliente es individual, y se hace por calefones o termotanques, éstos quedan excluidos de la instalación y forman parte de la instalación de gas. Los sistemas de distribución sanitaria de agua caliente son varios (según sea la disposición de montantes y retornos), pero eso no modifica el criterio de clasificar ordenadamente los elementos y practicar un cuidadoso despiece.

Aquí hemos elegido uno de ellos, por ej., montante distribuidor y retorno colector:

- Los montantes con sus válvulas y caños de escape por encima del nivel del tanque de reserva.
- Colector de retorno con sus válvulas.
- Retornos hasta la distribución en cada unidad habitable independiente.
- Distribución en cada piso o unidad independiente, con llave de paso a la entrada y la salida.
- Bomba recirculadora.
- La broncería es la misma que ha sido computada para el agua fría.
- Como hemos dicho, la alimentación a la caldera y el intermediario forman parte de la instalación de agua fría.

### c) Desagüe cloacal y ventilaciones

Se ordena según el criterio funcional y dentro de éste por material y diámetro.

Aquí pueden adquirir importancia las obras de albañilería para la construcción de receptáculos; lo mismo puede ocurrir con las piezas especiales de la cañería (curvas, codos, tes, ramales, etc.), que en este caso requieren un inevitable cómputo.

- *Desagües primarios*: son los que desaguan inodoros de cualquier tipo, lavachatas, *slop-sinks* (vaciadero), mingitorios de cualquier

tipo, cámaras principales de inspección, etc.; *cañería bermellón* en los planos.

- *Desagües secundarios*: para los lavatorios, piletas de cocina, bidés, bañeras, receptáculos de ducha, etc.; *cañería sepia* en los planos;
- *Cañería de ventilación*: *cañería verde* en los planos.
- *Receptáculos varios*, que pueden ser:
  - 1) de material sanitario, prefabricado (bocas de acceso, inspección, etc.);
  - 2) de albañilería ejecutadas *in situ* (bermellón o sepia, en los planos, según el sistema a que correspondan, como son cámaras de inspección, pozos de bombeo, etc.).

En cuanto a la ventilación, se refiere exclusivamente a la necesaria para arrastrar los gases de la cañería y difundirlos en la atmósfera. Se excluyen los conductos de ventilación de los locales, que van con el cómputo de obras generales. Si los receptáculos intercalados en la línea son de material sanitario, forman parte de este apartado. Si son de albañilería se forma con ellos un rubro especial, detallando tipos y cantidades.

### d) Tirón recto

Es el que finalmente recibe todos los residuos cloacales del edificio (artefactos primarios), y los canaliza hacia la colectora exterior (si existe), caso contrario, hacia las cámaras sépticas y/o pozos ciegos (negro). Poseen además un sistema de ventilación propia a través de cañerías *ad hoc*.

Se deberá computar:

- Cañería principal que recorre la planta baja (tirón recto), canalización final hacia la colectora.
- Cámara de inspección y/o ramales tapa o boca inspección.
- Ramales horizontales a cañería principal.
- Caños de descarga y ventilación (prolongaciones verticales de cañería principal).
- Las cañerías de ventilación subsidiaria y sus remates a los cuatro vientos.
- Bocas de acceso y/o empalme acceso.
- Caños de cámara, curvas y ramales con tapa.

### e) Desagües pluviales

El desagüe pluvial comienza en los imbornales (embudos y rejillas de piso) que se colocan en los techos y los patios respectivamente. Termina en

la calle en el cordón de la vereda o en la red externa (radio antiguo). Entre ambos extremos está la cañería, que tendrá ocasionalmente intercalada alguna cámara o boca de desagüe con tapa ciega o rejilla. Ocasionalmente, también, habrá un sistema de bombeo si los niveles de recepción son más bajos que los de salida. Se computará:

- Embudos.
- Cañería de lluvia y conductales, con sus piezas.
- Rejillas de piso, bocas de desagüe (abierta o cerrada).
- Sistema de bombeo (despiezado: pozo, cámaras, bombas, cañería recta y piezas; automático, si lo hay).

Si los embudos arrancan de una canaleta, deben ser computados con ésta. Los subcontratistas de cubiertas metálicas se hacen cargo de las canaletas y los embudos; en estos casos la medición de OS no debe incluir canaletas ni embudos (parte de las bajadas). Si, en cambio, son embudos de azoteas, corresponde computarlos. Si los caños de bajada son de chapa de zinc, forman parte del subcontrato de zinguería.

#### **f) Servicio contra incendio**

Un edificio puede contar con servicios de alarma y ataque. Los primeros son, corrientemente, instalaciones electromecánicas y se miden como instalaciones eléctricas. Los segundos consisten, en el caso más usual, en un sistema de agua fría con un tanque de reserva mixto o exclusivo, y bocas de ataque en distintas partes. Pro venga el agua o no de la red pública, corresponde al computista de OS considerar:

- Alimentación al tanque de incendio, con sus bombas, cañerías, piezas especiales, valvulería, etc.
- Toma o pozo de agua

Los dos puntos anteriores corresponden cuando el tanque de incendio es independiente del de agua domiciliaria o cuando la fuente de provisión no es de la red pública.

- Colector del tanque de incendio (tanque mixto o exclusivo), con sus válvulas de limpieza y de bajadas.
- Cañería de bajada hasta la boca de incendio.
- Bocas de incendio (nicho, manguera, lanza, soporte y llave de incendio).
- Rociadores de techo, automáticos (*sprinklers*) o no.
- Matafuegos, granadas, baldes, etc.

Otros equipos de ataque, como estación central de dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ), autobombas, etc., no son de esta especialidad.

#### **18.3.1. ARTEFACTOS**

Aunque un artefacto forma siempre parte de un sistema –se clasifican, según el sistema cloacal que sirven, en primarios o secundarios–, y ello les otorga particular naturaleza y característico material, se forma con ellos un rubro especial, ocupando cada uno de sus tipos, un ítem. Por tipo entendemos aquí, no solamente su destino, que es la base de su ordenamiento, sino también su modelo y color.

Cada artefacto debe ir acompañado de sus elementos complementarios: por ejemplo, los tornillos para afirmar el bidé, su toma de agua cromada, su sopapa y su conexión de desagüe, los tornillos, la brida, conexión y asiento con tapa para el caso de un inodoro, etc.

*Artefactos primarios:* inodoros, vaciadero (*slop-sinks*), lavachatas, mingitorios, piletas de piso, etc.; todos ellos poseen un cierre hidráulico (sifón).

*Artefactos secundarios:* bidés, bañeras, receptáculos para ducha, lavatorios, piletas de cocina, piletas de lavar, bebederos, etc.

*Grifería:* comprende las bocas de uso o surtidoras (broncería), del agua caliente y la fría y forman parte del artefacto. Con ellas se forma un rubro independiente que comprende desde las canillas de servicio hasta los llamados *juegos de combinación*, monocomando, etc., de distintas terminaciones según la categoría de la construcción. Van clasificados por tipo y modelo.

#### **18.3.2. DE LOS MATERIALES**

En el conjunto de las redes internas mencionadas se encontrarán muchos elementos que se repiten. Por ejemplo, el cobre estará, o puede estar, repetido en agua fría, agua caliente e incendio y algo similar puede ocurrir con el hierro fundido, el plomo, etc. De aquí que, para no alargar innecesariamente la lista de materiales, sea aconsejable resumir en un solo ítem a aquellos elementos que se repiten.

Naturalmente, la información debe hacerse con materiales de idéntico tipo y medidas (espesor y diámetro), ya que caños galvanizados con costura, por ejemplo, no pueden equipararse ni por calidad ni por precio con caños



galvanizados sin costura: tampoco el plomo "aprobado", con el pesado; ni el latón con el cobre, ni el hierro fundido de 4 mm con el de 6 mm, ni el PVC de 3,2 mm, con el común, etc.

### 18.3.3. DE LA MANO DE OBRA

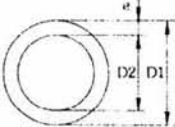
Las informaciones relativas a la relación entre el subcontratista y los trabajos que son de su responsabilidad, tal como han sido descriptos en este capítulo, se entienden dentro de la norma general de las costumbres establecidas y la relación de él con el contratista principal (mampostería), se da a través de la ayuda de gremio que éste le dispensa. Los casos particulares que marquen un comportamiento distinto deben ser, lógicamente, considerados cuando se presenten.

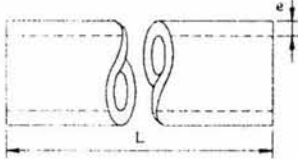
La mano de obra se encuentra caratulada como "Obreros sanitarios", dentro del Convenio Colectivo de Trabajo N° 76/75, para la Construcción.

## 18.4. TABLAS PRÁCTICAS

TABLA 18.1. CAÑOS DE CU

Diámetro nominal		Diámetros reales						Espesor de pared E		Longitudes aproximadas L		Peso aprox. p/metro
		D 1	Tolerancia		D 2	Tolerancia				En rollo	En tiras	
			Máx	Mín		Máx.	Mín.					
m	pulg.	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	m	m	kg
9"	3/8"	12,52	0,05	0,05	10,72	0,05	0,05	0,9	10%	25	5	0,290
13"	1/2"	16,70	0,05	0,05	14,70	0,05	0,05	1,0	10%	25	5	0,440
19"	3/4"	23,05	0,05	0,05	21,05	0,05	0,05	1,0	10%	25	5	0,620
25"	1"	29,40	0,05	0,05	27,40	0,05	0,05	1,0	10%	25	5	0,793
32"	1 1/4"	35,75	0,05	0,05	33,55	0,055	0,055	1,1	10%	-	5	1,102
38"	1 1/2"	42,10	0,10	0,10	39,60	0,0625	0,0625	1,25	10%	-	5	1,473
51"	2"	54,80	0,10	0,10	51,80	0,075	0,075	1,50	10%	-	5	2,316
32"	1 1/4"	35,75	0,05	0,05	32,15	0,09	0,090	1,80	10%	-	5	1,772
38"	1 1/2"	42,10	0,10	0,10	38,50	0,09	0,090	1,80	10%	-	5	2,104
51"	2"	54,80	0,10	0,10	50,80	0,10	0,10	2,00	10%	-	5	3,045





\* DUREZA BRINELL Blando: 38 - 40.

\*\* DUREZA BRINELL Duro: 150.

Fuente: KOPERCAN - FV.

TABLA 18.2. CAÑO NEGRO Y GALVANIZADO (IRAM)

IRAM 2502	Diámetro nominal		Diámetro exterior	Espesor	Peso caño negro		Peso caño galvanizado	
	mm	pulg.	mm	mm	Lisos	Con R y C	Lisos	Con R y C
					kg/m	kg/m	kg/m	kg/m
15	12,70	½	21,30	2,35	1,10	1,11	1,154	1,165
20	19,05	¾	26,90	2,35	1,41	1,42	1,479	1,490
25	25,40	1	33,70	2,90	2,28	2,23	2,298	2,320
32	31,75	1 ¼	42,40	2,90	2,84	2,87	2,952	2,991
40	38,10	1 ½	48,30	2,90	3,26	3,30	3,390	3,440
50	50,80	2	60,30	3,25	4,56	4,63	4,721	4,790
65	63,50	2 ½	76,10	3,25	5,81	5,93	6,016	6,140
80	76,20	3	88,90	3,25	7,65	7,82	7,890	8,061
100	101,60	4	114,30	4,05	11,00	11,30	11,312	11,612

R y C: rosca y cupla.

TABLA 18.3. CAÑOS DE PLOMO.  
DETALLES DE ESPESORES Y PESOS

Diámetro interior (mm)	kg por metro	Espesor pared (mm)	Diámetro exterior (mm)	Metros por rollo	Peso aprox. por rollo (kg)	Peso por trón (kg)
6,349	0,350	1,325	9,000	71,43	25	-
9,524	0,650	1,8	13,100	38,46	25	-
9,524	0,400	1,1	11,600	62,50	25	-
9,524 Agua	1,272	3,0	15,524	36,95	50	-
9,524 Pesado	2,147	4,5	18,524	21,89	50	-
12,699	0,770	1,4	15,500	32,46	25	-
12,699	1,000	2,1	16,900	30,00	30	-
12,699	1,500	2,6	17,900	31,33	50	-
12,699 Agua	1,696	3,0	18,699	27,71	50	-
12,699 Pesado	2,783	4,5	21,699	16,89	50	-
19,049	1,200	1,7	22,400	20,80	25	-
19,049	2,300	3,0	25,000	13,04	30	-
19,049 Agua	2,783	3,5	26,000	16,89	50	-
19,049 Pesado	4,241	5,0	29,049	11,08	50	-
25,400	1,950	2,0	29,500	12,82	25	-
25,400	3,000	3,1	31,700	10,00	30	-
25,400	3,700	3,6	32,900	12,70	50	-
25,400 Agua	4,692	4,5	34,400	10,02	50	-
25,400 Pesado	5,929	5,5	36,400	7,93	50	-
31,750	2,300	1,9	35,500	17,39	40	5,520
31,750	2,900	2,4	36,500	8,62	25	6,960
31,750 Agua	6,538	5,0	41,750	7,65	50	15,691
31,750 Pesado	7,289	5,5	42,750	8,23	60	17,493
38,100	2,500	1,8	41,800	-	-	6,000
38,100	3,000	2,1	42,300	-	-	7,200
38,100	3,550	2,5	43,000	16,90	60	8,520
38,100 Ventil.	3,578	2,5	43,100	16,77	60	8,587
38,100	3,750	2,6	43,300	16,00	60	9,000
38,100	4,166	2,9	43,800	14,40	60	10,000
38,100	4,900	3,3	44,700	8,16	40	11,760
38,100 Agua	7,599	5,0	48,100	7,90	60	18,237
38,100 Pesado	9,330	6,0	50,100	6,43	60	22,390
50,790	3,300	1,8	54,100	-	-	-
50,790	4,167	2,2	55,200	-	-	10,000
50,790	5,000	2,6	56,000	-	-	12,000
50,790	5,200	2,7	56,200	-	-	12,480
50,790	5,417	2,8	56,400	-	-	13,000
50,790 Ventil.	5,726	3,0	56,790	-	-	13,742
50,790 Agua	7,710	4,1	59,000	-	-	18,504
50,790 Pesado	12,087	6,0	62,790	-	-	29,009



Diámetro interior (mm)	kg por metro	Espesor pared (mm)	Diámetro exterior (mm)	Metros por rollo	Peso aprox. por rollo (kg)	Peso por tirón (kg)
63,500	4.400	2.1	67,600	-	-	13,200
63,500	5.600	2.4	68,200	-	-	16,800
63,500 Ventil.	7.104	3.0	69,500	-	-	21,312
63,500	7.300	3.3	70,000	-	-	21,900
63,500 Agua	10,070	4.2	72,000	-	-	30,210
101,600	6.666	1.8	105,200	-	-	20,000
101,600	10,000	2.7	107,000	-	-	30,000
101,600	12,200	3.3	108,100	-	-	36,600
101,600	14,000	3.7	109,000	-	-	42,000
101,600 (Ventil.)	14,985	4.0	109,600	-	-	44,955

*Nota:* Tirones de 31,750 mm, 38,100 mm y 50,790 mm de 2,40 m de largo cada uno.  
Tirones de 63,500 mm y 101,600 mm de 3,00 m de largo cada uno.  
La indicación Agua, Pesado y Ventilación señala el material aprobado por OSN.

TABLA 18.4. CAÑO NEGRO Y GALVANIZADO (ASTM A-53)

ASTM A-53	Diámetro nominal		Diámetro exterior	Espesor	Peso caño negro		Peso caño galvanizado	
					Lisos	Con R y C	Lisos	Con R y C
	mm	pulg.	mm	mm	kg/m	kg/m	kg/m	kg/m
	12,70	½	21,34	2,77	1,26	1,27	1,33	1,34
	19,05	¾	26,67	2,87	1,68	1,69	1,77	1,78
	25,40	1	33,40	3,38	2,49	2,50	2,61	2,62
	31,75	1 ¼	42,16	3,56	3,38	3,39	3,53	3,54
	38,10	1 ½	48,26	3,68	4,06	4,07	4,22	4,24
	50,80	2	60,34	3,91	5,43	5,47	5,65	5,69
	63,50	2 ½	73,02	5,16	8,62	8,74	8,88	9,00
	76,20	3	88,90	5,49	11,28	11,40	11,60	11,72
	101,60	4	114,30	6,02	16,06	16,36	16,47	16,77
R y C. rosca y cupla.								

TABLA 18.5. CAÑOS DE POLIPROPILENO (TIPO BICAPA)

Diámetro nominal		Diámetro externo		Espesor de pared	
mm	pulg.	mm	mm	mm	mm
12,7	1/2	21,36	3,40		
19,05	3/4	26,90	3,90		
25,4	1	33,70	4,90		
31,7	1 1/4	42,20	5,70		
38,1	1 1/2	48,30	6,30		
50,8	2	60,30	7,50		
63,5	2 1/2	76,10	9,00		
76,2	3	88,90	10,30		
101,6	4	114,30	12,70		

*Nota:* Los valores son los exigidos por la Norma IRAM 13479.

TABLA 18.6. CAÑOS DE ACERO INOXIDABLE (agua fría, caliente, aire comprimido, etc.)

Acero inoxidable (medidas)							
mm	13	20	25	30	40	50	60
pulg.	½"	¾"	1"	1 ¼"	1 ½"	2"	2 ½"

TABLA 18.7 MATERIALES PARA DESAGÜES

Material	Uso	CLOACAL - PLUVIAL - VENTILACIÓN (mm)
Fundición Ø		64 x 1 m 64 x 2 m; 64 x 3 m, 100 x 1 m; 100 x 2 m y 100 x 3 m
PVC (3.2) Ø		40 - 50 63 - 110 150

TABLA 18.8. MATERIALES PARA AGUA FRÍA, CALIENTE Y CALEFACCIÓN

Instalación de agua fría y caliente / calefacción									
De cobre: B De acero: A				De polipropileno: C - D - E Galvanizado: F					
A	B			C		D		E	F
pulg.	pulg.	pulg.	pulg.	pulg.	pulg.	mm	pulg.	mm	pulg.
Con costura	Livianos	Pesados	Para rosca	Hidro 3	Hidro 3 para agua fría	IPS o Fusión	I.P.S. 4x4 rosca o fusión	Aquasystem	Con costura
1/2	1/8	1/8	1/2	1/2	1	25	1/2	20	1/2
3/4	1/2	1/2	1/2	3/4	1 1/2	3	3/4	25	3/4
1	3/4	3/4	3/4	1	2	40	1	32	1
-	1	1	1	1 1/4	2 1/2	50	1 1/4	50	1 1/2
-	1 1/4	1 1/4	1 1/4	1 1/2	-	63	1 1/2	63	2
-	1 1/2	1 1/2	1 1/2	2	-	-	-	-	2 1/2
-	2	2	2	-	-	-	-	-	3

*Fuente:* Revista Vivienda.

*Nota:* Instalaciones eléctricas, termomecánicas, de acondicionamiento, etc., no son tratadas aquí por estar fuera de los objetivos propuestos por este libro.

# 19. LAS TÉCNICAS DEL PRESUPUESTO

## 19.1. TIPOS

El *presupuesto* es el cálculo anticipado del costo de una obra, o de una de sus partes. Es, como su nombre lo indica, la predicción de un hecho futuro "cuya magnitud debe representar con toda la exactitud posible lo que en él pueda determinarse", para lograr así, anticipar el costo predictivo más cercano al real de obra.

Y, según sea la finalidad de la estimación, será el método por aplicarse: la simple investigación de las posibilidades de un proyecto sólo requiere métodos expeditivos, y un presupuesto de compromiso formal necesita un detalle completo de rubros, con el análisis particularizado de cada uno de ellos.

Sea que se trate, entonces, de una valoración rápida o del tedioso manipuleo analítico para una cotización formal, toda estimación de valores se basa en la experiencia anterior del calculista, en su información actual y en su capacidad para comparar. De donde resulta que el problema de presupuestar edificios debe ser resuelto por personas que tengan el conocimiento necesario de la naturaleza del costo, y éste sólo puede alcanzarse con el conocimiento profundo del arte de construir.

Estudiaremos a los efectos tres tipos de métodos de valoración:

- a) Por analogía.
- b) Por equivalencia.
- c) Por análisis.

En cuanto al mérito de cada uno de ellos, desde el punto de vista de la exactitud de sus resultados, puede asegurarse que ésta dependerá de la bondad de la información, más que del método mismo: el más complicado de los análisis no es necesariamente el más seguro, aunque es obvio que el método perteneciente al tercer grupo, es indispensable cuando se trata de formular una propuesta firme.

Estos tres sistemas no sólo no se excluyen, sino que más bien se complementan. Los dos primeros valen en la medida en que hayan sido correctamente derivados del tercero, pero con respecto a otra obra referencial, siendo luego a su vez, posteriormente, un seguro contralor del tercero propio. Los métodos expeditivos de la analogía y la equivalencia no deben ser subestimados, al contrario, deben ser perfeccionados como un medio más para dar bases ciertas a la estadística, la ingeniería de valuación y la planificación en profundidad. En la teoría de los costos, los tres son una herramienta de indudable rigor científico, cada una dentro de su modalidad particular.

En lo que sigue hacemos el resumen de los tres métodos usuales, tal como deben aplicarse en la práctica.

## 19.2. PRESUPUESTOS POR ANALOGÍA

Este método tiene fundamentos muy simples. Se basa en el hecho cierto de que dos obras semejantes por su función y sus características técnicas, deben tener un costo proporcionado a su magnitud, porque la unidad de edificación tendrá el mismo valor para ambas.

La base de la analogía puede ser una de las unidades que dan la magnitud física de la obra (el metro cuadrado de superficie cubierta, el metro cúbico de volumen edificado) o una de las unidades que dan su magnitud funcional (el número de alumnos de una escuela, el número de camas de un hospital, el volumen de estiba eficaz en una barraca). La analogía debe ser tomada con criterio riguroso; una escuela y un frigorífico no son comparables. Dos escuelas pueden serlo con mayor seguridad y lo serán totalmente si tienen análogos elementos estructurales y análoga terminación.

Las *unidades de magnitud funcional* son usadas sobre todo en los problemas de decisión entre alternativas. El constructor usualmente se interesa más por las unidades de magnitud física ( $m^2$  o  $m^3$ ).

El *metro cuadrado de superficie cubierta*, o simplemente el metro cuadrado, es la medida del valor cuando se basa en obras de la misma altu-

ra; pero cuando se comparan edificios semejantes de distinta altura, la unidad mide la influencia sobre el costo que ejerce la variación de altura.

El *metro cúbico de volumen edificado*, o simplemente el metro cúbico, es un indicativo más seguro; muy poco usado en nuestro país, debería ser introducido en el cálculo de costos de edificios industriales y en otras construcciones en las que la comparación por superficie cubierta carece de sentido.

El *presupuesto por unidad de edificación* –física o funcional– es un excelente elemento de juicio cuando se trata de establecer comparaciones o verificar las condiciones de economía de un proyecto.

Es aplicable también a construcciones complejas, formadas por partes de distinta naturaleza o uso. Un edificio con cocheras en los sótanos, galería comercial en la planta baja y viviendas en los altos, puede ser dividido en tres unidades diferentes de edificación, cada una de las cuales se evalúa por separado.

TABLA 19.1. PROMEDIO DE ÍNDICES ACTUALIZADOS (PORCENTAJES RUBROS DE OBRA), EN PROPIEDAD HORIZONTAL TIPO, DE P.B. Y 8 PISOS ALTOS

Rubro	%	Rubro	%
Trabajos preliminares	0,5	Zócalo	0,2
Excavaciones	0,5	Carpintería	12,0
Hormigón armado	14,0	Herrajes	0,4
Mampostería	12,5	Instalación sanitaria	12,0
Aislaciones	1,5	Instalación de gas	3,0
Contrapisos	1,5	Instalación eléctrica	2,5
Yesería	3,5	Vidrios	0,7
Revoques	7,0	Pintura	4,0
Cielos rasos	0,4	Ascensor	2,5
Conductos	0,1	Varios	1,0
Cubiertas	1,2	Ayuda de gremio	1,5
Revestimientos	2,0	Gastos obra	2,0
Pisos	4,0	Beneficio	8,0
Escalera	1,5		

TABLA 19.2. INCIDENCIA PORCENTUAL PROMEDIO DE LOS DIVERSOS RUBROS EN LA CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS COLECTIVAS (multifamiliares)

1)	%	2)	%
Movimiento de tierra	0,63	Movimiento de tierra	0,92
Estructura	14,59	Estructura	13,82
Mampostería	14,08	Mampostería	14,81
Aislaciones hidráulicas	0,28	Aislaciones hidráulicas	0,25
Cubiertas de techo	0,68	Cubiertas de techo	2,10
Revoques	7,01	Revoques	9,41
Cielos rasos	2,00	Cielos rasos	1,24
Revestimientos	1,90	Revestimientos	5,28
Contrapisos	1,90	Contrapisos	2,76
Pisos y zócalos	4,43	Pisos y zócalos	5,24
Frentes (revocado)	0,90	Frentes (revocado)	0,43
Obras sanitarias c/artefactos	9,86	Obras sanitarias c/ artefactos	15,90
Instalación eléctrica	2,70	Instalación eléctrica	2,87
Instalación de gas	1,36	Instalación de gas	1,15
Carpintería	13,07	Carpintería	5,01
Calefacción	4,04	Calefacción	6,04
Vidrios	0,85	Vidrios	0,43
Pintura	4,36	Pintura	3,79
Ascensores	4,62	Cortinas de enrollar	1,27
Escaleras	0,90	Horno incinerador	0,32
Marmolería	1,62	Artefactos de gas	
Cortinas de enrollar	1,17	(cocina y calefón)	2,54
Horno incinerador	0,14	Conductos de humo	
Cocinas de gas	0,83	y ventilaciones	2,79
Conductos de humo		Varios	0,65
y ventilaciones	0,90	Derechos varios	1,48
Varios	2,00		
Derechos municipales, agua de construcción, seguro obrero, sellado de contrato, fuerza motriz.	3,20		

1) Fuente: Cámara Argentina de la Construcción.

2) Fuente: Roberto Marghetti. "El costo de la construcción". Construcciones, setiembre de 1950. Su autor aclara que este detalle vale para "casas de departamentos que careciendo de terminación lujosa y servicios centrales, deben responder a una especificación técnica severa".

Nota: Las tablas 19.1 y 19.4, que detallan las respectivas incidencias porcentuales, son de gran utilidad para el computista. Sólo hay que tener en cuenta el fuerte condicionamiento sobre los mismos de los métodos constructivos que se empleen, y el grado de su mecanización.

TABLA 19.3. RUBROS Y PORCENTAJE PARA VIVIENDA UNIFAMILIAR

<p>Se detallan a continuación los rubros y porcentajes de incidencia aproximadas de los mismos, en la construcción de una vivienda de buena calidad en la región metropolitana, con estructura independiente y cerramientos exteriores en mampostería de ladrillo para vista en sus variadas terminaciones.</p> <p>Los datos que se consignan han sido obtenidos cotejando más de 50 presupuestos reales, finales de obra de características homogéneas y en los últimos 3 años.</p>	
RUBRO (materiales y mano de obra)	%
1. Movimiento de tierra. Excavación. Desmote. Nivelación.	0,70
2. Estructura de hormigón	13,00
3. Mampostería de ladrillos	12,00
4. Techos	5,00
5. Aislaciones hidrófugas	1,00
6. Contrapiso y carpetas	1,80
7. Revoques (internos)	4,00
8. Revestimientos varios	5,60
9. Pisos	4,00
10. Instalación sanitaria	9,00
11. Electricidad	3,00
12. Aire acondicionado y calefacción	7,50
13. Vidrios	1,00
14. Pintura	3,80
15. Gas	1,50
16. Carpintería metálica y madera	11,00
17. Cielos rasos	2,00
18. Varios (según Proyecto, chimenea(s), muebles de cocina, artefactos de cocina, claraboyas, seguros, telefonía, TV).	14,50
<b>TOTAL</b>	<b>100,00</b>
No se computan derechos municipales, fuerza motriz, gastos generales, agua de construcción.	

TABLA 19.4. PORCENTAJES DE LA MANO DE OBRA EN CONSTRUCCIONES EDILICIAS POR SISTEMA TRADICIONAL (APROXIMADOS)

Nº de ítem	Designación de la obra	Porcentaje de la mano de obra
1	Preparación del terreno y excavación de cimiento	2%
2	Relleno de cimientos con hormigón simple	5%
3	Hormigón armado de bases, columnas y encadenado inferior (lleno)	5%
4	Capa aisladora horizontal	1%
5	Mampostería de ladrillos de 0,30 cm o 0,20 cm de espesor	11%
6	Mampostería de ladrillos de tabiques 0,10 cm o 0,15 cm	4%
7	Hormigón armado de columnas y dinteles llenos hasta altura de viga o encadenado superior	5%
8	Contrapiso de hormigón simple	2%
9	Encadenados superiores, vigas y losas listas para llenar	5%
10	Losas y vigas terminadas conformes	11%
11	Revoques gruesos interiores	4%
12	Revoques gruesos exteriores	2%
13	Revoques finos (enlucidos), interiores y exteriores	4%
14	Cielos rasos en mezcla de yeso	3%
15	Pisos de mosaico calcáreo o granítico	3,5%
16	Zócalos de mosaico calcáreo o granítico	1%
17	Revestimientos de azulejos en baño, cocina y lavadero	1,5%
18	Bases y tanque de reserva	2%
19	Colocación de marcos en puertas y ventanas	1,5%
20	Cubierta de techo reglamentaria completa con muros de carga terminados	6%
21	Umbrales y antepechos	1%
22	Colocación de mesada de cocina	1%
23	Ayuda de gremios (reparación de roturas, fijación y tapado de cañerías e instalaciones especiales)	2,5%
24	Colocación y construcción de verja	2%
25	Veredas perimetrales y vereda municipal	2%
26	Detalles de terminación y limpieza de obra	3%
27	Obras varias no específicas (colocación ventilación, campana cocina)	2%
28	Retención para fondo de garantía	7%
<b>TOTAL</b>		<b>100%</b>

Fuente: Ing. Cabanillas, "Auxiliar del Constructor", U.N.S.L.

**Nota general:** Las tablas dadas nos están marcando que nada es taxativo en construcciones, dada la gran cantidad de imponderables que las determinan; por lo tanto, deberíamos considerar una media entre dichos valores u otros (otras fuentes), que junto a nuestra propia experiencia, nos aproximaría a una evaluación más certera. No obstante dichas tablas aportan datos promedios y estimativos, válidos para un primer acercamiento presupuestario.

#### a) Analogía por relación de la parte al todo

Entre los métodos de analogía se encuentra la estimación por *relación de la parte al todo*. Si de un conjunto de obras terminadas –semejantes, por supuesto– ha resultado que el costo de la estructura de hormigón armado es igual al 12% del costo total, podríamos conocer con relativa seguridad el costo también total de un nuevo proyecto –semejante a los anteriores– con sólo calcular el de su esqueleto. Si éste fuese de \$ 330.000 (costo aproximado del hormigón armado, de un edificio en propiedad horizontal de P.B. y 8 pisos), luego el de toda la obra sería (por simple regla de tres):

$$\$ 330.000 \times (100/12) = \$ 2.750.000.$$

La parte que sirve de base a la relación debe reunir dos condiciones importantes: debe tener una incidencia grande dentro del total (para disminuir la magnitud del error) y ser relativamente fácil de calcular (para mantener la ventaja sumaria de este tipo de estimación). En general la estructura de hormigón armado reúne ambas condiciones, y por eso la hemos tomado como ejemplo.

Puede aplicarse a la inversa: queremos interesar a un empresario pintor, para contribuir a la financiación de la obra anterior con el aporte de su gremio; necesitaremos informarle sobre el monto probable de ese rubro. Como del examen de obras anteriores sabemos que la pintura podría ser el 4% del total, estamos en condiciones de asegurarle una participación dentro de los

$$\$ 2.750.000 \times 0,04 = \$ 110.000.$$

La relación de la parte al todo permite saber cuáles son los rubros críticos del conjunto: sobre ellos el proyectista centrará su atención en lo que a costos se refiere. Consideramos como rubros críticos, dentro de la construcción tradicional, aquellos que en total absorberían entre el 65% al 70% del costo total, donde por supuesto también la mano de obra es importante. Dichos rubros son siete:

- Estructura.
- Mampostería.
- Carpintería.
- Instalación sanitaria.
- Revoques.
- Solados.
- Pintura.



Así como la comparación por metro cuadrado permite establecer las condiciones de economía de un proyecto, la relación de la parte al todo permitirá establecer las condiciones de equilibrio entre los diferentes rubros.

Las tablas 19.1, 19.2 y 19.4 dan cuatro escalas de valores relativos, obtenidos de tres fuentes distintas. Veamos la utilidad del sistema con el ejemplo siguiente:

*Ejemplo:* En el cálculo de costos de casas de departamentos tipo representado por la escala de la Cámara Argentina de la Construcción (tabla 19.2), ¿debe examinarse con mayor detenimiento el costo de la excavación o el de la madera de encofrado?

*Nota:* Para mejor referencia del ejemplo dado por Chandías agregamos su actualización al año 2003.

Datos:

	Año 1961	Año 2003
Costo del m <sup>2</sup>	\$ 20.000	\$ 850,00
Costo del m <sup>2</sup> de tabla de 1"	\$ 400,00	\$ 14,00
Incidencia de la excavación (tabla 19.2, Movimiento de tierra)	% 0,63	% 0,63

Solución:

	Año 1961	Año 2003
Consumo de madera (análisis n° 46, capítulo 21)	m <sup>2</sup> 0,85	m <sup>2</sup> 0,85

Costo:

1961 - Costo 0,85 x \$ 400	\$ 340,00	
2003 - Costo 0,85 x \$ 14		\$ 11,90

Incidencia sobre el total:

1961 - Incidencia (340 x 100) / 20.000	% 1,70	
2003 - Incidencia (11.90 x 100) / 990		% 1,20

Observación:

Costo m <sup>2</sup> (1961) - \$ 20.000
Costo m <sup>2</sup> (2003) - \$ 990

En consecuencia debe prestarse mayor atención a la madera de encofrado (1,70 > 0,63), cuya incidencia sobre el total es 2,7 veces mayor que

la de la excavación (precio de 1961) y hoy (precio 2003) (1,20 > 0,63), sería aproximadamente 2.0 veces mayor.

Tomando por ejemplo como referencia el año 1960, los costos de construcción y de la madera eran de 12.000 y 300 pesos respectivamente. Aplicados estos valores al ejemplo anterior, pero considerando sólo 1961, llegamos a una incidencia de la madera igual a 2,13, o sea 3,4 veces más que la excavación. La comparación entre ambos años (1960 y 1961), se explica porque el aumento de precio de la madera ha sido menor que el de otros rubros (mano de obra, por ejemplo). Esa comparación muestra también la conveniencia de no considerar estos valores medios como algo inmutable o válido de una vez para siempre, en cualquier rubro que se presupueste.

Otro ejemplo:

En el cuadro que sigue se dan los datos relativos a la construcción de un muro de 0,30 m perimetral, de 3 m de altura, en cuatro edificios cuadrados y uno de planta rectangular:

En dicha tabla tenemos: el ancho y largo, el perímetro revocado (en ambos paramentos, con preparación y desarme de andamios), área de la planta, área del muro perimetral, relación entre el área del muro y la de la planta y, finalmente, la incidencia de su costo por metro cuadrado de superficie cubierta.

Ancho x largo	Perímetro	Área del muro	Área de la planta	Relación áreas muro/planta	Costo \$/m <sup>2</sup> (87,50)
3 x 3	12	36	9	4,00	3.150
6 x 6	24	72	36	2,00	1.575
10 x 10	40	120	100	1,20	945
20 x 20	80	240	400	0,60	472,5
10 x 40	100	300	400	0,75	590,6

La última columna muestra la variación de la incidencia del muro perimetral a medida que disminuye la relación *área del muro / superficie cubierta* (es decir, el precio base varía según dicha relación: (3.150 / 4) x 2 = 1575; (3150 / 4) x 1,2 = 945; etc.); mientras más alta sea esta relación, mayor será la incidencia del muro perimetral sobre el costo unitario. Vale decir, a igualdad de calidad son más costosas las casas chicas. (Ejemplo dado en pesos con precios de junio de 2003).

En las viviendas populares, dotadas de un solo baño y cocina, cuanto más pequeña sea la unidad mayor será la incidencia del equipamiento sanitario sobre el costo del metro cuadrado de superficie cubierta. A estos ejemplos pueden agregarse otros que muestran una de las principales reservas que pueden hacerse sobre el presupuesto por analogía.

### 19.3. PRESUPUESTOS POR EQUIVALENCIA DE MANO DE OBRA

Los jornales del laudo en vigencia son los siguientes: oficial 9.94 \$/día y ayudante 9.08 \$/día. Son los básicos vigentes desde el 01/08/93 según acuerdo C.A.C./U.A.C./U.O.C.R.A. Por la simple división de estos valores puede decirse que el costo de un oficial equivale a 1,097 veces el costo de un peón, o que el costo de un peón equivale a 0,913 veces el de un oficial.

*Por ejemplo:* Si en la construcción de una obra han sido consumidas 40.000 horas de oficial (*hof*), y 50.000 horas de ayudante (*hay*), podríamos decir que la mano de obra necesaria fue de:

$$50.000 \times 0,913 + 40.000 = 85.560 \text{ horas de oficial equivalente;}$$

$$40.000 \times 1,097 + 50.000 = 93.886 \text{ horas de peón equivalente.}$$

Estos dos números (85.560 *hof* y 93.886 *hay*) son equivalentes, porque multiplicados ambos por el costo de la unidad base (hora de oficial el primero 1,24 \$/h, y hora de peón el segundo 1,13 \$/h), dan los dos el mismo resultado: el costo total de la mano de obra necesaria.

Si tomamos los tiempos de ejecución dados en el análisis n° 23, capítulo 21, y aplicamos las relaciones dadas más arriba (1,097 y 0,913), encontramos que un metro cúbico de mampostería requiere:

$$^1(\text{of } 6,10 \text{ h/m}^3) (7,10 \times 0,913 + 6,10) = 12,58 \text{ hof equivalentes (1); ó}$$

$$^1(\text{av } 7,10 \text{ h/m}^3) (6,10 \times 1,097 + 7,10) = 13,79 \text{ hay equivalentes (2).}$$

Mediante el mismo cálculo, aplicado al análisis n° 68, capítulo 21, encontramos que un metro cuadrado de revoque necesita:

$$^1(\text{of } 0,80 \text{ h/m}^2) (0,45 \times 0,913 + 0,80) = 1,21 \text{ hof equivalente (3); ó}$$

$$^1(\text{ay } 0,45 \text{ h/m}^2) (0,80 \times 1,097 + 0,45) = 1,33 \text{ hay equivalente (4);}$$

<sup>1</sup> Los valores de rendimientos de las respectivas manos de obra son promedios y a solo efecto del cálculo.

Si, finalmente, dividimos la (3) por la (1),  $(1,21 / 12,58 = 0,0962)$ , o la (4) por la (2),  $(1,33 / 13,79 = 0,0965)$ , encontraremos que la mano de obra necesaria para 1 m<sup>2</sup> de revoque equivale aproximadamente a la décima parte de la que necesita 1 m<sup>3</sup> de mampostería  $(1,33 / 1379 = 0,10)$ .

Lo mismo podríamos hacer con todos los rubros de un edificio, de modo de tenerlos expresados por su equivalencia en mampostería de ladrillos comunes. Ésta es la llamada equivalencia *en rendimiento*, porque sólo expresa horas de trabajo. Debe ser establecida cada vez que se produzca un cambio en la relación de las unidades base: en efecto, puede verse que si esa relación es distinta de 1 097 ó 0,913, todas las relaciones de equivalencia sobre esas bases se modifican. Felizmente, esta relación cambia con poca frecuencia; en los años indicados ha variado así:

1939	1,500;	1959	1,330;
1944	1,500;	1964	1,360;
1949	1,250;	1980	1,386;
1954	1,240;	1993	1,097.

*Nota:* Estos valores salariales corresponden a la Zona A (Capital Federal y Buenos Aires, y otras provincias); la revista *Vivienda* los incrementa con un plus de pago del 80% para estimar el salario real, que aquí no consideramos, al igual que el aumento de \$ 200, otorgado al sector privado en 2003.

Pero la experiencia ha demostrado que cuando la equivalencia se realiza sobre una base más compleja, importantes variaciones en las relaciones simples suelen tener una influencia muy pequeña sobre las relaciones complejas.

*Por ejemplo:* Calcule el lector la equivalencia entre revoque y mampostería, tal como lo hicimos más arriba, tomando las relaciones para 1939 y 1954 (años en que las relaciones entre oficial y peón tienen sus extremos) y encontrará que en el primer caso la equivalencia es igual a 0,1015 y en el segundo 0,0989, contra 0,0965 en 1993; las tres prácticamente iguales a 0,10 como dijimos. Véase cómo para una variación de aproximadamente un 20% en la equivalencia oficial/peón, se produce una variación de apenas 2,6% en la equivalencia revoque/mampostería (lapso 1939/ 1954).

Los fenómenos de la economía general se presentan de tal manera vinculados, que difícilmente pueden afectar de un modo sustancial a las equivalencias de bases complejas.

Campini ha desarrollado sobre la base de la equivalencia en rendimiento (o equivalencia *en producción*) el método que llama del *metro cúbico de hormigón virtual*, en el que todas las operaciones de la obra son relacionadas con el trabajo necesario para ejecutar un metro cúbico de hormigón, sin armadura y muy sencillos encofrados. (Engenio Campini, *Il costo delle grandi opere d'ingegneria*, Ulrico Hoepli, Milano, 1956). Nos limitamos a esta ligera cita y remitimos al lector a la fuente original, agregando solamente que el método citado hace posible de un modo rápido y satisfactorio la inmediata verificación del rendimiento de la mano de obra en las construcciones en marcha, y la muy importante comparación de obras de muy distinta naturaleza.

### 19.3.1. OTRAS METODOLOGÍAS DE ESTA TÉCNICA

a) Puede llegarse a grados muy elevados de complejidad. No es solamente la mano de obra, sino el costo mismo de la edificación reductible a equivalencia. No vamos a describir el método de Noguero y Brebbia ("Números índices para obras de Arquitectura y determinación Directa del Costo por metro cuadrado para edificios multifamiliares", *Construcciones*, n° 155, agosto de 1958), que citamos como ejemplo de las posibilidades prácticas en el campo de la investigación de equivalencias.

b) Para terminar esta visión rápida y muy panorámica de las posibilidades concretas del método de la equivalencia, recordamos que una de sus más promisorias aplicaciones es el cálculo de los *números índices* del costo de la construcción, establecidos con el objeto de dar las variaciones relativas de éste a lo largo de los años.

En países como el nuestro, que fueron víctimas de la inflación incontenida, el conocimiento de estos números adquiere una importancia de primer orden. El más fecundo investigador del tema fue, entre nosotros, el ingeniero Pedro Longhini, a quien debemos los índices regularmente publicados por la Cámara Argentina de la Construcción.

Tomados como base del cálculo los años 1935, 1937, 1939 y 1941, la equivalencia se estableció sobre el consumo total de madera, hierro, cemento, arena y jornales para el conjunto de los cuatro años. El detalle escapa de nuestra intención informativa (Pedro Longhini, "Ensayo de determinación de un número índice de costo de la construcción de edificios, para la República Argentina", *Construcciones*, n° 36, mayo de 1948) y nos limitamos a exponer el resultado: el número índice del costo de la construcción se forma con la suma de

56,70 horas de jornal de peón con sus leyes sociales y el premio del seguro;  
4,39 bolsas de cemento al precio en depósito, Capital;  
2,39 metros cuadrados de pino de encofrado de 1", al precio del listón de 1" x 2" en aserradero;  
16,60 kilogramos de hierro redondo de 10 mm de diámetro en depósito Capital;  
0,227 metros cúbicos de arena gruesa nacional, puerto Borghi;  
0,454 metros cúbicos de canto rodado del río Uruguay.

Multiplicado cada uno de estos números por el precio correspondiente y dividida la suma de los seis resultados por 63,08 se obtiene, en cualquier momento, el número índice del costo de la construcción (63,08 no es más que el resultado de aquella suma para 1939, año tomado como base en el cálculo de la Cámara de la Construcción).

Una advertencia más: tal como ha sido calculado el índice anterior, representa un fenómeno de conjunto. No es el costo de la construcción, sino su variación relativa en el tiempo; en consecuencia no debe ser aplicado al cálculo concreto de presupuestos como norma general. "...su posible aplicación a un problema particular debe determinarla el que lo utilice". Y éste, necesariamente, deberá ser un experto.

### 19.3.2. LOS DISTINTOS ÍNDICES Y/O PARÁMETROS EXISTENTES

Aunque no corresponden exactamente al concepto del número índice, es oportuno citar aquí los que publican mensualmente la revista *Vivienda*, el periódico quincenal *El Constructor*, el Instituto Nacional de Estadística y Censos (INDEC), la Cámara Argentina de la Construcción (CAC), y el Centro de Investigaciones para la Racionalización de la Construcción Tradicional (CIRCOT), Facultad de Ingeniería de la Universidad San Juan.

Están, los tres, calculados sobre el presupuesto actualizado de una obra concreta, y pueden ser tomados como costo de la construcción de esos tipos de edificios, o como -haciendo una riesgosa extrapolación- el índice del costo de la construcción.

- *Vivienda* examina una propiedad horizontal de apreciables dimensiones (Modelo 1, 9.500 m<sup>2</sup> de superficie cubierta), lo valora con precios del día y entrega el resultado en \$/m<sup>2</sup>. Se trata de una construcción corriente en PH, con sótano, PB, 15 pisos altos, 100 unidades de vivienda, 26 cocheras y 1 local comercial.
- *El Constructor*, por su parte, analiza el costo actualizado de viviendas unifamiliares, clasificadas en tres tipos básicos, dentro del llamado Programa de Viviendas Progresivas Combinadas (VPC).

- El INDEC (Instituto Nacional de Estadística y Censo) hace el presupuesto actualizado, y fija mensualmente el aumento parcial del costo de la construcción sobre el mes anterior, de acuerdo con dos indicadores: el ICC (Índice del Costo de la Construcción), y el ISAC (Índice Sintético de la Construcción). Lo publica la prensa los primeros días de cada mes.<sup>1</sup>
- La CAC da sus propios indicadores para la construcción.
- El CIRCOT las da sobre un edificio de tres niveles, y otro destinado a vivienda en PB y con tres dormitorios.

Todos estos números son confiables y comparados sus valores entre dos fechas, dan un indicativo del aumento de costo entre esas fechas. Es de hacer notar que el interés de lo que la estadística, la economía y el avalúo necesitan, no es tanto el costo, como la relación de los valores entre dos fechas. Dos índices distintos pueden sin embargo, conducir a la misma relación porcentual de incremento.

Reléase lo que decimos en el apartado anterior (sobre los números índices), *in fine* y agréguese la referencia con que *Vivienda* acompaña la publicación de sus resultados: "Toda utilización que exceda de ese marco de referencia será considerada abusiva y corre por cuenta de quien la formule".

#### 19.4. PRESUPUESTOS POR ANÁLISIS DE COSTOS

En aquellos casos en que el presupuesto significa el compromiso de la ejecución —por ejemplo en los concursos de precios y contrataciones—, es necesario determinar el costo con la máxima aproximación. Los métodos de los apartados anteriores son insuficientes, y la estimación debe hacerse descomponiendo el costo en sus partes elementales. Este método se llama por *análisis de costos* o *análisis de precios de aplicación*, ya que aquél no es más que una parte de éste, como veremos en el capítulo 20).

Este tipo de cálculo no sólo da la máxima seguridad; es la base obligada sobre la que deben apoyarse los métodos expeditivos. Pero es también mucho más que todo eso. Desarrollado por análisis de costos, un presupuesto se convierte en el documento más importante de la obra, como que no solamente fija la máxima certidumbre acerca de su costo probable, sino que sirve, *debe servir* de guía a la organización operativa de la misma, y al

<sup>1</sup> A partir de enero de 1981, el INDEC modificó su modelo. Ahora calcula el costo actualizado de una propiedad horizontal de 2.000 m<sup>2</sup>.

contralor de su rendimiento económico. Por este motivo el presupuesto se planea y detalla de modo de poder derivar de él, en forma inmediata:

- I. la cantidad y costo total de cada uno de los materiales;
- II. la cantidad y costo total de cada una de las especialidades de la mano de obra;
- III. el *plan de trabajo*, o sea la distribución en el tiempo de las cantidades dadas en I) y II);
- IV. el *plan de inversiones*, o sea la distribución en el tiempo de los costos dados en I) y II);
- V. el *plan financiero* o sea la programación en el tiempo de los ingresos necesarios para el cumplimiento de III).

Los capítulos 20 y 21 están destinados a mejorar el conocimiento del cálculo de costos por este método.

#### 19.4.1. METODOLOGÍA

##### a) Sobre materiales y mano de obra

La obra se descompone en sus partes físicas elementales. Si está formada por una gran cantidad de unidades que se repiten (por ejemplo, una excavación, un esqueleto de hormigón armado, una instalación de gas), el cálculo puede hacerse por *análisis de partidas globales* (véase como ejemplo el análisis n° 46 del capítulo 21). Si en cambio, se trata de una obra formada por agrupación de unidades complejas, como los edificios, se la descompone en partes de obra, y se aplica el *análisis de precios unitarios* a cada una de ellas.

Esa descomposición ha sido la tarea del cómputo métrico de donde tomamos el detalle de aquellas partes físicas, con las cantidades de obra a valorar (lo que se llama *inventario*); el análisis del costo tomará la unidad representativa de cada uno de los rubros del inventario, y descomponiéndola a su vez en sus elementos constitutivos, establecerá el costo.

Pero el inventario de las partes físicas de un edificio no es todavía el inventario de las partes de su costo. Hay partes del costo que no son físicas (los derechos de construcción, por ejemplo); hay también partes físicas del costo que no son partes del edificio (el obrador, por ejemplo). Todos estos elementos deben agruparse para formar el inventario total, o lista de rubros, que servirá de guía al calculista.



La lista del capítulo 1, "Listado de Rubros", está hecha con el criterio de tomar rubros de la obra. A veces –sobre todo en el supuesto de obras por ajuste alzado– el presupuesto es un listado formado sólo por los ítems de naturaleza física (listado de rubros), y de carácter definitivo (por ejemplo: no hay un rubro "agua de construcción" o "amortización de equipos", sólo hay "mampostería", "pintura" o cualquier otra cosa que se incorpore al inmueble para su materialidad). Esto ocurre con frecuencia; el operador tendrá entonces un inventario para calcular el costo, y otro inventario para presentar su propuesta en la que obviamente incluirá el resto. Cómo se pasa de uno a otro es un problema sobre el que llamamos la atención, sin poder dar normas, las que dependerán de la idoneidad y experiencia del computista; nosotros, por nuestra parte, le aportamos como punteo de referencia a su labor la tabla 20.3 del capítulo 20.

El inventario es la operación previa imprescindible. Debe ser completo hasta la minucia: al comienzo del libro hemos aconsejado al computista no despreciar ninguna de las estructuras del edificio por pequeño que parezca su costo. La naturaleza del presupuesto es tal, que ninguno de sus elementos es decisivo en el resultado final. Todo constructor sabe que la economía debe ser hecha en todos y cada uno de los rubros del costo, especialmente en aquellos que en la construcción tradicional absorben casi el 65% al 70% del costo (19.2. a) *Analogía por relación de la parte al todo*). Sin insistir más sobre el particular, remitimos al interesado a la bibliografía. (Roberto Marghetti, "El costo de la construcción", *Construcciones*, setiembre de 1950.)

Para bien cumplir con los cinco requerimientos indicados, lo conveniente es operar en paralelo con dos presupuestos, sobre el mismo inventario: uno de materiales y otro de mano de obra. Y un tercero con todo lo que no sea ni una cosa ni la otra.

El primero permitirá conocer el costo de materiales de cada ítem, y con ello el monto y la oportunidad de las inversiones necesarias, es decir el programa de compras y planes de financiación con proveedores. El segundo, los mismos aspectos referidos a mano de obra, y además la cantidad de operarios para cada trabajo, en función de su extensión y plazo. Ambos darán el tamaño de los locales para acopios y locales para el personal.

Con el conocimiento de las inversiones, puntualizadas según el lógico ordenamiento de los trabajos, y el de los ingresos provenientes de las contemporáneas certificaciones, se tiene por simple diferencia los fondos necesarios para la continuación de la obra con el ritmo previsto, lo que se llama *financiación*.

Puede verse a través de esta sucinta relación, cómo toda la organización de la obra queda vinculada al presupuesto, de tal manera que la propia forma de éste no puede ser cualquiera, sino la que convenga al futuro programa de trabajo y control de costos. Con esa perspectiva hemos preparado la información del capítulo 21, de aplicación inmediata al cálculo de cantidad y costo de materiales y operarios.

Hemos adoptado una disposición que, no obstante ser la más corriente en la práctica, no está contenida en los textos que tratan sobre el tema; en tales libros, es corriente escalonar los análisis, de tal manera que para conocer el costo de la albañilería, por ejemplo, es necesario determinar previamente el de la cal en pasta y luego el de la mezcla. Con la forma que hemos adoptado, tales determinaciones se hacen innecesarias, y se obtiene con un solo análisis el costo buscado. Se llega así, al mismo resultado con gran economía de tiempo.

Los tiempos de ejecución incluyen, entonces, todas las operaciones necesarias para la ejecución total de una estructura, desde la descarga de los materiales, hasta su terminación. En cada análisis se encuentra el detalle de los materiales (por ejemplo, no como "mezcla", sino como cemento, cal, arena, etc.), de modo de facilitar el cómputo de las cantidades de materiales, que resultan así fácilmente determinables.

La supresión del cálculo previo del costo de las mezclas economiza un tiempo precioso en cada una de las operaciones del presupuesto y preparación de programas de trabajo e inversiones. Por otra parte, conocer el costo de una mezcla –como no sea en casos muy particulares– es algo completamente inútil.

### **b) Sobre subcontratistas**

Los subcontratos merecen un aparte. Actualmente una construcción puede ser subcontratada en su totalidad, y eso ocurre con frecuencia. En tales casos el constructor principal de la obra no es más que un movilizador de capitales; el análisis de los costos queda a cargo del subcontratista, a cuyo presupuesto se le sumarán los gastos generales y el beneficio.

Son objeto de subcontrato en general, todas las instalaciones complementarias de un edificio (obras sanitarias, calefacción, electricidad, etc.); así como también las carpinterías de madera y hierro, etc. La mano de obra para la ejecución de algunas estructuras (yesería, hormigón armado, revestimientos, etc.), o para toda la obra, forman parte de un régimen de construcción cada vez más desarrollado, y que obviamente pueden llegar a subcontratarse.



Desde el punto de vista del examen de los costos, este régimen simplifica la tarea: el monto total de una partida se obtiene por suma de los siguientes términos: monto del subcontrato, ayuda de gremio, gastos generales y beneficio.

- *Ayuda de gremio:* Es un ítem más cuya ejecución está a cargo del contratista principal. Son, o pueden ser, ayuda de gremio: la descarga de materiales y su acarreo dentro de la obra (caños, artefactos, etc.), apertura de zanjas y canaletas, su cierre, mano de obra de peones y ejecución de elementos de albañilería (por ejemplo, cámaras de inspección), provisión de mezclas, ladrillos, etc., y toda otra cosa que los subcontratistas no efectúen.

Cuáles trabajos constituyen ayuda de gremio lo establece la costumbre o lo imponen los contratos; en definitiva, puede estar formada por materiales o mano de obra, o ambas cosas a la vez. Su costo corre por cuenta del constructor responsable de la obra o contratista principal.

En el n° 134 de la revista *Informaciones* puede verse un detalle muy particularizado y utilísimo de lo que la Cámara Argentina de la Construcción entiende por ayuda de gremio para cada especialidad, y que pasamos a transcribir.

## 19.5. LAS AYUDAS DE GREMIOS

Informe de la Cámara Argentina de la Construcción.

A continuación se fijan las condiciones generales para todos los gremios, que rigen las contrataciones con el contratista principal, para la totalidad de los trabajos a cargo del mismo. En caso de contratos parciales o subcontratos excluidos del contrato del contratista principal, la ayuda de gremios deberá ser establecida en cada caso, si no estarán excluidas de la obligación del contratista principal.

## 19.6. CONDICIONES GENERALES

Trabajos y prestaciones a cargo del contratista principal a los fines del correspondiente subcontrato.

a) *Locales de uso común:* con iluminación destinada a vestuarios y locales sanitarios, quedando a cargo del subcontratista toda otra obligación legal o convencional.

b) *Locales de uso exclusivo:* local cerrado del subcontratista con iluminación, para depósito de materiales, enseres y herramientas. Cerraduras, candados u otros elementos de cierre serán provistos por el mismo.

El subcontratista se obliga a trasladarse a otro local en caso de que las necesidades de la obra así lo requieran.

c) *Medios mecánicos y mano de obra:* facilitar los medios mecánicos de transporte que se disponga habitualmente en obra y de tipo y uso corriente, sin perjuicio de que en cada contrato se especifique que no conengan prestaciones especiales.

Colaboración para descarga de materiales y traslado de los mismos, tratándose de elementos pesados y fijados en la propuesta de subcontratista. Esta colaboración no superará la provisión de mano de obra en las condiciones estipuladas en la oferta del subcontratista y aceptadas por el contratista principal.

d) *Andamios:* provisión, armado y desarmado de andamios especiales. Será convenido el desarmado y traslado de andamios livianos y caballetes (queda a cargo del subcontratista).

e) *Energía eléctrica:* proporcionar fuerza motriz a una distancia no mayor de 20 metros del lugar de trabajo (si la hubiera disponible en obra), para motores de equipos y/o máquinas herramientas y un tomacorriente para iluminación.

f) *Lugar para comer:* el contratista principal proveerá un espacio de uso común para comer. En ningún caso se autoriza a comer en otros lugares de la obra que no sean los establecidos por el contratista principal. Durante la interrupción de las tareas, ningún obrero permanecerá en los lugares de trabajo. Esta disposición será reconsiderada por el contratista principal en el momento y forma que éste lo crea oportuno y necesario, debiendo el subcontratista acatar lo resuelto sin derecho a reclamación alguna.

g) *Limpieza:* la limpieza general de la obra queda a cargo del contratista principal, pero la limpieza del lugar de trabajo del subcontratista queda a su cargo, debiendo éste acumular dentro del área y nivel en que desarrolla sus actividades y en lugar o lugares y en la forma que determine el contratista principal, desechos, basura y todo elemento inutilizado, para ser retirado durante la limpieza general.

h) *Vigilancia:* la vigilancia general de la obra está a cargo del contratista principal. Ello no implica responsabilidad de reposición por sustracción.

ciones, pérdidas o falta de materiales, enseres y herramientas del subcontratista. El contratista principal se reserva el derecho de aplicar sistemas de control al personal del subcontratista con los alcances que fija la ley laboral; igualmente lo podrá hacer en su vestuario, depósito, etc., en cualquier momento que lo considere necesario. El subcontratista podrá proveer su propia vigilancia complementaria a la existente, previa aprobación y autorización del contratista principal, sin que esta negativa fundada implique responsabilidad alguna para el mismo.

i) *Alcance*: el presente fija los límites a que se obliga el contratista principal. Toda otra estipulación deberá ser convenida expresamente en el pliego de condiciones particulares para prestaciones de ayuda de gremios.

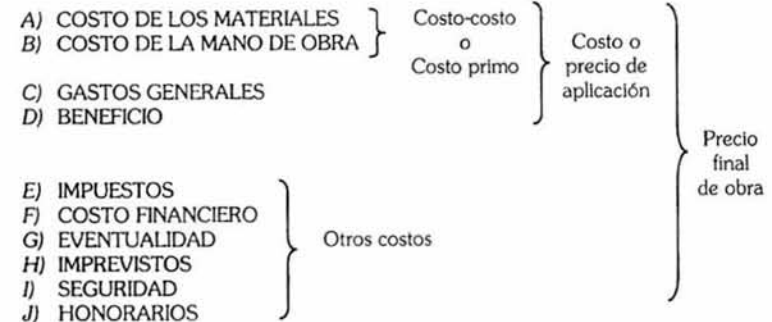
**Nota:** A raíz de los problemas que se generaban en la obra con la apertura y/o tapado de canaletas a cargo de los subcontratistas de los gremios eléctrico y sanitario, la costumbre impuso que su apertura estuviera a cargo de ellos y su tapado del contratista principal.

**Nota:** El costo promedio de la ayuda de gremio según tipo de obra oscilaría entre 1,5% a 2,5%.

## 20. PRESUPUESTO POR ANÁLISIS DE PRECIOS

### 20.1. GENERALIDADES

Un precio se forma por adición de los siguientes elementos:



La suma de los dos primeros recibe el nombre de *costo*, que se convierte en *precio de aplicación* si se le suma el beneficio y los gastos generales. La suma de A) y B) se llama también *costo-costo* o *costo-primo*.

La correcta formación de un presupuesto, en cuanto a su resultado numérico se refiere, depende del conocimiento adecuado de cada uno de los cuatro términos que forman el costo o precio de aplicación. Ellos se relacionan con una serie de factores, de los cuales sólo algunos pueden llegar a ser adecuadamente conocidos, en tanto que otros están en el terreno de las estimaciones más o menos arbitrarias. Estos últimos son feliz-

mente los de menor peso, y no pueden llegar a comprometer la seguridad de las cifras finales cuando están bajo el control de la experiencia profesional, condición ineludible para el éxito del trabajo.

Por último, para llegar a un verdadero precio final de obra, no dejar de considerar todas las implicancias de los apartados E); F); G); H); I); J) y K).

En lo que sigue se dan los conceptos básicos del tema con la extensión suficiente como para orientar la preparación de un presupuesto. Aunque sumaria y ajustada al carácter básico del libro, la exposición es completa y tiene la profundidad necesaria como para catalogarla de técnicamente eficaz.

*Nota:* Sobre los ítems A) y B), el computista incluirá los costos que origine la ayuda de gremio, según lo visto en el capítulo 19.

### A) El costo de los materiales

La cantidad de materiales que consume una estructura, multiplicada por el costo unitario de los mismos, nos da el primer elemento del precio. En los capítulos anteriores hemos visto cómo se determina la cantidad de materiales; en este apartado hablaremos de su valor.

Todo presupuesto comienza con la preparación de una "lista de materiales" con su precio de compra y el de su acarreo ("flete"), si corresponde, hasta la obra, cuando aquél no lo incluya. El costo de un material sólo está formado por estos elementos; los desperdicios -incluidos por algunos autores en el costo- deben ser considerados, lógicamente, como un incremento de la cantidad consumida, no del precio.

El precio de compra es un dato perfectamente conocido, aunque en épocas de tendencia inflacionista está sujeto a un aumento creciente y variaciones bruscas, que obligan a mantener la información estrictamente al día.

La forma de venta es tan múltiple como lo son los materiales con que se construye un edificio. Se venden por peso, por volumen, por superficie, por unidad envasada, etc. El cemento, la cal hidratada, el yeso, se expenden por bolsa o al peso; los áridos para mortero y hormigones por volumen; tejas, ladrillos, baldosas cerámicas, por millar; mosaicos, azulejos y similares por superficie; las maderas por volumen, por metro cuadrado, por metro lineal, etc., según las cantidades o las escuadrías, etc.

*El acarreo:* El costo del transporte, es decir el "flete", puede ser consultado a las empresas de transporte, camioneros, fleteros, etc. En el momento de comprar se recibe indicación sobre el lugar de entrega (los proveedores locales en regiones urbanas entregan al pie de la obra sin costo adicional). Pero en otros casos, desde el lugar de campo hasta la obra corre el flete. costo neto del transporte más el seguro de la mercadería en viaje.

Los fletes se refieren al volumen de la cosa transportada -o a su peso, según la conveniencia del transportador- y a la distancia del recorrido: se expresa en pesos por metro cúbico kilómetro (\$/m<sup>3</sup> km) o tonelada kilómetro (\$/ton km).

En la compra de mercaderías de importación, los vendedores entregan el producto bajo ciertas condiciones señaladas con las siglas *CIF*, *FOB*, *FAS* y otras (ver nota).

La cláusula *CIF* (seguida siempre de la indicación del lugar de entrega, por ejemplo *CIF Bahía Blanca*), indica que el vendedor entrega la mercadería en el lugar de destino, tomando a su cargo el seguro marítimo y todos los gastos de transporte hasta el lugar indicado. Proviene de los vocablos ingleses *cost*, *insurance*, *freight* (costo, seguro, flete). La cláusula *FOB* (seguida siempre de la indicación del lugar de embarque, por ejemplo *FOB, Hamburgo*) indica que el vendedor entrega la mercadería cargada en el barco, corriendo por cuenta del comprador los gastos de seguro y flete. Proviene de la expresión inglesa *free on board* (franco a bordo).

La cláusula *FAS* (seguida siempre de la indicación del lugar de embarque, por ejemplo *FAS, Liverpool*) indica que el vendedor entrega la mercadería al costado del buque, dentro del alcance de su aparejo de carga, corriendo por cuenta del comprador los gastos de carga, seguro y flete. Proviene de *free along side* (franco al costado).

El significado de estas cláusulas ha sido explicado aquí de un modo muy somero a objeto de fijar lo que ellas tienen de fundamental. La interpretación completa de una cláusula de este tipo es, en general, más compleja en cuanto a las obligaciones y cargos que afectan al comprador y al vendedor, respectivamente.

En términos generales -prescindiendo de la relación entre compradores y vendedores- se entiende como *valor CIF* el costo de una mercadería en destino, como *valor FOB* el de una mercadería sobre barco (o camión en fábrica), y *costo FAS* el de una mercadería al costado del vapor.

*Nota:* Se deja constancia de que en la actualidad estas modalidades pueden haber variado; el lector sabrá informarse al respecto.

*Un ejemplo de aplicación:* En ciertos casos, el flete cobra una importancia excepcional. Veamos el siguiente caso, en el que calcularemos el costo a pie de la obra en Río Gallegos de un metro cuadrado de bloques decorativos de hormigón 10 x 30 x 30 (mayo de 1980). El transporte se hará por barco, en consecuencia, dado el severo manipuleo de la carga y descarga el material necesariamente deberá ser embalado.

1. Mercadería puesta en el depósito del comprador (costo, CIF, depósito)	\$ 21.800
2. Descarga a mano y estiba	\$ 35
3. Ejecución de esqueletos para embalaje (un esqueleto por cada metro cuadrado)	\$ 5.042
4. Carga en camión y transporte al puerto	\$ 172
5. Flete marítimo	\$ 12.900
6. Flete terrestre del puerto de destino a la obra	\$ 115
7. Seguro de la mercadería en viaje (cubre el valor de la mercadería de depósito a obra más los fletes)	\$ 1.202

(Costo mayo de 1980) **Total \$ 41.266**

*Nota:* El computista sabrá extrapolar dichos valores a las actuales circunstancias, especialmente lo referente al flete marítimo.

Puede verse que el flete resulta costando el 89% del precio de compra de la mercadería. Todo esto, que parece un despropósito, es, sin embargo, inevitable en un país tan dilatado como el nuestro, con regiones sin apoyo industrial y con dificultades a veces increíbles en el transporte. (En este caso particular, el uso de camiones no habría mejorado la ecuación económica; sólo hubiese mejorado la de los plazos, si fuese verano.)

Se debe tener en cuenta que hoy, en 2003, los fletes son en general realizados por camiones, y dado los incrementos de los combustibles producidos y que se producirán (habida cuenta del problema mundial del petróleo), pasarán a tener un peso mucho mayor en los presupuestos, sin olvidar los consabidos peajes. Tal vez, de existir, hubiese sido el ferrocarril el medio más económico.

*El Impuesto al Valor Agregado (IVA):* El costo de los materiales debe ser calculado sin la incidencia de este impuesto. Tal como se lo aplica, el

contratista paga en la factura del proveedor un monto igual al 21% del precio de venta: estas sumas le son acreditadas como pago a cuenta del IVA y le son debitadas, en cambio, las que correspondan al total de sus certificaciones. Es decir, automáticamente al hacer la diferencia entre débitos y créditos aparecen cancelados los pagos por provisión de materiales. Actualmente es el 21% en todas las obras, salvo para vivienda unifamiliar única de uso propio, que es de 10,5%.

El contratista calcula su presupuesto por suma de materiales (M), mano de obra (J), gastos generales (G) y beneficio (B):

$$P = M + J + G + B,$$

y como sobre el total paga IVA, hará finalmente su oferta incrementándola con el porcentaje del impuesto (21%):

$$Of = 1,21 (M + J + G + B).$$

Pero, si hubiera calculado los materiales incluyendo el IVA, la anterior se transforma en

$$Of = 1,21 (1,21 M + J + G + B),$$

donde se ve que está pagando dos veces el impuesto sobre materiales.

Si de todos modos sus precios de materiales le hubiesen sido dados con el impuesto incluido, bastará con multiplicarlos por 0,826. Porque:

$$\text{precio de venta} = M + \text{IVA} = 1,21 M$$

$$M = \frac{100}{1,21}$$

$$M = \frac{\text{precio de venta}}{1,21} = 0,826$$

Sin IVA van, además, los subcontratos, la mano de obra y algunos insumos.

### **B) El costo de la mano de obra**

Afectan al costo de la mano de obra, el precio que se paga por la misma y el tiempo que se tarda en la ejecución de una estructura determinada, o sea, el rendimiento.



Estos dos factores están sujetos a variación con el tiempo, cambios bruscos o lentos, según influencias que escapan del marco de este volumen. El primero de ellos –llamado *salario*– resulta regulado por la ley de la oferta y la demanda en primer lugar, y en segundo lugar por la necesidad de dar satisfacción a los reclamos de la clase obrera. (Convenciones colectivas de trabajo.)

El segundo –llamado *rendimiento*– (ver más adelante), está estrechamente vinculado al desarrollo de los métodos constructivos y perfeccionamiento de los equipos (máquinas-herramientas), siempre en ascenso, y al porcentaje de obreros calificados que pueda proveer la plaza. No son extraños al rendimiento, los sistemas de contratación de la mano de obra, y puede asegurarse que es más elevado el que corresponde al llamado “a destajo”, que el que se obtiene con obreros jornalizados.

Se impone entonces, para una correcta estimación del costo de las obras, el conocimiento de ambos términos, tarea compleja y sujeta a indeterminaciones, sobre todo en el caso de los rendimientos. (Por ello, los que aquí damos son siempre de carácter estimativo.)

De todas las formas de salarios propuestos, se mantienen en nuestro país por imperio de las circunstancias, solamente tres (en la construcción, se entiende):

- *por contrato*, según la cual la mano de obra ejecuta una estructura determinada en su totalidad, por un precio global, único;
- *a destajo*, según la cual la mano de obra se paga en forma proporcional al trabajo ejecutado (es el caso de los colocadores de mosaicos, etc.); por unidad de medida;
- *a jornal*, según la cual la mano de obra se paga por día de trabajo, independientemente de la tarea ejecutada.

Aunque existan obreros que cobran su trabajo según otras normas (Monotributista), de ningún modo esos casos conforman una modalidad del ambiente que pueda alterar el cuadro expuesto.

Los casos “por contrato” y “a destajo”, van tomando una importancia día a día creciente. Es cada vez más reducido el número de empresas constructoras que poseen personal propio jornalizado, que en el supuesto de ser “destajeros” deberán tomar otros recaudos legales a sus efectos, como en el caso del uso de *cuadrillas* que ejecutan la obra por un tanto, o a medición de lo hecho, que conduce a una efectiva economía, derivada del aumento de rendimiento por un lado, y por el otro de la disminución del por-

centaje de cargas sociales, que aumenta fuertemente el costo del obrero jornalizado.

En resumen, el análisis del costo de la mano de obra depende del hecho de que haya sido tomada por un tanto, a destajo o a jornal. Véase en efecto, que los dos primeros sistemas dan de inmediato el costo de la mano de obra (para la totalidad de la misma o para una de sus partes), en tanto que la última, debe ser motivo de un estudio previo, para calcularla en rendimiento y en precio.

### De los jornales

El precio de la mano de obra jornalizada está regulado por el Convenio Colectivo de Trabajo para el gremio, de ámbito nacional. En él se establecen –aparte de diferenciaciones zonales– solamente cuatro categorías de operarios: oficial especializado, oficial, medio oficial y ayudante, y una quinta categoría, la de sereno, y en las que se abarcan especialidades tan distintas como armadores para hormigón, electricista de obra, de instalaciones complementarias, obreros sanitarios, metalúrgicos, pintores, colocadores de vidrio y construcción en general (incluso a los empleados administrativos).

Algunas de estas especialidades han obtenido una mayor paga (como los yeseros, por encima del jornal de albañiles); tampoco se resignan los obreros de alta calificación a la uniformización del convenio y cobran más, por arreglo directo con las empresas.

El jornal se establece con intervención de las autoridades competentes; varía de tanto en tanto, en tardíos intentos de adaptarlo al costo de la vida. “Los salarios básicos del acuerdo CAC/UAC/UOCRA son los vigentes desde el 01/08/93 y fueron establecidos por el convenio colectivo de trabajo n° 76/75 mediante el dictado de la disposición N° 1134/93”.

Para su aplicación el sueldo básico considerado es en base a cuatro semanas de cuarenta y cuatro horas (44 h) cada una, que totalizan 176 horas en el mes. El mismo es de aplicación nacional, considerando el territorio en tres zonas “A”, “B”, y “C”, con variaciones entre el 20% y el 30% con respecto a la zona “A”, que corresponde a la Capital Federal, Bs. As. y el resto de las provincias no contempladas en las otras zonas; la zona “B”, Neuquén, Río Negro, Chubut (~ 20% más) y zona “C”, Santa Cruz, Tierra del Fuego, Antártida Argentina, Islas del Atlántico Sur (~ 30% más).

Lo importante es señalar que el costo de la mano de obra es superior a su precio. Del examen del convenio colectivo y de la consideración de ciertas leyes y disposiciones generales sobre bonificaciones, previsión, vacaciones, feriados pagos, Ley de Riesgos de Trabajos, etc., surge que



el salario del obrero resulta ser sólo una parte del costo de la mano de obra.

Para tener este costo total, es necesario sumar otros gastos: algunos de ellos son también una paga directa (como viáticos y feriados pagados) aunque no puedan determinarse *a priori* (como la asistencia perfecta), en tanto que otros no van incluidos en la paga (como los aportes patronales para la jubilación) o son reservas preventivas de eventualidades futuras (como el seguro). (Ver tabla 20.1.)

En definitiva, el costo de la mano de obra está formado por la siguiente suma:

- 1) Sueldo básico + asistencia perfecta = salario bruto
- 2) Salario bruto – contribuciones sociales (ver detalles) = sueldo neto (de bolsillo).

Para los indicados en 1), es obligatorio considerar: los viáticos por movilidad cuando el operario es llevado a otra obra distinta de la que originariamente se contrató, según una escala de distancias. En cuanto a la asistencia perfecta es igual al 20% del jornal ganado (sueldo básico), siempre que durante la quincena (forma normal de pago), el operario no haya incurrido en tardanzas o inasistencias, por cualquier causa. Aparte de los citados pueden convenirse entre las partes premios y viáticos por otras causas.

El porcentaje de leyes sociales a aplicar es sobre la mano de obra directa (sueldo bruto) es igual a 71,22%, habida cuenta de la que rige al 15/01/02 (ver tabla 20.1).

*Nota:* No están contemplados los actuales aumentos otorgados a obreros y empleados del sector privado (durante el año 2003).

Muchos profesionales y muchas publicaciones efectúan eventualmente su propio cálculo de cargas sociales, para llegar con uno o dos puntos de diferencia sobre el que adoptamos en esta edición. No quiere decir que estos cálculos estén mal: sólo afirmamos que todos ellos deberán contar con las condiciones señaladas más arriba. Todas las tentativas para determinar la incidencia de cada una de las leyes sociales, están llenas de vacíos e indeterminaciones en tal grado que quitan significación a las pequeñas diferencias finales.

El porcentaje de leyes sociales se distribuye de la siguiente manera:

TABLA 20.1. COSTO DE LA MANO DE OBRA DE LA CONSTRUCCIÓN  
Actualizado al 15/01/2002

N° detalle	Importe	Porcentuales	
1) Sueldo básico	218,24		
2) Asistencia perfecta (20% del sueldo básico)	43,65		
<b>3) Subtotal (sueldo bruto)</b>	<b>261,89</b>	<b>100,00%</b>	
4) Jubilación (5%)	13,09		
5) Ley 19.032 (3%)	7,86		
6) Obra social (3%)	7,86		
7) Cuota sindical (2,5%)	6,55		
8) Seguro de vida (directo \$ 4,00)	4,00		
<b>9) Sueldo neto</b>	<b>222,53</b>		
10) Contribuciones patronales seguridad social	41,12	15,70%	
11) Contribuciones patronales obra social	15,71	6,00%	
12) Fondo de cese laboral	20,95	8,00%	
13) Fo. De. Co.	0,21	0,08%	
14) Régimen Nac. de la Ind. de la Construcción	0,21	0,08%	
15) Fondo de Investigación, Capacitación y Seguridad	0,42	0,16%	30,02%
16) Feriados pagos		6,17%	
17) Ley de Riesgo de Trabajo		12,19%	
18) Vacaciones pagas		7,31%	
19) Enfermedades inculpables		2,61%	
20) Licencias especiales		1,03%	
21) Vestimenta y útiles de labor		1,05%	
22) Sueldo anual complementario		10,84%	
<b>Total porcentual del costo de la mano de obra</b>		<b>71,22%</b>	
<i>Fuente:</i> Diario "El Constructor".			
Todos los porcentajes son aplicados sobre el sueldo bruto.			

*Nota:* El sueldo básico se ha considerado en base a cuatro semanas de 44 horas c/u, con un total mensual de 176 horas.

Vemos que el porcentaje de cargas sociales llega a tener la magnitud de la cifra del apartado anterior; éstos son, sin lugar a dudas, uno de los más importantes elementos del costo. No podemos por consiguiente aplicarlo ciegamente y mantenernos en la ignorancia de su naturaleza. Para esto remitimos al lector a la legislación del trabajo en vigencia.

Ahora bien, el cálculo aproximado de la incidencia porcentual, según cada carga, puede resultar de interés cuando se producen cargas nuevas o se modifican las existentes (aunque en definitiva los porcentajes definitivos lo fijan los organismos respectivos).

Una de las formas tentativas de evaluarlos, sería así:

$$\frac{\text{horas pagadas} - \text{horas trabajadas}}{\text{horas trabajadas}} = \text{Porcentaje de leyes sociales}$$

Toda nueva carga o modificación de las existentes, puede ser reducido a horas como en este caso (por ejemplo, se dispone hacer obligatorio el pago del día feriado de 8 horas). En cuanto a las horas trabajadas efectivamente por el operario en el término de un año, están alrededor de 1.600 (el cálculo está hecho con 199 jornales de 8 horas cada uno, o sea 1.592 horas).

Es decir:

$$\frac{1.600 - 1.592}{1.592} = 0,005 - 0,05\%$$

Va sin decir que los porcentajes calculados no se aplican a la mano de obra que se subcontrata.

Conviene aconsejar una extrema prudencia en la aplicación de las cargas sociales. Hay estimaciones que –aunque no son arbitrarias– pueden deformar la realidad, ya que la situación no es la misma para todas las empresas. Este porcentaje resultaría correcto para aquellas grandes empresas cuya mano de obra es casi totalmente jornalizada.

Una buena parte de las obras son construidas por cuadrillas contratadas a destajo, o por un tanto, con lo cual las fracciones correspondientes a preaviso y despido, aguinaldo, licencias varias o bonificaciones, quedan reducidas a una mínima parte o simplemente anuladas.

Obsérvese que algunas cargas son de pago inmediato e inevitable (aguinaldo, feriados, etc.); otras, en cambio, son de aplicación probable (enfermedades, fallecimiento), que sólo se pagan cuando se produce el hecho que los motiva. Estas cargas son absorbidas por las ART, de acuerdo con las actuales leyes, según veremos en el apartado siguiente.

En cuanto a las otras, es evidente la necesidad de incluirlas en el costo del jornal. Por último, es de notar que el llamado Fondo de Desempleo que deposita el empleador mensualmente, a favor de sus empleados, reemplaza al antiguo régimen de preaviso y despido.

### **Del seguro obrero**

Rige en la República Argentina una Ley de Seguridad e Higiene en el Trabajo N° 19587 (año 1972), una Ley de Riesgo de Trabajo N° 24557

(año 1995) LRT, y una ley específica relacionada con los Trabajos de Construcción N° 22250.

El costo aproximado de coberturas según tipo de actividad se muestra en la tabla 20.2.

En el año 1996 (5 de agosto), se dictó el Decreto N° 911/96, donde se aprueba el Reglamento para la Industria de la Construcción, dando las pautas de seguridad e higiene que en la misma deberán aplicarse.

Dicho Decreto 911/96 estableció que es de aplicación en todo el ámbito de la República Argentina (artículo n° 2), incluyendo, el "concepto de obra de construcción, a todo trabajo de Arquitectura e Ingeniería, realizado sobre inmuebles, propios o de terceros, públicos o privados, comprendiendo excavaciones, demoliciones, construcciones, remodelaciones, mejoras, refuncionalizaciones, grandes mantenimientos, montajes e instalaciones de equipos y toda otra tarea que se derive de, o se vincule a, la actividad principal de las empresas constructoras".

Este decreto contiene 377 artículos, donde se tienen en cuenta todos los trabajos y/o tareas, con sus correspondientes detalles de prevención de riesgos, que deben considerarse cuando se construya una obra (llámese andamios, obrador, protección de caídas de personas y/o materiales, manipulación de materiales, instalaciones eléctricas, de iluminación, etc., etc.), todo, a los fines de preservar vidas humanas, bienes, higiene y seguridad en el trabajo.

Posteriormente a su promulgación surgieron resoluciones y circulares con el fin de ampliar, mejorar y/o adaptar dicho decreto a las realidades cambiantes de la construcción.

#### **Nota: Otras disposiciones del Decreto 911/96:**

El art. 3 establece que son sujetos obligados los empleadores, siendo además extensible su responsabilidad al comitente, juntamente con el o los contratistas en forma solidaria (art. 4). Pero debemos dejar en claro, que cuando se habla de contratistas no hace distinción acerca de si es sobre la obra material o la obra intelectual (léase por ejemplo, Proyectista y Directores de Obra).

El art. 5 establece la obligatoriedad del contratista de acreditar, antes de la iniciación de la obra, la contratación del seguro ante una ART (Aseguradora de Riesgos de Trabajo), que tendrá a su cargo todo el marco prestacional en dinero y/o especies impuesto por el sistema en vigencia, cubriendo así todos "los riesgos de trabajos del personal afectado a la misma en los términos de la Ley 24557".

Se contempla también en el art. 5 la existencia del autoseguro *ad referendum* de la S.R.T. (Superintendencia de Riesgo de Trabajo).

TABLA 20.2. EL PRECIO DE LAS COBERTURAS

Seguro contra accidentes en obra calculado sobre un salario mensual de 500 pesos.		
Tipo de actividad	Costo promedio mensual	En pesos
Demolición y voladura de edificios y de sus partes.		91,85
Construcción, reforma y reparación de obras hidráulicas (incluye obras fluviales, canales, acueductos y diques).		61,73
Construcción, reforma y reparación de redes (incluye redes de electricidad, de gas, de agua y de telecomunicaciones).		61,73
Construcción, reforma y reparación de obras de infraestructura de transporte (calles, rutas, vías férreas y puentes).		61,73
Construcción, reforma y reparación de edificios residenciales.		52,29
Terminación de edificios y obras de ingeniería civil (ornamentación, limpieza exterior con vapor y chorro de arena).		52,29
Instalaciones de ascensores, montacargas y escaleras mecánicas.		50,84
Instalación de carpintería, herrería de obra y artística.		45,95
El costo promedio de un seguro de accidente oscila entre el 3 y el 7 por ciento del salario del operario, más una suma fija que ronda los 40 ó 50 pesos. Pero los costos varían mucho entre las distintas ART y de acuerdo con factores como riesgo de cada tarea, la cantidad de empleados que asegure la empresa y el mencionado nivel de seguridad de la obra (ver tabla).		
Los especialistas aseguran que los gastos en seguridad y prevención no superan el 1 por ciento del costo total de la construcción.		
Fuente: Federación Patronal Seguros (publicó Clarín 25/06/2001).		

**Nota:** Hoy (03/2003), el porcentaje que el empleador aportaría a la Ley de Riesgos de Trabajo (LRT), es de 12,19% sobre el salario bruto. El mismo se desglosa así: ART general según Ley 24557, \$ 22,15 de monto fijo y 3,5% sobre la remuneración bruta como componente variable. Asimismo, en virtud del decreto 590/97, también se ha considerado el Fondo para Fines Específicos de 0,60 peso.

### Del rendimiento de la mano de obra

Hasta ahora hemos hablado del precio y el costo de la mano de obra. Hablemos ahora de su *rendimiento*, o sea de la cantidad de unidades iguales que un operario puede hacer en un período fijo de tiempo.

Dicho tiempo empleado en la ejecución de una tarea está formado por tres tipos distintos de operaciones que podríamos llamar: preparatorias, fundamentales y accesorias.

Así, en la construcción de un muro, la descarga de los materiales, preparación y batido de la mezcla, son operaciones preparatorias. El acarreo de los materiales dentro de la obra, la ejecución de andamios y amurado de marcos, son accesorias, en tanto que son fundamentales todos los movimientos insumidos por los obreros en la construcción específica de dicho muro. Obsérvese que en esta operación, como en casi todas las de la albañilería, intervienen dos clases de obreros: *el albañil* y *el ayudante*.

Pero no son solamente estas operaciones el único factor determinante del rendimiento; hay algunos elementos más complejos, de difícil mensura, tales como el no aprovechamiento total de la jornada de ocho horas, las inevitables diferencias en la aptitud de trabajo de los distintos obreros y la presencia de personal sin calificación en el oficio. Intervienen también en el rendimiento y en un grado no despreciable, la temperatura, el estado climático, el orden y limpieza del frente de trabajo, al igual que un buen obrador instalado (vestuarios, comedor, sanitarios, etc.).

Vale decir que aunque haya algunos obreros capaces de colocar 1.000 ladrillos por día, el tiempo a considerar en la ejecución de muros, debe ser bastante menor, para tener en cuenta todos esos factores.

El rendimiento —o *producción*— suele medirse de dos maneras: a) por la cantidad de obra hecha en la unidad de tiempo, y b) por el tiempo necesario para hacer una unidad de obra. Aunque ambas formas son igualmente correctas, preferimos la segunda, más fácil de entender y de aplicar; en esta forma están preparados los rendimientos del capítulo 21.

Conceptualmente, ambas formas son lo mismo; matemáticamente resultan números recíprocos (es decir, cada uno de ellos, es la inversa del otro). En consecuencia, usando la primera de las formas, los cálculos de mano de obra resultarían hechos por división y no por multiplicación, como la segunda, a la que adherimos por su sencillez.

Es usual dar también el rendimiento del grupo básico de operarios, ocupados simultáneamente en la misma tarea, o sea la producción por cuadrilla. Como corrientemente un peón sirve a dos oficiales, este grupo se considera básico y los datos de rendimiento se refieren a él.

El procedimiento es práctico en el estudio de tiempo de unidades de muy intensiva elaboración; pero la gran cantidad de operaciones de calificación indefinida (muchas, pocas o ninguna elaboración), necesarias para la

construcción de un edificio hace que este método resulte en tal caso poco adecuado.

Efectivamente, siendo la cuadrilla tipo de dos oficiales y un ayudante, el consumo de jornales en un edificio de los corrientes da, sin embargo, un oficial por cada peón.

En cuanto a la forma práctica de medir el rendimiento, lo más directo es controlar, reloj en mano, el trabajo de distintos operarios ejecutando el mismo trabajo en condiciones similares y estableciendo luego los valores promedio. El resultado arroja una sorprendente dispersión; fuentes muy responsables han llegado a establecer diferencias tan terminantes como de uno a tres.

Sin dejar de valorar los méritos del sistema mencionado, con cuyas investigaciones es necesario continuar, preferimos la comparación de la obra construida con la cantidad de jornales que requirió; tomando por ejemplo el total de la mampostería del edificio, en relación con el total de horas consumidas en este trabajo. Todos ellos son datos del parte diario, elaborado por auxiliares responsables.

Esto supone una organización en la obra y en la administración, que contemple esta finalidad. Sobre esa base están tomados, en lo fundamental, los rendimientos denunciados en este libro, y el cuidadoso examen de publicaciones locales y extranjeras ha convencido al autor de que el margen de error de su método es, en el peor de los casos, igual al que puede resultar de otros valores conocidos por otros métodos.

En nuestro país son muy pocos los elementos de juicio que han sido dados a conocer en forma pública sobre este problema, de importancia tan grande. Nuestra literatura sobre la construcción presenta en ese aspecto una grave falencia, y sería de desear que las grandes empresas constructoras o sus órganos gremiales, hicieran conocer el resultado de sus investigaciones, tal como lo ha hecho el CIRCOT (Centro de Investigación para la Racionalización de la Construcción Tradicional), dependiente de la Universidad Nacional de San Juan, Facultad de Ingeniería. Ejemplo que debería ser imitado por otras casas de altos estudios dedicadas a la enseñanza del arte de la construcción.

Aparte de los elementos consultados privadamente y los que provienen de la propia preocupación, el autor ha tenido en cuenta en la preparación de las planillas del capítulo siguiente, la información escrita contenida en la bibliografía. Esto, a su vez, fue chequeado (en algunos rubros), por los estándares de insumos de mano de obra del CIRCOT.

### C) Los gastos generales

El de los gastos generales es un tema difícil, confuso y controvertido; hasta hay quien propuso suprimir la denominación por los inconvenientes que trae. No sólo es un problema técnico para el interés del calculista de costos (cuyos valores finales quedan incompletos sin este plus), sino también, un problema legal de llevar y traer en la diaria discusión, ya sea de adicionales, economías, rescisiones, etc.

Un primer elemento de juicio para la clarificación del asunto se encuentra precisamente en este doble carácter técnico-legal. Dijimos anteriormente (capítulo 19 - Metodología a), que el operador puede encontrarse con un inventario para calcular el costo y otro para presentar su propuesta.

En *el primer caso*, es decir en la faz técnica, sólo son generales aquellos gastos que no puedan ser incluidos como rubro independiente, calculables por medios técnicos, y que surgen del inventario de costos (tales como por ejemplo, los gastos de la empresa, no imputables a la obra).

En *el segundo caso*, es decir en su faz legal —puesto que aceptada la propuesta pasará a ser contrato— son generales todos los gastos no indicados expresamente en la lista de rubros. En este segundo aspecto suele ocurrir, con frecuencia, que el propio contrato se ocupe de definir taxativamente los gastos generales, modalidad inevitable en los contratos de coste y costas.

Para la estructura del precio, tal como la hemos dado en el principio de este capítulo, son generales todos los gastos que no sean específicamente materiales o mano de obra. Se quiere de esta manera conservar para la construcción, la misma forma que el precio tiene para las demás industrias.

De todos modos, en la obligada descomposición en rubros de una obra compleja, es necesario repartir todos los gastos excluidos del listado proporcionalmente al monto de todos y cada uno de los ítems.

Se acostumbra dividirlos en dos categorías: *directos* son todos aquellos imputables a la obra misma, inexistentes sin ésta (por ejemplo, planos, materiales, mano de obra y otros rubros); *indirectos* son los que igualmente se producirían si la obra no se hiciese, por ejemplo los gastos administrativos (sueldo de los empleados de la oficina). Pero mejor es clasificarlos de la siguiente manera:

1) *Gastos administrativos*: Alquileres, teléfonos (los de oficina), patentes, gastos de oficinas, sueldos de personal administrativo, impuestos generales y algún otro gasto específico.



2) *Gastos de obra*: Instalación del obrador, cercos, cartel; consumo de energía para el movimiento de equipos; capataces, sobrestantes y apuntadores; la parte proporcional a la obra de gastos de dirección, planos, impuestos especiales; etc.

3) *Gastos de equipo*: Amortización de maquinarias, andamiajes, etc.; gastos de reparación; etc.

4) *Gastos de financiación y servicio de intereses*.

5) *Gastos varios*.

Un detalle de los cuatro últimos se da en la tabla siguiente.

TABLA 20.3. DETALLE DE LOS GASTOS QUE POSIBLEMENTE NO TENGAN ÍTEM EN EL PRESUPUESTO Y DEBEN SER CONSIDERADOS (serían los llamados *directos*)

**a) GASTOS DE OBRA**

*Obrador y afines:*

Depósito de materiales.  
Talleres.  
Playa (eventualmente pavimentada).  
Caminos de acceso.  
Cercados.  
Letrero de obra.  
Agua de construcción (toma y distribución).  
Instalación eléctrica y su consumo.  
Oficina de obra (para la empresa).  
Oficina de obra (para la inspección).  
Equipamiento de las anteriores.  
Vivienda para operarios.  
Vivienda para el jefe de obra.  
Vivienda para la inspección.  
Comedor.  
Vestuarios.  
Barraca para depósito de materiales.  
Pañol de herramientas.  
Etc.

*Movilidad:*

Camionetas.  
Auto para el jefe de obra.  
Auto para la inspección.  
Mantenimiento y consumo de los anteriores.  
Camiones cuya amortización no esté incluida en ítems específicos.  
Seguros, patentes, de los anteriores.

*Personal:*

Jefe de obra.  
Ayudante del anterior.  
Sobrestante.  
Capataz principal.  
Otros capataces.  
Encargado administrativo y otros.  
Encargado del depósito.  
Peones para el depósito.  
Serenos.  
Chóferes.

*Seguros:*

Sobre el material acopiado.  
Sobre la obra ejecutada.  
De responsabilidad civil.  
Seguro contra terceros.  
Del personal de inspección.  
Seguro de caución o fianzas.  
(seguro obrero y de transporte, van con la mano de obra y los materiales).

*Planos y derechos:*

Planos municipales.  
Planos de las instalaciones.  
Plano y cálculo de estructuras.  
Planos conforme a obra.  
Plano final de obra.  
Ensayo de suelos.  
Derechos municipales.  
Derechos de gas y otras instalaciones.

**b) GASTOS DE EQUIPO**

(Cuya amortización no esté incluida en ítems específicos):

Grupo electrógeno.  
Bombas de achique y otras.  
Radio.  
Hormigoneras, guinches, carritos y herramientas menores.  
Grúas.  
Mantenimiento y consumo, etc.

**c) GASTOS FINANCIEROS**

Sellado del contrato.  
Fianza de licitación.  
Garantía de cumplimiento del contrato.  
Sustitución del fondo de reparos.  
Descuentos de certificados.  
Desfasaje entre fecha de inversión y cobro de certificados.  
Financiamiento de acopios.  
Gastos comerciales (adelantos a subcontratistas, intereses sobre pagarés, etc.).  
Participación de terceros.  
Etc.



**d) GASTOS VARIOS**

Mantenimiento durante el plazo de garantía;  
 Previsión para multas contractuales;  
 Gastos de viajes, hoteles y comidas para el jefe de obra, capataces y personal;  
 Gastos de viajes para la inspección de la propia empresa;  
 Etc.

El conocimiento de estos importantes rubros no es un problema de fácil solución. Estos gastos varían en función de múltiples factores que cambian, no sólo de empresa a empresa, sino que dentro de una misma compañía, pueden cambiar de obra a obra. De allí que sea prudente incluir en el presupuesto el mayor número de gastos de este tipo, de determinación clara, a efectos de disminuir la incertidumbre en la estimación del porcentaje de gastos generales.

**Formas de su cálculo**

Ha sido usual efectuar la prorrata de los gastos generales en porciento de los de mano de obra, concepto basado en una experiencia correctamente interpretada. En efecto, ese coeficiente se calcula según esta fórmula:

$$\% = \frac{\text{total de gastos generales}}{\text{número de unidades base}}$$

“La unidad elegida como base puede ser cualquiera que represente correctamente la obra por construirse y se pueda medir fácilmente. En la industria se usan como bases la mano de obra directa (total de jornales pagados en las diversas obras atendidas por los mismos gastos de esta especie), el costo de los materiales directos (también para las mismas obras), el costo-costo (suma de mano de obra y materiales), o las horas de trabajo directo” (Clarence E. Bullinger, *Engineering Economic Analysis*, Mc Graw-Hill, New York).

En la empresa constructora organizada del modo convencional para la construcción de obras por métodos tradicionales –como son las estudiadas en este libro– la mano de obra es seguramente el gasto más importante, el de incidencia total menos variable, el más característico de todos los elementos del complejo empresario. Por ello, una de las formas es tomar como unidad base el costo total de jornales pagados, para referir a ellos los porcentuales de gastos generales. Sin perjuicio de tomar otros, siempre que resulten adecuados y suministren una relación anual relativamente fija.

De la lista dada en el apartado anterior, de los indicados en a) algunos serán, por lo común, determinables numéricamente, obra por obra; otros serán típicamente “generales”, y su cálculo corresponde al aparato contable, que lo suministrará como un porcentual de la mano de obra, o en cualquier otra forma.

Los indicados en b), c) y d), serán, por lo común, determinables de un modo directo para cada obra por la oficina de cómputos y presupuestos. Y considerados, además, como rubros independientes y definitivos del presupuesto, siempre que esto sea posible.

Hoy (año 2003) se puede estimar, como dato orientativo, alrededor del 12% del costo-costo, según tipo de obra, grado de complejidad y duración de la obra (tómese sólo como valor referencial).

Como criterio, los gastos generales tienden a disminuir cuanto mayor sea la envergadura de la obra.

**D) El beneficio**

La diferencia entre los ingresos totales y la totalidad de los gastos, recibe el nombre de *beneficio* o *utilidad*, y su obtención es el objetivo fundamental de toda organización empresarial. Se ha dicho, intentando una definición, que supone “la recompensa a la destreza, habilidad, experiencia y conocimiento; el incentivo de esfuerzo y empeño, la protección contra los riesgos que se corren; el seguro contra las pérdidas imprevistas, y la seguridad de éxito y continuidad del negocio”.

Debe distinguirse entre beneficio *empresarial* o *industrial*, y beneficio propio de la obra, diferentes, puesto que en el *primero* pueden estar incluidos ingresos o gastos provenientes de actividades marginales de la empresa; y el *segundo*, los origina aquella. Uno y otro son datos verificables *a posteriori* por vía contable.

Es, sin embargo, necesario determinarlo *a priori* para pasar del presupuesto de costo al precio. La cuota de beneficio, para cargar de un modo generalmente uniforme sobre todos los rubros del costo, es un problema vinculado a la política de la empresa, más que a su oficina de presupuestos.

La fijación del beneficio no está sujeta a normas; sólo depende de la voluntad del contratista, naturalmente limitada por la ley de la oferta y la demanda. En forma muy general, puede decirse que el factor determinante es la competencia, cuyo efecto regulador permite admitir porcentos constantes –aproximadamente– dentro de períodos normales.

Tienden a aumentar el porcentual de utilidad: los períodos de construcción de intensa actividad, las dificultades de obra, su especialización, los emplazamientos muy alejados de los poblados, etc. Tienden a bajarlo: el interés del constructor en contratar una obra o mantener un cliente; los plazos cortos de construcción (obras de rápida conclusión), la cantidad de trabajos en marcha, o la falta de obras, etc. Un conocimiento acabado de la situación de plaza y las utilidades exigidas por el gremio son necesarias para la determinación de este elemento final del presupuesto.

Actualmente, como dato ilustrativo, el beneficio puede llegar a oscilar entre el 7% y el 15% según el tipo de obra que eventualmente podría hacerlo variar en un sentido u otro: como sucedió, por ejemplo, en los últimos años, en que fue más bien bajo para no perder la obra.

#### **E) Impuestos**

Tasa de Ingresos Brutos, que dependen del lugar donde se encuentra establecida la empresa y la propia obra.

#### **F) Costo financiero de la inversión**

Debe ser obviamente incorporado al precio, y su valor depende de las tasas bancarias vigentes al otorgamiento del crédito. Es decir, el dinero necesario a pedir prestado, para cubrir los períodos de saldo negativo de la obra.

#### **G) Eventualidad**

Es un factor de ajuste presupuestario que cubre las diferencias (por falta de detalles, inexactitudes en la documentación, etc.), entre los planos de obra y la realidad a ejecutar. Valor que puede estimarse en alrededor de 3%.

#### **H) Imprevistos**

Son los imponderables que tienen los distintos tipos de obra (omisio- nes, desviaciones en los presupuestos, etc.) y que deben ser contemplados. Como norma se considera razonable un 10%.

#### **I) Seguridad en la construcción**

Según los especialistas oscila en el 1% del costo total de la construc- ción. Comprende todos los gastos en seguridad y prevención, comprendi- dos en el Legajo de Higiene y Seguridad.

#### **J) Honorarios profesionales por proyecto, dirección, construcción y/o administración**

Valores que pueden oscilar entre aproximadamente 8%, hasta alrede- dor del 20%, dependiendo de muchas variables, como ser, si es proyecto, dirección, construcción, administración o combinación de éstos (según lo pautado por los Consejos Profesionales); a lo que debemos agregar que actualmente rige la desregulación sobre dichos valores.

Para finalizar, si el computista quiere llegar a un precio de empresa, podrá estimar con más precisión los ítems anteriores, de acuerdo con las variables particulares de su obra; por lo tanto, lo aquí expresado es más bien de orden orientativo y no taxativo.

#### **K) Derechos municipales**

Son los que contempla el cuadro tarifario, que anualmente establece el Gobierno de la Ciudad de Buenos Aires para obras de terceros, en el caso de nuestra Capital Federal, o las municipalidades correspondientes a la lo- calidad donde se construye.

*Nota:* Los porcentajes estimados para los puntos D), G), H) e I) son aplicados sobre los totales dados por A), B) y C).

# 21. PLANILLAS PARA EL ANÁLISIS DE COSTOS

## 21.1. GENERALIDADES

Estas planillas resuelven dos problemas:

- 1) cantidad y costo de los materiales;
- 2) cantidad y costo de los jornales.

Cada análisis es completo en sí mismo y no requiere investigaciones previas.

Los tiempos indicados comprenden en todos los casos las operaciones necesarias, desde la descarga de los materiales hasta la limpieza que corresponda en cada caso. (Operaciones preparatorias, fundamentales y accesorias.)

La cantidad de materiales indicada en cada ejemplo incluye, además de los consumos teóricos, los desperdicios provenientes de roturas, pérdidas, etc.

En cada caso se ha indicado un tipo de mezcla, pero se da la cantidad necesaria para que, con la ayuda de las tablas del capítulo 6, el operador pueda aplicar el análisis a otros tipos.

La mano de obra debe considerarse como *jornal horario*, dividiendo por 8 horas el que dan los laudos y convenios. No deben olvidarse los viáticos, bonificaciones y cargas sociales, cuando correspondan.

Las cales, sean hidráulicas o aéreas, se entienden hidratadas al estado de polvo.

Cada uno de los ejemplos intercalados puede ser considerado como un análisis más, ya que en ellos se suministra información adicional.

*Nota:* Se deja expresamente aclarado que en los siguientes ejemplos de aplicación, tanto los tiempos como los costos son estimativos; y dada la variedad que dichos valores sufren en una industria como la nuestra, donde lo imprevisible y lo coyuntural median, tómelos el calculista pues como orientativos, y únelos a los de su propia experiencia; con ello obtendrá valores más próximos a la realidad que está presupuestando.

Obviamente, las variaciones mayores se darán sobre los costos de los materiales y en menor grado sobre la mano de obra. En cuanto a los tiempos, al no mediar la mecanización, son más estables.

## 21.2. EJEMPLOS DE APLICACIÓN

a) Se desarrolla el análisis n° 23, albañilería de ladrillos comunes en elevación, para mostrar la mecánica del cálculo. Los números colocados en negrita deben ser obtenidos por el operador.

Se han tomado jornales diarios de \$ 9,94 y \$ 9,08 para oficiales y ayudantes, respectivamente, con un porcentaje de leyes sociales del 71,22%; pero, para adecuarse mejor a la realidad, con un plus de pago del 80%, sin considerar el último aumento de \$ 200 que fue otorgado a todo el sector privado.

ladrillos comunes	400	n° x	\$ 0,15	\$ 60,00
cal hidráulica	53	kg x	\$ 0,17	\$ 9,01
arena	0,260	m³ x	\$ 23,50	\$ 6,11
polvo de ladrillos	0,090	m³ x	\$ 24,00	\$ 2,16
<b>Subtotal</b>			<b>\$ 77,28</b>	
albañil	6,10	h x	\$ 2,25	\$ 13,73
ayudante	7,10	h x	\$ 2,00	\$ 14,20
<b>Subtotal</b>			<b>\$ 27,93</b>	
<b>Costo-costo</b>			<b>\$ 105,21</b>	

Se ve que esta disposición permite la inmediata separación de los dos conceptos fundamentales: materiales y mano de obra. El uso de destajeros o tanteros puede disminuir el costo de la última en un monto importante

(por el aumento del rendimiento y por la disminución de las cargas sociales, esto último en mayor grado que lo primero). Precios de mano de obra de junio de 2003.

b) Calcular la ayuda de gremios necesaria para la colocación de azulejos.

En este caso la ayuda consiste en la provisión de la mezcla y la prestación de peones. Corresponde parcialmente el análisis n° 127.

cemento pórtland	4,65	kg x	\$ 0,30	\$ 1,399
cal aérea	1,50	kg x	\$ 0,25	\$ 0,375
pastina	0,20	kg x	\$ 0,90	\$ 0,180
<b>Subtotal</b>			<b>\$ 1,95</b>	
Ayudante	0,80	h x	\$ 2,00	\$ 1,60
<b>Subtotal</b>			<b>\$ 1,60</b>	
<b>Costo-costo</b>			<b>\$ 3,55</b>	

Se prescindirá de los centavos, por supuesto. Precio de materiales junio de 2003.

*Nota:* Va de suyo que los rendimientos de la mano de obra hecha por destajeros y/o monotributistas son otros, no considerados aquí, al igual que si dicha mano de obra, se mecaniza con el uso de máquinas-herramientas. Ello debe tenerlo en cuenta el computista a la hora de evaluar sus propios proyectos, con los datos que nuestro libro le aporta.

## 21.3. OBRADOR

En las construcciones alejadas de las zonas urbanas, con transportes difíciles, las comodidades para el personal (vestuarios, sanitarios, comedor, etc.), casillas para oficinas y barracas para depósitos y talleres suelen adquirir importancia dentro del costo de la obra. Estas construcciones provisorias son de dos tipos: las habitables y las de simple depósito; la superficie por construirse depende en el primer caso de la cantidad de hombres que se necesite alojar, y en el segundo de la cantidad de materiales que requieran acopio bajo techo.

Para calcular la superficie de las casillas habitables pueden usarse los siguientes datos (según decreto 911/96 de la LRT):

Máximo 2 (dos) trabajadores por unidad	
dormitorios (h = 2,60 m)	6,00 m <sup>2</sup> / hombre o 9,00 m <sup>2</sup> / 2 hombres
comedores	0,80 m <sup>2</sup> / hombre
vestuarios	0,60 m <sup>2</sup> / hombre
sanitarios	
(2L°, 5D° AF y AC, 1 IT, 1M°) 3,50 m <sup>2</sup> / 15 hombres	

Las casillas habitables (comedores, dormitorios, oficinas) se construyen con piso, cielo raso y doble pared. Se emplean generalmente materiales usados y en obras de mucha duración todo su costo –incluido su desarme– se carga íntegramente a la obra y hasta puede pensarse en construirlas con materiales permanentes.

#### 1) Casilla habitable

Por metro cuadrado de superficie cubierta. Sólo se usan tablas de 1" x 4", 1" x 6", y tirantes de 3" x 3" (parantes). El entablado es conveniente que sea machihembrado (impide el paso del aire) y si fuera necesario con aislamiento térmico e hidrófugo.

madera	7 m <sup>2</sup>
montaje (carpintero)	6,50 h
retiro (ayudante)	3,00 h

Se colocará entre el parante y el machihembrado una capa de fieltro o techado asfáltico. Este trabajo deberá realizarse sobre un zócalo de ladrillos comunes donde se apoya un piso de madera "a tope" a ~ 20 cm del nivel tierra. Como cubierta podrán utilizarse chapas onduladas de hierro galvanizado (primera clavadura o segundo uso, techado asfáltico y aislamiento térmico). La construcción será así habitable tanto en invierno como en verano.

Tener en cuenta que provisorio no significa precario.

#### 2) Almacenes y depósito

Podrá ser una simple barraca, que consta de cubierta chapa ondulada de hierro galvanizado (segunda o tercera clavadura o más, según estado) y paredes con los parantes y tablas "solapadas". En cuanto al piso, será suficiente un simple contrapiso de cascote con terminación de alisado cementicio, o un suelo cemento. La cimentación consiste en el empotramiento de los parantes (50 a 80 cm) dentro de un agujero practicado en el suelo y relleno de hormigón pobre.

Por cada metro cuadrado de superficie cubierta. Piso de suelo cemento, pared simple (entablada) y sin cielo raso.

madera	3,50 m <sup>2</sup>
montaje (carpintero)	2,50 h
retiro (ayudante)	1,50 h

*Nota:* El costo de las puertas, ventanas, ferretería y herrajes puede calcularse en valores de 2° uso. Es obvio que el desmontaje se hará siempre que el valor de recupero cubra los gastos, o cuando sea impuesto por el contrato.

*Nota:* Los rendimientos de carpintero y/o ayudante, deben ser tomados como medios, dados los imponderables que sobre ellos existe, pero que para presupuestar son válidos.

### 21.4. MOVIMIENTO DE TIERRA

El costo de las obras de tierra depende fundamentalmente del tipo de suelo, esponjamiento, y del método adoptado para ejecutarlas. Éste, a su vez, depende de la importancia cuantitativa del volumen a extraer, de las condiciones materiales en que podrá trabajarse y de los plazos previstos. Son justamente los dos últimos factores los que determinan la opción del trabajo manual y/o mecanizado, sobre todo en la planta urbana. De aquí que la información de este apartado se refiera a la operación manual solamente; ya que, aunque el trabajo se mecanice, nunca se prescinde del "perfilado" a brazo.

Difícilmente una empresa constructora disponga de máquinas para excavar todos los sótanos que haga: subcontratará generalmente ese servicio, con lo que queda definido el costo de las excavaciones.

Son varias las razones que hacen que, a veces, en edificios los medios mecánicos puedan resultar antieconómicos:

a) en general, cuando los volúmenes a excavar son pequeños para la capacidad de una máquina: un sótano de 4 m x 10 m, con 3 m de altura, daría una jornada mal aprovechada de una cuchara de 0,5 m<sup>3</sup> (rinde 20/25 m<sup>3</sup>/h);

b) se requieren gastos importantes para el traslado a obra, instalación y ulterior retiro de la excavadora;

c) el costo de operación resulta alto, en algunos casos, porque los tiempos de espera son grandes: el mismo sótano anterior requiere 25 ca-



mionadas (~ 5 m<sup>3</sup> c/u) y en el supuesto de que una vuelta redonda lleve una hora, hará falta un equipo de 3 camiones: por otra parte, los movimientos están siempre muy limitados y eso obliga a tener un mayor número de sirvientes en tierra (boyeros);

d) la máquina sólo podrá hacer una parte del trabajo, ya que pozos para bases, zanjas para muros, cortes alternados para submurales y perfilado final deberán ser hechos a mano.

Además, la operación mecanizada requiere la previa selección del equipo óptimo; esto nos lleva a un problema que el autor esperaba desarrollar en otro volumen: *la maquinaria para la construcción* (intención que desgraciadamente se truncó).

Los rendimientos indicados a continuación se refieren a tierras de la tercera categoría, muy comunes en amplias zonas del Gran Buenos Aires. Los demás tipos pueden hallarse multiplicando los tiempos dados por los siguientes factores:

1) Tierra de primera categoría	(arena, gravilla y tierra suelta, etc.)	0,45
2) Tierra de segunda categoría	(arenillas, arenas mojadas, etc.)	0,65
3) Tierra de cuarta categoría	(arcillas pegajosas y toscas blandas, etc.)	1,40

Los terrenos de la quinta categoría (suelos rocosos), requieren un equipo muy especial y quedan excluidos de este libro. En tierras de primera categoría, debe recordarse que la excavación efectiva puede resultar mucho mayor que la teórica, y en consecuencia será prudente examinar si no conviene más entibar que cortar en talud.

Zanjas y pozos profundos requieren en general entibaciones: si son sencillas pueden cubrirse con un porcentaje de aumento del costo (no más del 10%), pero si son complicadas debe analizarse (véase análisis n° 10).

### 3) Excavación de zanjas (m<sup>3</sup>)

Para canalizaciones o cimientos de muros. Profundidad máxima 1,50 m. Comprende: cava, paleo al borde de la zanja, ulterior relleno, apisonado y desparramo del sobrante.

ayudante 3,40 h/m<sup>3</sup>

Según CIRCOT: Excavación de zanjas para cimientos, en terreno granular<sup>1</sup>, donde los ayudantes aflojan el suelo con pico y retiran con pala:

ayudante 2,00 h/m<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Terreno más común de la ciudad de Buenos Aires.

### 4) Excavación de sótanos (m<sup>3</sup>)

Hasta 4 m de profundidad bajo el nivel del guinche. Comprende: cava, carga en el pie del guinche, elevación y vuelco sobre camión (flete por separado).

ayudante 2,60 h

### 5) Excavación de sótanos (m<sup>3</sup>)

Comprende: cava y carga sobre camión al nivel del fondo (flete por separado).

ayudante 2,90 h

### 6) Excavación de pozos (m<sup>3</sup>)

Profundos y estrechos, como pozos negros y similares (pozos romanos). Comprende: cava, elevación a torno (molino) y desparramo en el recinto de la obra (vale para profundidades no mayores a 8 m).

ayudante 7,50 h

### 7) Excavación de pozos (m<sup>3</sup>)

Para bases de columnas, tanques enterrados, etc., hasta 4 m de profundidad bajo el nivel de la excavación general. Comprende: cava, carga en canastos, elevación a roldana, desparramo al borde y ulterior relleno.

ayudante 5,80 h

### 8) Terraplenamientos (m<sup>3</sup>)

De poca importancia: la tierra se toma del montón en la inmediata proximidad. Comprende: desparramo y apisonado en capas con ligero humedecimiento.

ayudante 2,15 h

### 9) Desmontes (m<sup>3</sup>)

De poca altura. Comprende: cava, acarreo y esparcimiento en el recinto de la obra.

ayudante 3,05 h

10) Ejemplo: Pozo con entibación y achique, según las siguientes características:

Para base de columna en terreno de relleno. Se llegará hasta la restinga (punta de arena o piedra debajo del agua), a 8 m de profundidad; medidas en planta 2,00 x 3,50 m (cubicación del pozo: 56 m<sup>3</sup>). Se enti-

bará toda la superficie con tablonés de 2", carreras de 3" x 3" y codales de 4" x 6". Por debajo de los 6 m hay agua en poca cantidad, pero suficiente para que la tierra se haga fangosa y difícil. Comprende: cava, elevación a torno, desparramo al borde, entibación, desarme y relleno:

**Cubicación:**

tablón de 2"	88 m <sup>2</sup> = 176 m <sup>2</sup>
tirantes 3" x 3"	176 m = 40 m <sup>2</sup> (1 ml = 0,227 m <sup>2</sup> )
puntales 4" x 6"	04 m = 64 m <sup>2</sup> (1 ml = 0,615 m <sup>2</sup> )

**Subtotal = 280 m<sup>2</sup> de 1"**

excavación en relleno (hasta 6,00 m)	42 m <sup>3</sup>
excavación en fango (p = 2,00 m)	14 m <sup>3</sup>

**Costos básicos (tentativos, valor medio):**

para la madera:	30 \$/m <sup>2</sup> de 1";
para la excavación (changanines a destajo):	3 \$/h;
para la entibación (carpinteros a destajo):	6 \$/h.

**Costo del pozo:**

madera (280 m <sup>2</sup> x 30 \$/m <sup>2</sup> ): 4	= \$ 2.100
--	------------

**mano de obra:**

entibación	88 m <sup>2</sup> x 1,50h/m <sup>2</sup> x 6 \$/h	= \$ 792
excavación	42 m <sup>3</sup> x 8,00 h/m <sup>3</sup> x 3 \$/h	= \$ 1.008
	14 m <sup>3</sup> x 12,00 h/m <sup>3</sup> x 3 \$/h	= \$ 504

**\$ 4.404**

Resumiendo: el costo total del pozo es de 78,60 \$/m<sup>3</sup> (\$ 4.404/56 m<sup>3</sup>), el de su entibado de \$ 51,60/m<sup>3</sup> (2.100 + 792 = 2.892/56 m<sup>3</sup>), su excavación de \$ 27,00 (1.008 + 504 = 1.512/56 m<sup>3</sup>), por lo tanto este es aproximadamente el 50% del costo del entibado. Véase que faltan tres elementos: la ferretería, el costo del achique y la amortización de la bomba, el torno y las herramientas menores: se trata de una suma que carece de relevancia frente a la indeterminación del desgaste de madera para la que se supuso cuatro usos. (Los precios son estimados a enero de 2003.)

**11) Excavación con medios mecánicos**

Cada pala tiene un determinado "rendimiento", que depende de múltiples factores, cuyo análisis escapa a los objetivos de este libro, y que someramente son: a) eficiencia del equipo y del operador; b) ángulo de

giro de la pluma; c) altura y/o desnivel del corte; d) capacidad del cucharón; e) tipo de suelo, etc. Todo ello, abona la imposibilidad de dar datos taxativos, más bien serán orientativos, pero dentro de un marco de relativa realidad.

Por ejemplo: una retroexcavadora con un cucharón de 200 l, aproximadamente rondaría los 20 m<sup>3</sup>/h y si el cucharón fuera de 350 l, sería de unos 30 m<sup>3</sup>/h. etc., lo cual nos permitiría tomar una media de 25 m<sup>3</sup>/h.

**21.5. APAGAMIENTO DE CALES Y ELABORACIÓN DE MEZCLAS**

**12) Apagamiento de cal**

Solamente en casos de excepción se presenta el problema de efectuar estos análisis. En realidad sorprende que los libros que tratan sobre costos dediquen buena parte de sus páginas a detallarlos. Las tablas del capítulo 6 dan la cantidad de materiales para hacer un metro cúbico de mortero de variadas dosificaciones.

A continuación damos los tiempos necesarios para el apagamiento de cales y la elaboración de mezclas; todos ellos indicados por Durrieu.

*Nota:* Hoy, el apagamiento de cales en obra no existe o es excepcional; mantenemos su análisis como un dato ilustrativo.

**a) Apagamiento de cales (cal viva, en terrones):**

viva por m <sup>3</sup>	6,50 hay;
viva por ton.	10,00 hay.

**b) Elaboración de mezclas, con mezcladora:**

mortero de cal grasa	1,60 hay;	hormigón de cascotes	1,20 hay;
mortero de cemento	0,90 hay;	hormigón de piedra	1,50 hay;
maquinista	0,40 hmaq.		

**c) Elaboración de mezclas, a brazo:**

5,50 hay por cada metro cúbico

El jornal del ayudante que prepara mezclas es superior al del peón común (se lo llama *peón canchero* o *calchero*).

## 21.6. CIMENTACIÓN DE MUROS

### 13) Banquina de hormigón de cascotes (m<sup>3</sup>)

Hasta 60 cm de espesor y ejecutada hasta 1,50 m de profundidad. El hormigón se arroja desde el borde de la zanja. Mezcla 1/4:1:3:1:6.

cemento	50 kg
cal hidráulica	75 kg
arena	0,400 m <sup>3</sup>
polvo de ladrillo	0,125 m <sup>3</sup>
cascote de ladrillo	0,800 m <sup>3</sup>
albañil	0,80 h
ayudante	4,00 h

### 14) Banquina de hormigón armado (m<sup>3</sup>)

La misma anterior en suelo flojo requiere encofrado y una ejecución más cuidadosa, aunque no intervengan carpinteros ni armadores. Mezcla 1:2:4.

cemento	50 kg
arena	0,400 m <sup>3</sup>
canto rodado	0,800 m <sup>3</sup>
hierro redondo (dulce)	50 kg
madera	1,10 m <sup>2</sup>
albañil	2,00 h
ayudante	4,40 h

### 15) Cimiento de ladrillos comunes (m<sup>3</sup>) (incluso descarga de ladrillo)

Hasta 1,50 m de profundidad. Mortero 1/4:1:3:1 (305 litros).

ladrillos comunes	400 n°
cemento	26 kg
cal hidráulica	46 kg
polvo de ladrillos	0,080 m <sup>3</sup>
arena	0,240 m <sup>3</sup>
albañil	4,70 h
ayudante	3,00 h

### 16) Cimiento de bloques de hormigón (m<sup>3</sup>)

Hasta 1,50 m de profundidad. Mortero 1:3 (100 litros).

bloques (20 x 20 x 40)	63 n°
cemento	51 kg
arena	0,100 m <sup>3</sup>
albañil	4,00 h
ayudante	3,80 h

### 17) Cimiento de piedra en bruto (m<sup>3</sup>) (piedra partida)

Hasta 1,50 m de profundidad. Mortero 1/4:1:4

piedra	1,150 m <sup>3</sup>
cal hidráulica	46 kg
cemento	30 kg
arena	0,330 m <sup>3</sup>
albañil	3,00 h
ayudante	4,00 h

## 21.7. CAPAS AISLADORAS

### 18) Horizontal de concreto (m<sup>2</sup>)

De 2 cm de espesor. Mortero 1:3 (20 litros) con adición de hidrófugo.

agua	5 l
cemento	5 kg
arena	0,030 m <sup>3</sup> (25 kg)
hidrófugo	0,50 kg
albañil	0,35 h
ayudante	0,10 h

El consumo de hidrófugo se consultará con el fabricante (ver capítulo 6).

### 19) Vertical de concreto (m<sup>2</sup>)

De 2 cm de espesor incluido el tabique a panderete.

Mortero 1:3 (20 litros) con adición de hidrófugo. Mortero para la ejecución del tabique 1/2:1:4 (10 litros).

Agua	5 l
ladrillos comunes	26 n°
cemento	18 kg
cal hidráulica	5 kg
arena	0,034 m <sup>3</sup>
hidrófugo	0,500 kg
albañil	1,50 h
ayudante	1,00 h

### 20) Horizontal asfáltica (m<sup>2</sup>) (mastic-asfáltico, hoy en desuso).

De 1,5 cm de espesor.

arena	0,010 m <sup>3</sup> (10 kg)
asfalto (panes)	25 kg
leña (dura)	10 kg
albañil	0,35 h
ayudante	0,25 h

### a) Vertical asfáltica (m<sup>2</sup>)

Incluido el tabique a panderete, como en el anterior.

asfalto (bitumen) 2 manos cruzadas	25 kg
ladrillos comunes	26 n°
cemento	2 kg
cal hidráulica	5 kg
arena	0,015 m <sup>3</sup>
albañil	1,50 h
ayudante	1,00 h

## 21.8. ALBAÑILERÍA

En los análisis que siguen se ha considerado que el cómputo métrico no ha descontado aberturas menores de 3 m<sup>2</sup>. Están incluidos la ejecución y retiro de andamios, así como el amurado de marcos.

La cantidad de materiales depende de las medidas del mampuesto (ver capítulo 3), y de la cantidad de puertas y ventanas (vanos en general) que no hayan sido descontados. No incluimos revoques.

Una medianera, un submural, son macizos. La mampostería de un frente, en cambio, está totalmente calada por las aberturas. En todos los datos que siguen se ha considerado que la fábrica es maciza para que el operador tenga en cuenta con los planos a la vista, en qué medida puede disminuirse la cantidad de materiales.

La operación de mayor incidencia es la propia ejecución de la mampostería y ésta se relaciona directamente con el número y peso de las piezas a colocar. El rendimiento disminuye con el tamaño del ladrillo, disminuye con el aumento de peso y disminuye también con el aumento de perfección en la forma. Por ese motivo levantar una pared de ladrillos comunes es una operación mucho más rápida que hacerla con ladrillos refractarios, o con ladrillos para vista.

En general, el trabajo del ayudante incluye:

- a) descarga y apilamiento;
- b) mezcla, arrime, andamio, desarme y limpieza.

Y el del albañil:

- a) replanteo;
- b) armado de andamio;
- c) presentación y amure de aberturas;
- d) elevación mampostería.

La totalidad de estos trabajos están incluidos en los ejemplos que siguen.

*Nota:* Se reitera lo expresado anteriormente sobre rendimientos de la mano de obra, que aquí consideramos como promedios en una obra de construcción tradicional, pero si ésta se racionaliza los mismos podrían descender hasta en un 50%, y aún mucho más si la industrializamos (prefabricación mediante).

### 21) De ladrillos comunes para recalce de muros (m<sup>3</sup>) (Submuración)

Hasta 4,50 m de altura. Los trabajos de excavación y eventual apuntalamiento de la pared a submurar se estudiarán por separado. Mortero 1:3 (330 litros), variante mortero 1/4:1:3:1 (315 litros). No se incluye panderete.

ladrillos comunes	408 n°
cemento	170 kg
arena	0,360 m <sup>3</sup>
albañil	7,50 h/m <sup>3</sup>
ayudante	8,00 h/m <sup>3</sup>

### 22) De ladrillos comunes en elevación (m<sup>3</sup>) (Hasta una altura aproximada de 10 m)

Ejecutada en obras pequeñas o de poca altura (planta baja y uno o dos pisos altos); también en otros lugares donde sea posible trabajar con máximo rendimiento. Espesor 30/45 cm. Mortero 1:3:1 (315 litros).

ladrillos comunes	408 n°
cal hidráulica	53 kg
arena	0,260 m <sup>3</sup>
polvo de ladrillos	0,090 m <sup>3</sup>
albañil	5,50 h/m <sup>3</sup>
ayudante	7,00 h/m <sup>3</sup>

### 23) De ladrillos comunes en elevación (m<sup>3</sup>) (De más de 10 m de altura)

Ejecutada en obras de pisos (hasta 15 pisos); altura de cada tramo 3,50 m; trabajando desde adentro con caballetes o andamios de poca importancia; espesores 15/30 cm. Mortero 1:3:1 (315 litros).

ladrillos comunes	408 n°
cal hidráulica	53 kg
arena	0,260 m <sup>3</sup>
polvo de ladrillos	0,090 m <sup>3</sup>
albañil	6,00 h/m <sup>3</sup>
ayudante	7,00 h/m <sup>3</sup>

24) De ladrillos comunes en elevación (m<sup>3</sup>), medianeras y/o cimientos

Ejecutada en medianeras de mucha altura, trabajando desde adentro. Espesor 30/15 cm. Mortero 1/4:1:3:1 (315 litros) (c/ejecución defensas).

ladrillos comunes	408 n°	
cemento	28 kg	
cal hidráulica	47 kg	
arena	0,240 m <sup>3</sup>	
polvo de ladrillos	0,080 m <sup>3</sup>	
albañil	7,00 h	4,00 h (cimiento)
ayudante	8,00 h	5,00 h (cimiento)

25) De ladrillos comunes a la vista (m<sup>3</sup>)

En las mismas condiciones de los tres anteriores. Auméntense los tiempos indicados en:

albañil	2,00 h
ayudante	0,80 h

26) De ladrillos comunes colocados de canto (m<sup>2</sup>) (Panderete)

Para tabique divisorio de no más de 3,00 m de alto. Mortero 1/2:1:3:1 (10 litros).

ladrillos comunes	27 n°
cemento	1,70 kg
cal hidráulica	1,50 kg
arena	0,008 m <sup>3</sup>
polvo de ladrillos	0,003 m <sup>3</sup>
albañil	0,85 h
ayudante	0,55 h

27) De ladrillos comunes para enchapados (m<sup>2</sup>) (colocados de canto)

Enchapados sobre superficies de hormigón. Mortero 1/2:1:3:1 (25 litros). Puede usarse para enchapados con ladrillos huecos cambiando solamente la cantidad de ladrillos.

ladrillos comunes	27 n°
cemento	4,10 kg
cal hidráulica	3,60 kg
arena	0,020 m <sup>3</sup>
polvo de ladrillos	0,007 m <sup>3</sup>
albañil	0,90 h
ayudante	0,60 h

28) De ladrillos comunes para pilares (m<sup>3</sup>)

Mortero 1:1:5 (330 litros).

ladrillos	408 n°
cemento	85 kg
cal hidráulica	35 kg
arena	0,300 m <sup>3</sup>
albañil	8,00 h
ayudante	6,50 h

29) De ladrillos comunes para arcos (m<sup>3</sup>)

Mortero como el anterior. Incluido montaje y retiro de la cimbra.

ladrillos	400 n°
cemento	85 kg
cal hidráulica	35 kg
arena	0,300 m <sup>3</sup>
albañil	10,00 h
ayudante	9,80 h

30) De ladrillos de máquina en obras generales (m<sup>3</sup>)

Mortero 1:1:6 (240 litros).

ladrillos	463 n°
cemento	53 kg
cal hidráulica	20 kg
arena	0,226 m <sup>3</sup>
albañil	8,50 h
ayudante	8,50 h

31) De ladrillos de máquina en obras especiales (m<sup>3</sup>)

Mortero como el anterior.

ladrillos	463 n°
cemento	53 kg
cal hidráulica	20 kg
arena	0,226 m <sup>3</sup>
albañil	10,00 h
ayudante	8,50 h

32) De bloques cerámicos portantes (m<sup>2</sup>), 18 x 19 x 33 cm

Mortero 1/2:1:4 (25 litros).

bloques	15 n°
cemento	5,6 kg
cal hidráulica	5,8 kg
arena gruesa	0,061 m <sup>3</sup>
arena fina	0,014 m <sup>3</sup>
albañil	0,80 h
ayudante	0,70 h



**33) De ladrillos cerámicos huecos ( $m^2$ ). 8 x 18 x 33 cm**

En tabique a panderete, 7 litros de mortero 1:1:6.

ladrillos	15 n°
cemento	2 kg
cal hidráulica	1,5 kg
arena gruesa	0,008 m <sup>3</sup>
arena fina	0,003 m <sup>3</sup>
albañil	0,65 h
ayudante	0,50 h

**34) De bloques de hormigón ( $m^2$ )**

Para muros en elevación, 10 litros de mortero 1:1:6 suponiendo bloques de 19 x 19 x 39 cm, y coladas de refuerzo, sin considerar revoques.

bloques	12,5 n°
cemento	2 kg
cal aérea	1,09 kg
arena	0,010 m <sup>3</sup>
albañil	0,75 h
ayudante	0,70 h

**35) De bloques de hormigón ( $m^2$ )**

Para tabiques con bloques de 9 x 19 x 39 cm, 10 litros de mortero como el anterior.

bloques	12,5 n°
cemento	2 kg
cal hidráulica	1 kg
arena	0,010 m <sup>3</sup>
albañil	0,70 h
ayudante	0,50 h

**36) De ladrillos refractarios ( $m^3$ )**

Como revestimiento interior de chimeneas y conductos de humo. Tomado de un pliego del MOP.

ladrillos refractarios	430 n°
tierra refractaria	200 kg
albañil	10,00 h
ayudante	8,50 h

Si es un conducto refractario de 40 x 40 cm, medida corriente para humeros de caldera de calefacción y horno, consume aproximadamente un 30% de los valores de este análisis, por cada metro lineal de altura.

**37) De ladrillos de vidrio ( $m^2$ )**

Tabique de ladrillos de vidrio 190 x 190 x 34 (en mm). Lleva 22 a 25 litros de mortero 1/2:1:3 (cemento, cal aérea hidratada, arena). Va envuelto en un marco metálico, cuya incidencia sobre el metro cuadrado de tabique se calcula según lo indicado más abajo.

ladrillos de vidrio	25 n°
cemento	5,70 kg
cal aérea hidratada	5,10 kg
arena (0,3 mm granulometría)	0,037 m <sup>3</sup>
cemento blanco	2 kg
hierro redondo común	1,50 kg
oficial	2,80 h
ayudante	1,40 h
incidencia del marco (variable)	1,66 m (ver cálculo siguiente)

La incidencia del marco varía con las medidas del vano, expresada en metros lineales por metro cuadrado de paño (ml/m<sup>2</sup>), o sea  $P/S$  (Perímetro sobre Superficie).

Para tabiques el paño máximo aconsejable es de 2 m de ancho por 3 m de alto y para muro de 6 m de ancho por 3 m de alto.

Para el caso del tabique, el perímetro es 10 m y la superficie 6 m<sup>2</sup>, luego  $P/S$  es, en este caso, 1,66 m/m<sup>2</sup>. Éste es el número que se lleva al análisis como incidencia. Los insumos del marco por metro lineal se obtienen de la siguiente lista (en la que la chapa doblada, conformada ya, se compra a un tercero):

chapa doblada (n° 14)	3,50 kg
hierro redondo común Ø 6	0,50 kg
cemento	6 kg
arena	0,012 m <sup>3</sup>
fieltro saturado (n° 15)	0,22 m <sup>2</sup>
relleno para junta de dilatación	1 m

**38) De piedra en bruto, en elevación ( $m^3$ )**

En muros de poca altura y para pequeñas viviendas. Mortero 1/2:1:4.

piedra	1,15 m <sup>3</sup>
cal hidráulica	46 kg
cemento	30 kg
arena	0,335 m <sup>3</sup>
albañil	5,00 h
ayudante	7,00 h

39) Bovedilla de ladrillos comunes ( $m^2$ )

Bovedilla simple con mortero 1/2:1:3:1 (10 litros) y tirantería de hierro. Incluye colocación de cimbras, tirantería y ejecución de la bovedilla.

ladrillos comunes	28 n°
tirantes de hierro (según luz y separación)	kg
cemento	2 kg
cal hidráulica	1 kg
arena	0,003 $m^3$
polvo de ladrillos	0,003 $m^3$
albañil	1,50 h
ayudante	1,90 h

*Nota:* Para consumo de hierro se verá la tabla 3.16 del capítulo 3. Los tiempos valen para PN hasta n° 16. Para relleno de tímpanos agréguese: albañil 0,20 h y ayudante 0,40 h, con 0,080  $m^3$  de hormigón de cascotes.

## 21.9. HORMIGÓN ARMADO

Para el cálculo de costos del hormigón armado, es corriente dividir la obra en sus componentes geométricos elementales (bases, columnas, vigas, losas etc.), cada una de las cuales se valoriza por separado.

Si bien esta división es una necesidad del cómputo métrico, y podría serlo también del cálculo estructural, de ninguna manera lo es del costo. Éste requiere una división más natural: la de sus componentes materiales (hormigón, encofrado y hierro), cuyas cantidades serán suministradas por el cómputo métrico. La suma del costo de los tres será el costo del conjunto, sea éste la base de un transformador, un dintel o la total estructura de un edificio.

Éste es el concepto que aplicamos en la presente edición, en la que damos los elementos para analizar *por separado*, el hormigón, la armadura y el encofrado. Las operaciones se simplifican y la marcha del cálculo se adecua realmente a la naturaleza del costo para este tipo de obras.

En efecto, el hierro y el encofrado necesarios para una viga serán distintos según sean las dimensiones y el estado de carga de ésta. Para un mismo volumen de hormigón, en una viga de 10 x 60 cm, tiene más del 60% de madera que la necesaria para otra de 20 x 30 cm. Dentro de límites tan amplios puede variar también la cuantía de hierro. En estas condiciones el costo de un metro cúbico de hormigón armado para vigas carece de significación si no se dan las dimensiones de éstas.

Por otro lado, aquella parte de la organización de obras destinada a verificar rendimientos es más segura –y mucho más sencilla– cuando se orienta al estudio de los componentes materiales (hormigón, encofrado, armadura), que cuando lo hace con sus componentes geométricos (bases, columnas, vigas, etc.). El autor ha podido establecer en el segundo caso una dispersión de los datos con respecto a la media tan grande, que sólo puede ser explicada por las dificultades de observación y registro.

Encofrar, armar, colar, son en cambio operaciones definidas, ejecutadas por cuadrillas de calidad homogénea, expresables en unidades bien diferenciadas, de fácil fichaje en el parte diario.

Los datos que siguen valen para obras generales, con encofrados y armaduras sin dificultades especiales. Se refieren también a trabajos cuidadosos en condiciones de control técnico, con resistencias, plomos y niveles garantizados.

40) Dinteles de hormigón armado ( $m^3$ )

hierro	180 kg
cemento	300 kg
arena	0,65 $m^3$
canto rodado	0,65 $m^3$
tablas	3,50 $m^2$
clavos	1,80 kg
albañil	9,00 h
ayudante	10,00 h

*Nota:* Se incluye el corte, doblado y posicionado del hierro, como el encofrado, llenado y desencofrado.

41) Hormigón, puesto sobre encofrado ( $m^3$ )

Comprende: descarga del cemento en bolsas (arena y piedra con volcador sobre tolva), elaboración, acarreo horizontal y vertical, desparramo, apisonado con barretas y martilleo sobre las columnas, riegos previos y de curado. La operación de mayor peso es el desparramo sobre los moldes y apisonado; la complicación de las armaduras y la estrechez y profundidad de las formas son los principales factores en la disminución del rendimiento.

cemento	300 kg
arena	0,65 $m^3$
canto rodado	0,65 $m^3$
oficial	1,45 h
ayudante	4,20 h

Para uso de productos de adición (aditivos), véase la información del capítulo 6 (6.4.1). Consumo de agua 1.000 litros incluido riego de moldes y curado en condiciones de clima templado. La energía necesaria depende mucho de la altura de la obra. Para el batido son necesarios 1,4 kw; para el vibrado 0,6 kw.

#### 42) Hierro redondo, sobre encofrado, por tonelada (tn)

*Nota:* Se considera que el total de la armadura de una estructura de hormigón armado está compuesta 51% de la losa, 32% de la viga, 17% columna y un 30% del doblado.

Corte y doblado con herramientas manuales en obrador. Comprende: parte de la descarga de camión y clasificación en almacén, el marcado, cortado y doblado, clasificación y puesta en sitio (colocado y armado, en el encofrado). Esta última es la operación más importante: el rendimiento es tanto menor cuanto mayor sea la complejidad de la disposición, menor el diámetro, mayor la cuantía, mayor la estrechez y profundidad de los moldes.

hierro redondo	1.000 kg (1 tn)
alambre para atar	10 kg
armador	30,00 h – Valores medios (columna-vigas-losas)
ayudante	45,00 h – Valores medios (columna-vigas-losas)

Corrección s/corte y doblado por herramientas mecánicas: 0,67

La información se refiere a hierro dulce; si se usa acero de alto límite de fluencia, procesado por torsión y estirado en frío aumentese los tiempos en un 5% (proveniente de la mayor dificultad del doblado y corte), y consúltese con una casa especializada el costo del tratamiento. Para aceros de mayor resistencia, con aletas helicoidales u otro tipo de conformación, la supresión de ganchos y simplificación general de la armadura compensa holgadamente el mayor costo del doblado y corte.

#### 43) Hierro redondo, sobre encofrado, por tonelada (tn)

Los datos que siguen, tomados de Kirgis, pueden orientar el sentido de las modificaciones al análisis anterior, para aquellos casos de neto predominio de diámetros determinados o especiales dificultades para la puesta en sitio (en horas), totales de armador y ayudante.

Diámetro (mm)	Trabajo a mano			Trabajo a máquina		
	5 a 10	12 a 20	22 a 40	5 a 10	12 a 20	22 a 40
Armaduras sencillas	80	60	45	48	35	27
Armaduras medias	100	75	55	68	50	37
Armaduras pesadas	125	95	70	93	70	52

*Nota:* Tómese esta tabla con carácter restrictivo para computar.

#### 44) Encofrados de madera (m<sup>2</sup>)

La madera para encofrados forma una estructura provisoria que no queda incorporada a la obra; se la retira, y si su estado lo permite, se la vuelve a usar en otra. Su costo debe repartirse entonces entre varias obras, admitiéndose que la merma es uniforme en todas ellas. Esto es cierto solamente cuando puede asegurarse la continuidad del trabajo de la empresa en el tiempo, y en la mayoría de los casos también en el lugar (éste es el supuesto del análisis que sigue). Si esa continuidad no está asegurada, debe examinarse cuidadosamente la manera de evitar los sobrantes.

Debe aplicarse al metro cuadrado de *madera en contacto con el hormigón (superficie mojada)*, la llamaremos en adelante; la cantidad indicada incluye tablas y tirantes con el número de usos que de ellos puede esperarse. Comprende: descarga y clasificación en almacén, movimiento horizontal y vertical, marcado y corte, montaje propiamente dicho, desarme, extracción de clavos, limpieza y puesta del sobrante sobre camión. La operación de mayor importancia es el montaje. El rendimiento aumenta cuando se ha conseguido uniformar las dimensiones de las piezas que más repiten.

tablas y tirantes	0,35 m <sup>2</sup>
clavos	0,30 kg
carpintero	1,50 h
ayudante	1,00 h

#### 45) Estructura completa para obra de pisos (m<sup>3</sup>)

Entrepisos de hasta 3 m de altura; incluye bases, columnas, vigas, losas, escaleras y tanques. Aplicable solamente en valoraciones rápidas para obras con espesor promedio de alrededor de 18 cm, con no más de doce pisos de alto.

cemento	300 kg
arena	0,65 m <sup>3</sup>
canto rodado	0,65 m <sup>3</sup>
tablas y tirantes	4,70 m <sup>2</sup>
clavos y alambres	4,50 kg
hierro dulce	105 kg
oficial	21,00 h
ayudante	20,00 h

El uso de acero estirado y torcido en frío reduce el consumo a 74 kg/m<sup>3</sup>; el uso de acero de alto límite de fluencia, conformado, lo reduce 58 kg/m<sup>3</sup>.

#### 46) Ejemplo: Estructura completa para obras de pisos (m<sup>2</sup>)

Se desarrolla un análisis de costo por partida global, una modalidad muy difundida para edificios de losa plana, única o múltiple. El cómputo métrico suministra los datos relativos a volumen de hormigón, peso de la armadura y superficie de encofrado en contacto con el hormigón (*superficie mojada*). En las condiciones corrientes de proyecto, los consumos efectivos estarán ubicados próximos a los siguientes límites, que servirán de control, para edificios como los del análisis anterior:

espesor promedio (m <sup>3</sup> de hormigón sobre m <sup>2</sup> de losa, medida en proyección horizontal)	18 cm
encofrado (superficie mojada, en m <sup>2</sup> de madera por m <sup>2</sup> de losa; tablas y tirantes)	1,90 m <sup>2</sup>
amortización por desgaste de madera (en m <sup>2</sup> de tabla de 1" por m <sup>2</sup> de losa)	0,85 m <sup>2</sup>
hierro redondo dulce (en kilogramos por m <sup>2</sup> de losa) para hierro común retorcido en frío y acero conformado puede tomarse, respectivamente, el 70% y el 55% de este valor.	19 kg
clavos y alambre (en kg por m <sup>2</sup> de losa)	0,75 kg

Quede claro que el operador no toma estas cifras como datos de cálculo, sino como datos de control (salvo en estimaciones rápidas). Los datos de cálculo serán dados, como dijimos, por el cómputo métrico.

<b>I) Datos del cómputo métrico</b>			
superficie de losa	2.000 m <sup>2</sup>		
encofrado (superficie mojada)	3.800 m <sup>2</sup>	(2.000 x 1,9 m <sup>2</sup> )	
hierro redondo, dulce	38 t	(2.000 x 19 kg)	
hormigón	360 m <sup>3</sup>	(2.000 x 0,18 m)	
<b>II) Costo de los materiales</b>			
cemento	6 bol/m <sup>3</sup> x 360 m <sup>3</sup> x 16 \$/bol	= \$	34.560
arena (a granel)	0,65 m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup> x 360 m <sup>3</sup> x 26 \$/m <sup>3</sup>	= \$	6.084
canto rodado			
(a granel)	0,65 m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup> x 360 m <sup>3</sup> x 60 \$/m <sup>3</sup>	= \$	14.040
hierro redondo <sup>1</sup>	38 tn x 1.680 \$/ton	= \$	63.840
madera	0,85 m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup> x 2.000 m <sup>2</sup> x 20 \$/m <sup>2</sup>	= \$	34.000
clavos y alambre	0,85 kg/m <sup>2</sup> x 2.000 m <sup>2</sup> x 3 \$/kg	= \$	5.100
<b>Total</b>			<b>= \$ 157.624</b>

<sup>1</sup> Referencia Ø12 (como diámetro promedio).

#### III) Costo de la mano de obra (s/convenio 76/75 – zona A) (se toman los datos de los análisis anteriores)

oficial:

hormigón	360 m <sup>3</sup> x 1,45 h/m <sup>3</sup>	= 522 h
armadura	38 tn x 30 h/ton	= 1.140 h
encofrado	3.800 m <sup>2</sup> x 1,60 h/m <sup>2</sup>	= 6.080 h
		<b>= 7.742 h</b>

Subtotal = 7.742 h x 2,25 \$/h = **\$ 17.420**

ayudante:

hormigón	360 m <sup>3</sup> x 4,20 h/m <sup>3</sup>	= 1.512 h
armadura	38 tn x 45 h/ton	= 1.710 h
encofrado	3.800 m <sup>2</sup> x 1h/m <sup>2</sup>	= 3.800 h
		<b>= 7.022 h</b>

Subtotal = 7.782 h x 2,00 \$/h = **\$ 14.044**

**Costo-costo total = \$ 189.088**

Por razones tipográficas no se ha indicado las cantidades totales de cada material (necesarias en la práctica para el cumplimiento del punto I) y II) del capítulo 19, Presupuesto por análisis de costo). Precios de junio de 2003.

Se ve cómo la madera interviene en dos formas:

a) como superficie mojada para establecer el consumo de jornales y el pedido de madera al almacén, habida cuenta de sus usos y el plan de trabajo;

b) como costo de material en que sólo se ha computado la merma o pérdida para la amortización. El costo del encofrado alcanza al 25% del total.

Verifiquemos el consumo de mano de obra en horas de oficial equivalente: (7.742 h + 7.022 h) / 1,097 = 13.459 h. Dividido este número por la superficie de la losa tenemos (13.459 h / 2000 m<sup>2</sup>) = 6,73 h/m<sup>2</sup>. Efectivamente se admite que para obras de pisos (casas de departamentos, escritorios, etc.), la totalidad de la mano de obra de oficiales de todas las especialidades (carpinteros, armadores, etc.) y ayudantes equivale aproximadamente a 7 horas de oficial por metro cuadrado.

#### 47) Hormigón armado, para obras generales (m<sup>3</sup>)

En el cuadro que sigue se detallan los consumos de materiales y mano de obra aplicados por la Dirección de Arquitectura del MOP. Todos los da-



tos se refieren a metro cúbico de hormigón para ser aplicados a la tradicional división en bases, columnas, vigas, etc.

Estructuras	Materiales					Mano de obra	
	Hierro redondo ton.	Alambre negro kg	Tablas m <sup>2</sup>	Tirantes m <sup>2</sup>	Clavos kg	Oficial h	Ayud. h
Bases	0,060	0,250	-	-	-	6,15	11,30
Columnas	0,085	0,600	2,50	0,36	2,00	14,35	17,10
Losas y cornisas	0,080	0,600	3,00	1,70	1,00	19,15	18,05
Losas nervuradas	0,080	0,600	3,00	1,70	1,00	20,50	18,50
Vigas	0,180	0,840	3,50	1,35	1,50	32,15	18,30
Dinteles	0,060	0,600	3,30	0,72	1,20	37,00	21,90
Tabiques	0,070	0,500	3,30	0,26	1,70	30,00	25,00
Escaleras	0,055	0,450	2,00	0,78	1,70	39,50	22,50
Encadenados	0,050	0,400	2,50	-	1,00	25,00	12,50
Barandas	0,040	0,300	5,00	0,30	1,70	44,00	10,00
Graderías en anfiteatro	0,102	0,700	2,50	0,92	2,00	59,00	15,20
Dados	0,070	0,500	1,25	-	1,50	16,30	20,20
Tanque rectangular	0,090	0,600	3,30	0,26	1,70	35,00	25,00
Tanque circular	0,120	0,720	10,00	1,67	1,50	47,00	43,00

*Nota:* en todos los casos se tomará como mínimo: cemento 300 kg, arena gruesa 0,5 m<sup>3</sup> y canto rodado 0,7 m<sup>3</sup>, a excepción de bases que consumen 250 kg, 0,4 y 0,8 m<sup>3</sup>, respectivamente.

#### 48) Hormigón a la vista

El hormigón a la vista cuesta más, sobre todo porque cuesta más el encofrado. No sólo por el mayor costo del material –a veces se exige madera machimbrada–, sino, en mayor grado, por el costo de la mano de obra para su ejecución, más dificultosa. Hay muchas calidades de hormigón a la vista, pero, de cualquier modo, la más modesta insume un 10% más de mano de obra.

Se suele tomar el mismo porcentaje como plus de costo de la madera. Este plus será, sin embargo, tanto mayor cuanto más ordinaria sea la tabla que se está usando: porque aumenta el desperdicio y aumenta el costo del cepillado. Así, por ejemplo, a principios de 1980 el *pino Brasil* cepillado costaba un 6% más que la tabla en bruto, en cambio, el *pino Saligna* costaba un 20% más que en bruto.

Recuérdese que debe agregarse a la lista de materiales los separadores especiales, si la obra lo requiere; actualmente el mercado los suministra de plástico.

Hoy, la industria nos provee placas de fenólico de 18 mm para encofrado, a un costo menor que la madera cepillada.

#### 49) Losa nervurada tipo cerámico o cementicio semiprefabricada (m<sup>2</sup>)

Los ladrillones pueden ser cerámicos o cementicios (ver capítulo 5); las medidas son variables. El detalle que sigue ha sido calculado para el tipo indicado en el mencionado capítulo.

*Incluye:* descarga de materiales (ladrillones), de las viguetas, su transporte y colocación, colada de hormigón para nervios y capa de compresión, si la hay.

*No incluye:* refuerzos perimetrales de hormigón macizo, vigas, corte de canaletas.

La capa de compresión puede tener entre 3 y 5 cm, de acuerdo con el cálculo y un dopaje de HC de 1:3:3.

Altura (cm) ladrillón		9	13	17
Ladrillones	nº	8	8	8
Cemento	kg	13	15	19
Arena	m <sup>3</sup>	0,028	0,031	0,040
Arcilla expandida	m <sup>3</sup>	0,028	0,031	0,040
Malla soldada Ø 4.2 c/15	kg/m <sup>2</sup>	1,49	1,49	1,49
Oficial	h	0,50	0,50	0,55
Ayudante	h	0,70	0,70	0,80

#### 50) Tabique plano (pantalla de H° A°) (m<sup>2</sup>)

En este análisis se muestra la conveniencia de examinar cuidadosamente el carácter de cada estructura estudiada. Se dan dos alternativas: el tabique que solamente es divisorio, y el de carga. Aunque el segundo tiene doble volumen del primero, el consumo de jornales resulta mucho menor que esa relación; el consumo de hierro obviamente es mucho mayor. Estudiado cada caso según lo analizado en 41, 42 y 44, se obtienen tiempos de ejecución apenas mayores: todo ello debido a que la carpintería es muy sencilla en todo tabique. Incluye encofrado y desencofrado.

a) Tabique no portante (e = 7 cm) con doble malla Ø 6 cada 25 cm:

cemento	21 kg
arena	0,005 m <sup>3</sup>
canto rodado	0,005 m <sup>3</sup>
hierro redondo	1,85 kg
clavos y alambre	0,30 kg
tabla y tirantes	0,60 m <sup>2</sup>
oficial	3,00 h
ayudante	2,20 h



b) Tabique portante ( $e = 15$  cm) con doble malla  $\varnothing 12$  cada 20 cm:

cemento	45 kg
arena	0,100 m <sup>3</sup>
canto rodado	0,100 m <sup>3</sup>
hierro redondo	9,50 kg
clavos y alambre	0,30 kg
tabla y tirantes	0,60 m <sup>2</sup>
oficial	3,30 h
ayudante	3,00 h

### 21.10. OBRAS DE MADERA (m<sup>3</sup>)

51) Estructuras corrientes de maderas escuadradas para cerchas y cimbras.

	Semidura		Blanda	
	Ay.	Of.	Ay.	Of.
Trabajo y confección de ensambles. Complejidad media.	40 h	45 h	25 h	35 h
Su montaje hasta 5 m y por metro suplementario de altura hasta 10 m.	2 h	3 h	2 h	3 h
Revestido de zanjas con rollizos y tablas (madera dura).		15 h		
Apuntalamiento de túneles con redondos y tablas (madera dura).		25 h		

Nota: Todo ello por tn de madera elaborada.

### 21.11. CUBIERTAS PLANAS

El costo de una azotea se forma por adición del de cada una de las partes que la forman (ver capítulo 10). Cada proyecto tiene detalles particulares que habrá que analizar en cada caso: en general habrá contrapisos para pendiente, solados de protección y aislaciones térmicas e hidráulicas y barrera de vapor. Con la información dada en otros capítulos del libro, más lo que aquí se agrega, permitirán cubrir una gran variedad de casos.

#### 52) Azotea completa (m<sup>2</sup>)

Medida entre plomos interiores de parapetos. Comprende: sobre losa, colocación barrera vapor, luego ejecución de un contrapiso de cascotes o arcilla expandida para dar pendiente (con 8 cm de espesor promedio);

sobre éste un alisado para el asiento del manto asfáltico y/o membrana para terminar con baldosas coloradas. La aislación hidráulica está formada por: imprimación sobre el alisado, manto de asfalto en caliente, fieltro saturado n° 15, manto de asfalto en caliente, fieltro saturado n° 15, manto de asfalto en caliente, techado n° 2, manto de asfalto en caliente. El análisis incluye la ejecución de cuartas cañas y recorte de canaletas para las babetas.

Nota: Éste era el clásico techado asfáltico de 9 capas (con la granza); luego el asfalto caliente se suplantó por asfalto frío de base acuosa y finalmente, hoy, este sistema fue remplazado por membranas asfálticas preelaboradas "monocapa" (ver ejemplo n° 55).

cemento	12 kg
cal hidráulica	5 kg
cal aérea	3 kg
arena	0,065 m <sup>3</sup>
polvo de ladrillos	0,008 m <sup>3</sup>
cascote de ladrillos o arcilla expandida	0,080 m <sup>3</sup>
manto de asfalto	9 kg
fieltro n° 15 (dos)	2,40 m <sup>2</sup>
techado n° 2 (uno)	1,20 m <sup>2</sup>
baldosas coloradas	25 n°
pintura imprimación	0,400 l
techista	1,45 h
ayudante	2,00 h

Falta la masa elástica para el sellado de juntas de dilatación del embaldosado. Este consumo depende de la disposición de las juntas. En paños de 3 x 3 m, o sea 0,5 m de junta por m<sup>2</sup> de azotea y suponiéndolas de 2 x 2 cm, se requiere 0,20 kg de masa elástica por m<sup>2</sup> de azotea. Véase capítulo 10, tabla 10.1.

Nota: Este sistema *in situ* está reemplazado (salvo casos puntuales), por las membranas asfálticas preelaboradas (ver n° 54).

#### 53) Colocación de baldosas coloradas (m<sup>2</sup>)

Este análisis es parcial del anterior y puede ser útil en diversas circunstancias.

cemento	3 kg
cal aérea	3 kg
arena	0,022 m <sup>3</sup>
polvo de ladrillos	0,008 m <sup>3</sup>
baldosas coloradas	25 n°
albañil	0,80 h
ayudante	0,50 h

#### 54) Membrana asfáltica solamente ( $m^2$ )

Ejecutada con asfalto y velo de vidrio hilado con las siguientes operaciones: imprimación, manto de asfalto, vidrio hilado, manto de asfalto, vidrio hilado, manto de asfalto, techado n° 2, manto de asfalto y granza. El costo de las babetas puede llegar a ser un por ciento muy importante del total, ya que todas las construcciones elevadas sobre el plano de la cubierta asfáltica deben llevar babeta con un desarrollo aproximado de 20 cm por metro lineal. El perímetro de estas construcciones sobreelevadas (parapetos, chimeneas, ventilaciones, casillas de máquinas, etc.) puede llegar a superar en un 25% la superficie en planta. Está incluido el recorte de canaletas y redondeo de los ángulos.

pintura p/imprimación	0,400 l
asfalto (masa asfáltica o emulsión)	15 kg
vidrio hilado	2,40 $m^2$
techado n° 2	1,20 $m^2$
granza	10 l
techista	0,50 h
ayudante	0,50 h

#### 55) Membrana asfáltica ( $m^2$ )

Preelaborada monocapa 4 mm (40 kg/ $m^2$ ), o 3 mm (35 kg/ $m^2$ ) (rollos de 1 x 10 m).

<b>Consumo:</b>	
pintura imprimación (2 manos)	0,50 lts
membrana asfáltica (c/recortes, solapes, babetas, etc.)	1,30 $m^2$
gas butano (garrafa de 10kg)	80 $m^2$
techista	0,10 h
ayudante	0,15 h

#### 56) Ejemplo: Azotea completa ( $m^2$ )

Calcular materiales y jornales para la siguiente azotea: 1) barrera de vapor sobre losa; 2) contrapiso para pendiente, espesor medio 12 cm; 3) aislación térmica de poliestireno expandido 5 cm de espesor; 4) aislación hidrófuga de membranas asfálticas preelaborada monocapa de 4 mm; 5) protección de ladrillos comunes colocados de plano, en seco, con un barrido de concreto. La 4) se subcontrata debiéndose calcular solamente la ayuda de gremios que consiste en: canaleteado de la carga (para el enbabetado) y el movimiento de materiales y equipos.

El trabajo se entiende ejecutado sobre edificio de 10/15 pisos.

		Contrapiso	Alisado	Ladrillos de plano	TOTAL
Cemento	kg	4,5	10,0	6,0	20,5
Cal hidráulica	kg	7,5	2,0	—	9,5
Arena	$m^3$	0,035	0,023	0,010	0,068
Polvo de ladrillos	$m^3$	0,024	—	—	0,024
Cascote de ladrillos / arcilla expandida	$m^3$	0,120	—	—	0,120
Ladrillos	n°	—	—	30	30
Albañil	h	0,30	0,50	0,10	0,90
Ayudante	h	0,55	0,40	0,60	1,55

*Nota:* Si eliminamos el polvo de ladrillo incrementamos la arena a 0,059  $m^3$  en lugar de 0,035  $m^3$ .

*Nota:* Se consideró solamente la parte correspondiente a la albañilería.

### 21.12. CUBIERTAS EN PENDIENTE

En las tablas y figuras del capítulo 10 se encontrará información más completa sobre tipos, medidas y consumos. En todo lo que sigue, la medición se supone hecha sobre la pendiente, es decir, medidas reales del techo.

#### 57) Cubierta de tejas españolas ( $m^2$ )

Sobre entablado, según la figura 10.10 del capítulo 10. Si hay cabriadas, serán valoradas por separado; si la cubierta no lleva correas (el caso más frecuente en obras chicas), suprimanse del análisis sin modificar los tiempos, sobre los que tienen influencia mínima. Donde no se indican cantidades o dimensiones, significa que se trata de elementos sujetos a cálculos (correas y cabios).

correas	— m
cabios	1,70 m
entablado	1,10 $m^2$
listón ½" x 1 ½"	1,70 m
alfajía 1" x 3"	3,50 m
caballete 1" x 3 ½"	4,60 m
fieltro n° 15	1,10 $m^2$
clavos	0,25 kg
tejas españolas (coloniales)	32 n°
techista	1,90 h
ayudante	2,00 h

Exceptuando cabios y correas –de escuadría a definir– la cantidad total de madera necesaria para esta cubierta es de 18,50 pies cuadrados o 1,80 metros cuadrados de 1", incluidos los desperdicios.

#### 58) Cubierta de tejas españolas (m<sup>2</sup>)

Asentadas con mortero sobre losa de hormigón. 30 litros de mortero 1/4:1:3:1.

ceemento	1,50 kg
cal hidráulica	5,10 kg
arena	0,025 m <sup>3</sup>
polvo de ladrillos	0,009 m <sup>3</sup>
tejas españolas	32 n°
albañil	0,75 h
ayudante	1,00 h

#### 59) Cubierta de tejas francesas (m<sup>2</sup>)

Sobre entablado, según la figura 10.13, del capítulo 10.

correas	– m
cabios	1,70 m
entablado	1,10 m <sup>2</sup>
listón ½" x 1 ½"	1,70 m
listón 1" x 2"	2,40 m
fieltro n° 15	1,10 m <sup>2</sup>
clavos	0,20 kg
tejas francesas	14 n°
techista	1,60 h
ayudante	2,00 h

Exceptuando cabios y correas –de escuadría a definir– la cantidad total de madera necesaria para esta cubierta es de 14,50 pies cuadrados o 1,35 metros cuadrados de 1", incluidos los desperdicios. Está excluido el listón optativo para atar las tejas, dado que en la actualidad dichas tejas se clavan solamente.

#### 60) Cubierta de tejas francesas (m<sup>2</sup>)

Asentadas con mortero sobre losa de hormigón. Materiales para mortero tómense del n° 52), agregando además:

tejas francesas	14 n°
albañil	0,65 h
ayudante	0,95 h

#### 61) Cubierta de chapas onduladas de fibrocemento (m<sup>2</sup>), sin asbesto

A este análisis deben agregarse las cabriadas cuando las haya. La escuadría de las correas depende de la luz del vano, y la de los cabios, de la

separación entre correas; ambas resultan del cálculo estático. Para chapas mayores de 1,22 m debe agregarse un tirante intermedio. Véase la tabla 10.5 y 10.6, del capítulo 10.

correas	– m
cabios	– m
grapas	1,05 n°
chapas de fc.	1,20 m <sup>2</sup>
clavos	0,100 kg
techista	0,50 h
ayudante	0,85 h

#### 62) Cubierta de chapas onduladas de hierro galvanizado (m<sup>2</sup>)

Véase el comentario del análisis anterior y las tablas 10.5 y 10.8, del capítulo 10.

correas	– m
cabios	– m
ferretería	0,200 kg
chapas de h° g°	1,35 m <sup>2</sup>
techista	0,60 h
ayudante	0,95 h

Tanto este análisis como el anterior valen para los tipos de cubierta de dimensiones similares (acrílico, aluminio, policarbonato, etc.).

#### 63) Reparación de una cubierta de chapas galvanizadas (m<sup>2</sup>)

De chapas galvanizadas en mal estado que hasta puedan presentar perforaciones por oxidación. Incluye limpieza enérgica con remoción de las partes sueltas, una mano de asfalto, un velo de vidrio hilado, un manto de asfalto, un velo de vidrio hilado, un manto de asfalto, un relleno de hormigón de vermiculita hasta sobrepasar en un centímetro la cresta de las ondas, un manto de asfalto y un techado. Se tiende un manto de arena entre la base asfáltica y el hormigón liviano (vermiculita, perlita, etc.).

Todo el trabajo anterior protectorio puede ser reemplazado por una membrana asfáltica preelaborada, que no está considerada aquí.

asfalto	6 kg
velo de vidrio hilado	2,40 m <sup>2</sup>
techado	1,20 m <sup>2</sup>
vermiculita	0,02 m <sup>3</sup>
ceemento	4,75 kg
emulsionante	0,002 l
pintura de aluminio (asfalto)	0,20 l
oficial	1,30 h
ayudante	1,00 h

### 21.13. REVOQUE DE PARAMENTOS Y CIELOS RASOS APLICADOS

Los análisis siguientes han sido preparados para un solo tipo de mortero; con ayuda de la tabla 6.7, del capítulo 6, podrán tenerse otros tipos de mezcla.

La indicación *completo* significa que se incluyen todas las capas cuando el revoque está formado por varias: azotado, engrosado y enlucido en la medida en que correspondan; para cuando se trate de analizarlos por separado se da la información complementaria.

Van incluidas todas las operaciones: movimiento de materiales, degollado de juntas, limpieza y riego de paramentos, ejecución de andamios, preparación y batido de mezclas, tendido de los revoques y trabajos de terminación. Como el montaje de andamios puede llegar a tener una importancia relevante en algunos casos, se indica en cada oportunidad la forma en que éstos han sido considerados.

#### 64) Azotado impermeable ( $m^2$ )

Para impermeabilización de canaletas, paramento interior de muro con ladrillos aparentes y otros usos. 5 litros de mortero 1:3 con hidrófugo adicionado. Andamiaje muy ligero, como caballetes, tabloncillos, escaleras (incluido).

cemento	1,70 kg
arena	0,006 $m^3$
hidrófugo	0,13 kg
albañil	0,25 h
ayudante	0,10 h

#### 65) Revoque grueso para interiores ( $m^2$ )

Bajo forros de madera (*boiserie*) y ulteriores enlucidos. 15 litros de mortero 1/4:1:3. Andamios como el anterior.

cemento	1,60 kg
cal hidráulica	2,10 kg
arena	0,014 $m^3$
albañil	0,35 h
ayudante	0,25 h

#### 66) Revoque grueso ignífugo de vermiculita ( $m^2$ ). Interior

Puede ser terminado con enlucido de cal o yeso (véanse 73 y 78). 20 litros de mortero. Andamios como el anterior.

cemento	5 kg
cal aérea	3,20 kg
vermiculita	0,020 $m^3$
emulsionante	0,02 lts
albañil	0,35 h
ayudante	0,25 h

#### 67) Revoque grueso especial para exteriores ( $m^2$ )

Para recibir enlucidos imitación piedra o a la piedra lavada y similares. 20 litros de mortero 1:1:5. Andamios simples incluidos.

cemento	5,50 kg
cal hidráulica	2,50 kg
arena	0,021 $m^3$
albañil	0,60 h
ayudante	0,35 h

#### 68) Revoque interior a la cal fina, completo ( $m^2$ )

20 litros de mortero para el engrosado (grueso) 1/4:1:3:1. 5 litros de mortero 1:2 1/2 para el enlucido (fino). Andamios como caso n° 64.

cemento	1,70 kg
cal aérea	3,10 kg
arena	0,020 $m^3$
polvo de ladrillos	0,005 $m^3$
albañil	0,80 h
ayudante	0,45 h

#### 69) Revoque exterior a la cal, completo ( $m^2$ )

5 litros de mortero para el azotado (1:3), 20 litros de mortero para jarro (1/4:1:3:1), 5 litros de mortero para el enlucido (1:2,5). Superficies lisas, sin molduras. Incluido andamio simple de un solo montante para obra de múltiples pisos.

hidrófugo	0,130 kg
cemento	4,40 kg
cal hidráulica y/o aérea	3,10 kg
arena	0,026 $m^3$
polvo de ladrillos	0,005 $m^3$
albañil	1,55 h
ayudante	0,80 h

El rendimiento de los operarios se parcializa de la siguiente manera:

andamios incluido desarme	0,30 hof	0,15 hay
azotado y engrosado	0,60 hof	0,35 hay
enlucido	0,65 hof	0,30 hay

En el trabajo sobre medianeras, o cualquier otra superficie extensa, sin mochetas a recuadrar, disminuyen sensiblemente los tiempos del enlucido, que pueden tomarse a 0.50 y 0.25 h/m<sup>2</sup>, albañil y ayudante respectivamente.

#### 70) Revoque exterior con material preparado, completo (m<sup>2</sup>)

Para frente principal, liso o peinado. Andamio de doble montante; incluido. 25 litros de jaharro 1:1:5; 5 litros de azotado 1:3, con hidrófugo y material de frente.

hidrófugo	0.13 kg
cemento	8.45 kg
cal hidráulica	3 kg
arena	0.030 m <sup>3</sup>
material de frente	10 kg
frentista	2.45 h
ayudante	1.35 h

El rendimiento de los operarios se parcializa de la siguiente manera:

andamios, incluido desarme	0.45 hof	0.25 hay
azotado y engrosado	0.70 hof	0.40 hay
enlucido	1.30 hof	0.70 hay

Para más información, véase el análisis n° 74.

#### 71) Revoque de cemento con hidrófugo (m<sup>2</sup>). Interior

Para el llamado revestimiento de *cemento alisado*, 25 litros de mortero para jaharro 1:3, y 5 litros de mortero para el alisado 1:1; ambos adicionados con hidrófugo. Andamio ídem n° 64.

cemento	21.80 kg
arena	0.030 m <sup>3</sup>
hidrófugo	0.75 kg
albañil	1.90 h
ayudante	0.75 h

#### 72) Revoque a la piedra lavada (m<sup>2</sup>)

25 litros de jaharro 1:1.5. Incluye capa de adherencia, colocación y retiro de listones y quemado final con ácido muriático.

cemento	7 kg
cal hidráulica	3 kg
arena	0.025 m <sup>3</sup>
capa de adherencia	2 kg
piedra preparada	30 kg
ácido	0.10 lts
frentista	1.95 h
ayudante	1.15 h

En contratos a destajo es corriente pagar por separado las aristas, por metro lineal. En obras de mucha altura agréguese el andamiaje, como indica el n° 76.

#### 73) Enlucido a la cal (m<sup>2</sup>)

Revoque fino para aplicar sobre jaharro, o paramento de hormigón u otra superficie que no requiera engrosado. 5 litros de mortero 1/8:1:3. Andamio ídem n° 64.

cemento	0.30 kg
cal aérea	0.74 kg
arena	0.005 m <sup>3</sup>
albañil	0.50 h
ayudante	0.30 h

Para el caso en que se use mortero sin cemento (1:2 1/2) tómese: cal aérea 0.90 kg.

#### 74) Enlucido de paramentos con materiales preparados (m<sup>2</sup>)

Estos materiales, de procedencia industrial, se suministran en bolsas de papel de 50 kg. Se aplican sobre revoque grueso o paramentos de hormigón y similares.

Material	Terminación	Consumo (kg)	Mano de obra (h)	
			Albañil	Ayudante
Símil piedra	Salpicado	5.0	0.40	0.20
Símil piedra	Peinado	10.0	1.00	0.50
Símil piedra	Pulido al agua*	10.0	1.65	0.85
Símil piedra	Martelinado	22.0	1.50	0.70
Enlucido interior	Salpicado	4.0	0.30	0.15
Enlucido interior	Peinado	6.5	0.75	0.30
Enlucido interior	Fratasado	5.0	0.60	0.20
Enlucido interior	Salpicado	4.0	0.30	0.15

\* Agregar 0.5 a 1 kg de pastina.

Las cantidades son válidas para trabajos sobre superficies lisas, sin molduras. Éstas, el recuadro de vanos, antepechos, etc., serán calculados por separado. Están excluidos los andamios (ver n° 76).

#### 75) Toma de juntas de ladrillos aparentes (m<sup>2</sup>)

Mortero 1:1. Incluye impermeabilización con pintura incolora (siliconada). Andamio, ídem n° 64.



ceñoento	1,5 kg
arena	0,001 m <sup>3</sup>
pintura (2 manos)	0,20 l
albañil	1,60 h
ayudante	0,45 h

**76) Andamiaje para trabajos de altura y sobre fachadas y/o medianeras en valores promedio (m<sup>2</sup>)**

Incluye: Preparación, armado y desarmado.

Andamios metálicos pre-armados (sistema universal).

oficial	0,10 h
ayudante	0,20 h

Andamios de madera (simples).

oficial	0,30 h
ayudante	0,30 h

Andamios de madera (reforzados).

oficial	0,35 h
ayudante	0,35 h

**77) Cielos rasos (m<sup>2</sup>), a la cal completo**

El consumo teórico de materiales debiera ser el mismo. Ocurre a veces que el movimiento del encofrado durante la colada del hormigón, des-nivela el fondo de las losas, pudiendo derivarse de allí un consumo mayor ("cargando" para nivelar), fuera de todo cálculo.

El andamiaje formando una plataforma plena y el trabajo en molduraje obligan a un mayor consumo de mano de obra, que puede calcularse en un 15% más de los valores indicados en los análisis anteriores.

No obstante, podemos tomar como referencia para la mano de obra, en dichos casos, estos valores promedio:

oficial	0,85 h
ayudante	0,50 h

**21.14. YESERÍA Y CIELOS RASOS ARMADOS**

Los trabajos de yesería son motivo de subcontrato, en cuyo caso su costo queda definido por el precio del subcontratista, al que habrá que suministrar ayuda (solamente la llamada "cal fina", ya que en Buenos Aires el contratista yesero se arregla prácticamente solo). Todos los trabajos de ar-

mado para la construcción de falsas vigas, falsas columnas, taparrollos, etc., corresponden en general a la especialidad del yesero, y por tal motivo se incluyen en este apartado, en el que por otra parte, se da la información necesaria para poder fraccionar el análisis.

El lector se remitirá a las tablas del capítulo 6 para los morteros distintos de los indicados. La indicación "completo", significa que están incluidos todos los elementos del revoque o cielo raso hasta su total terminación. En todos los casos se entiende que el encuentro del muro con el cielo raso es en ángulo vivo, es decir, sin moldura.

Como siempre, todas las operaciones están incluidas, pero el tipo de andamio considerado es una sencilla plataforma de trabajo, plana y con una altura de local alrededor de los tres metros.

**78) Enlucido de yeso (m<sup>2</sup>)**

Para aplicar sobre revoque grueso de cal, superficie de hormigón o cualquier otra superficie lisa, como un tabique de ladrillo hueco, por ejemplo; 5 litros de pasta. Andamio, ídem n° 64.

yeso blanco	4,3 kg
yesero	0,30 h
ayudante	0,25 h

**79) Engrosado de yeso negro (m<sup>2</sup>)**

21 litros de pasta de yeso negro, incluida la cal fina (1:2 1/2). Andamio, ídem n° 64.

yeso negro	18 kg
cal aérea	1,05 kg
arena fina	0,006 m <sup>3</sup>
yesero	0,45 h
ayudante	0,25 h

*Variante a la cal fina:*

cal aérea	18 kg
yeso blanco	3 kg
cemento	1,5 kg
arena fina	0,006 m <sup>3</sup>
yesero	0,45 h
ayudante	0,25 h

**80) Revoque al yeso, completo (m<sup>2</sup>)**

Suma directa de los dos anteriores. Andamio, ídem n° 64.

yeso blanco	4,3 kg
yeso negro	18 kg
cal grasa	1,05 kg
arena fina	0,006 m <sup>3</sup>
yesero	0,75 h
ayudante	0,50 h

### 81) Engrosado de yeso reforzado con cemento (m<sup>2</sup>)

Usado bajo revestimiento de madera, entelados, empapelado, telas vinílicas y materiales similares, que exigen una superficie muy lisa y muy dura. Son 21 litros de pasta de yeso blanco y cemento. Andamio ídem n° 64.

yeso blanco	15 kg
cemento	4 kg
yesero	0,60 h
ayudante	0,35 h

### 82) Enlucido de yeso sobre engrosado a la cal, completo (m<sup>2</sup>)

Suma directa de los n°s 65 y 78. Andamio, ídem n° 64.

yeso blanco	4,3 kg
cemento	1,6 kg
cal aérea	2,1 kg
arena fina	0,14 m <sup>3</sup>
yesero	0,30 h
ayudante yesero	0,25 h
albañil	0,35 h
ayudante	0,15 h

### 83) Cielos rasos aplicados (m<sup>2</sup>) (ver ejemplo n° 77).

Un trabajo garantizado sobre losa de hormigón requiere un engrosado previo con mortero 1/4:1:3 (MAR). A este tipo responde el que damos a continuación.

yeso blanco	4 kg
cal grasa	1,10 kg
cemento pórtland	0,80 kg
arena fina	0,006 m <sup>3</sup>
yesero	0,35 h
ayudante yesero	0,30 h
albañil	0,35 h
ayudante	0,25 h

### 84) Estructura de sostén para armar cielos rasos (m<sup>2</sup>)

Incluye solamente las operaciones necesarias hasta el tendido de metal desplegado, a ejecutar por operario especializado. Queda excluido todo revoque ulterior.

#### a) Armazón para cielo raso suspendido de losa de hormigón.

Formado por una malla de Ø 6 cada 25 cm (para atar el metal desplegado) y sostenes de Ø 10 cada 60 cm, colgados de Ø 10 cada 50 cm ("pelos"), suponiéndose para estos últimos un largo de 1 metro.

hierro redondo	4,50 kg
alambre	0,15 kg
metal desplegado	1,15 m <sup>2</sup>
yesero	1,15 h
ayudante	0,90 h

#### b) Armazón para cielo raso independiente con estructura de madera.

Formado por alfajías resistentes de escuadría variable con la luz, listones de rigidez 2" x 2" cada 60 cm y listones para clavar el metal desplegado cada 25 cm. Para luces mayores de las indicadas, calcular la sección.

madera total:		
luz	1,50 m	0,45 m <sup>2</sup>
luz	2,00 m	0,53 m <sup>2</sup>
luz	3,00 m	0,53 m <sup>2</sup>
luz	4,00 m	0,63 m <sup>2</sup>
clavos		0,15 kg
metal desplegado		1,15 m <sup>2</sup>
yesero		1,00 h
ayudante		0,70 h

#### c) Armazón para cielo raso independiente con estructura metálica.

Formado por tirantería de hierro según vano a cubrir; bajo ésta un soporte para el metal desplegado de listones como el del anterior.

Luz (m)	Hierro (kg)	Madera (m <sup>2</sup> )	Clavos y alambre (kg)
3,50	4,80	0,45	0,20
4,50	6,90	0,45	0,20
5,50	9,10	0,45	0,20
6,50	11,70	0,45	0,20

a los que debe agregarse en todos los casos:

metal desplegado	1,15 m <sup>2</sup>
yesero	0,95 h
ayudante	0,70 h

85) Cielo raso armado con listones de yesero, completo (m<sup>2</sup>)

Soporte de alfajías cada 80 cm (escudría a determinar según el vano): listones cada 30 cm (1 ½" x 2") y listones de yesero de ½" x 1 ½" separados un centímetro; engrosado de yeso negro (7 litros) y enlucido de yeso blanco (2 litros).

yeso blanco	1,80 kg
yeso negro	8 kg
alfajías	1,30 m
listones	3,50 m
listones de yesero	22 m
clavos	0,15 kg
yesero	2,20 h
ayudante	1,00 h

Nota: Hoy, en desuso.

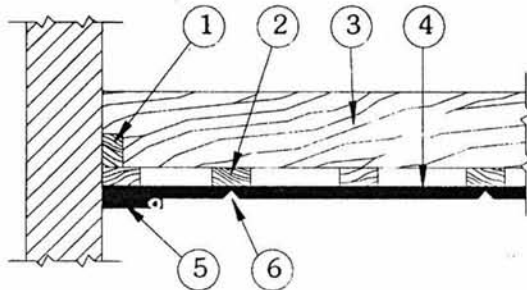
86) Cielo raso armado con chapas o sobre chapas, completo (m<sup>2</sup>)

Fig. 21.1. Esquema del armazón para cielos rasos de chapas.

1) Listón; 2) Listones para el clavado de las chapas; 3) Alfajías; 4) Chapas; 5) Moldura contra el muro; 6) Junta abierta.

Se refiere a chapas de madera mineralizada, u otras susceptibles de ser revocadas o no, terciados, aglomerados (tipo *hard board*), etc. La escudría de las alfajías dependerá del vano, y la de los listones del tamaño de las chapas a clavar (en todo caso éstas se clavan en todo su perímetro y cuando son muy grandes habrá que intercalar un listón intermedio).

cimento <sup>1</sup>	2,20 kg
cal aérea <sup>1</sup>	3,70 kg
arena <sup>1</sup>	0,024 m <sup>3</sup>
alfajías	1,80 m
listones 2" x 2"	2,60 m
clavos	0,05 kg
oficial	1,75 h
ayudante	1,10 h

El mismo, pero revocado al yeso, requiere la misma cantidad de madera y clavos; los demás elementos se reemplazarán por:

yeso blanco	10 kg
yesero	1,55 h
ayudante	1,05 h

De no ser revocadas las placas (por tener terminación propia):

oficial	1,30 h
ayudante	0,75 h

## 87) Molduras de yeso (m)

Con la información contenida en el libro de Lade y Winkler, hemos preparado el cuadro que sigue. En él puede verse la relación que existe entre el tiempo necesario para revocar con yeso un metro cuadrado de pared (solamente el enlucido), y el que corresponde a un metro lineal por centímetro de desarrollo de las molduras que se ven en la figura 21.2.

1 m<sup>2</sup> de enlucido equivale a:

9,00 m de moldura del tipo 1;  
6,00 m de moldura del tipo 2;  
5,40 m de moldura del tipo 3;  
3,70 m de moldura del tipo 4;  
3,85 m de moldura del tipo 5;

(de 8 cm de ancho y 4 cm de saliente.  
Lo que pase de 8 cm: 3,37 m).

3,70 m de moldura del tipo 6;  
9,00 m de moldura del tipo 7;  
3,70 m de moldura del tipo 8;

(artesonado de 2 cm de profundidad;  
las fajas se miden de pared a pared sin  
descontar los encuentros, y se agregan  
a razón de 1 m c/u. Para profundidades  
mayores se agregan 2 m por cm).

3,85 m de moldura del tipo 9;  
1,92 m de moldura del tipo 10.

<sup>1</sup> De ser revocadas las chapas a la cal.

Estos números se entienden por metro lineal de desarrollo. Así, una garganta como la n° 1, de 35 cm de desarrollo, equivale a  $35 \times 9 = 315$  cm lineales. Se aplican sólo a la mano de obra, puesto que el consumo de materiales será el que requiere una superficie de  $0.35 \times 1 = 0.35 \text{ m}^2$  (salvo los rellenos).

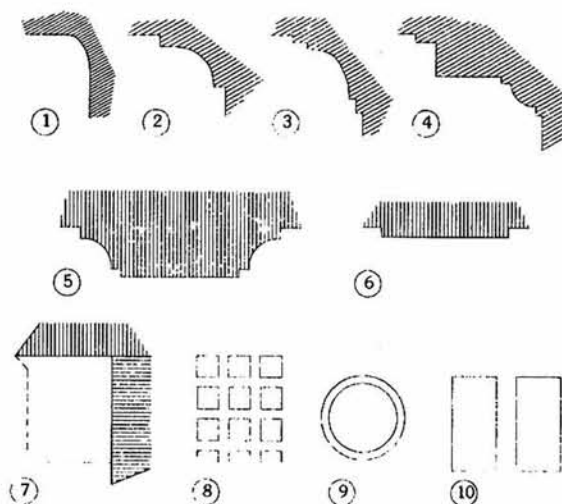


Fig. 21.2. Tipos de molduras de yeso (según n° 87).

88) *Tabla complementaria de tiempos, para la ejecución de cielos rasos*

Tipo de trabajo	Oficial	Ayudante
1. Ejecutar una estructura de madera, incluso andamios, similar a la de la figura 21.1.	0,85	0,75
2. Armazón completa, incluso colocación del metal desplegado y andamios.	1,15	0,90
3. Azotado y engrosado a la cal sobre metal desplegado.	0,70	0,40
4. Enlucido a la cal sobre engrosado.	0,50	0,20
5. Engrosado de cal y yeso negro sobre metal desplegado.	0,50	0,30
6. Enlucido de yeso blanco sobre engrosado	0,25	0,15
7. Colocación de chapas de fibra y similares.	0,40	0,15
8. Armar andamios.	0,10	0,10

## 21.15. CONTRAPISOS

Para hormigones y morteros distintos de los indicados, véanse las tablas del capítulo 6. Están incluidas todas las operaciones: preparación y batido de mezclas, su movimiento, el emparejamiento del terreno, colocación de alfajías y/o tirantes directrices, ejecución y compactación de contrapisos, enrasado de terminación (reglado).

### 89) De hormigón de cascotes, sobre terreno natural ( $\text{m}^2$ )

De 10 cm de espesor. 105 litros de hormigón 1/4:1:3:1:6.

cimento	4,50 kg
cal hidráulica	7,80 kg
arena	0,038 $\text{m}^3$
polvo de ladrillos	0,013 $\text{m}^3$
cascote de ladrillos	0,076 $\text{m}^3$
albañil	0,30 h
ayudante	0,40 h

Para espesores distintos del indicado los materiales varían en forma proporcional. (Se recomienda en planta baja, un espesor de 0,15 m.)

De 8 cm de espesor. 84 litros de hormigón como el anterior.

### 90) De hormigón de cascotes, sobre losa ( $\text{m}^2$ )

De 8 cm de espesor.

cimento	3,60 kg
cal hidráulica	6,30 kg
arena	0,030 $\text{m}^3$
polvo de ladrillos	0,011 $\text{m}^3$
cascote de ladrillos	0,061 $\text{m}^3$
albañil	0,30 h
ayudante	0,40 h

### 91) De hormigón de cascotes, en locales sanitarios sobre losa ( $\text{m}^2$ )

Espesor 18 cm, 19 litros de hormigón como el anterior.

cimento	8,15 kg
cal hidráulica	14,10 kg
arena	0,069 $\text{m}^3$
polvo de ladrillos	0,024 $\text{m}^3$
cascote de ladrillos	0,137 $\text{m}^3$
albañil	0,50 h
ayudante	0,60 h

Tanto para este análisis como para los anteriores, recuérdese que parcial o totalmente el polvo de ladrillos y los cascotes pueden resultar del propio desperdicio de la obra, y recuérdese además que el polvo de ladrillo podría ser reemplazado por su equivalente de arena.

#### 92) De hormigón de cascotes, armado ( $m^2$ )

De 12 cm de espesor armado con malla Ø 6 cada 25 cm. La protección de la armadura requiere un hormigón compacto y cascote de buena calidad. 126 litros de hormigón pobre 1:3:3.

ceemento	38 kg
arena	0,080 m <sup>3</sup>
cascote de ladrillos	0,080 m <sup>3</sup>
hierro redondo	1,90 kg
albañil	0,60 h
ayudante	0,65 h

#### 93) De hormigón de vermiculita, sobre losa ( $m^2$ )

Para aislación acústica de entrepisos. 105 litros de hormigón 1:7. El consumo indicado se refiere a 10 cm de espesor.

ceemento	21 kg
vermiculita	0,105 m <sup>3</sup>
emulsionante	0,10 lts
albañil	0,40 h
ayudante	0,50 h

El hormigón detallado es de condiciones esencialmente termoacústicas; cuando sea necesario aumentar su resistencia puede llegarse a proporciones 1:6 ó 1:5 que consumen 26 y 32 kg de cemento respectivamente (los demás términos del análisis prácticamente no cambian). Para espesores distintos las cantidades de materiales pueden modificarse proporcionalmente.

#### 94) De hormigón de granulado volcánico, sobre losa ( $m^2$ ) (perlita expandida)

De 8 cm de espesor. Mezcla 1:10. 84 litros. El agregado de cal tiene el solo objeto de dar trabajabilidad al mortero.

ceemento	12 kg
cal aérea	2,40 kg
granulado volcánico	0,084 m <sup>3</sup>
albañil	0,25 h
ayudante	0,40 h

#### 95) De material aislante, suelto ( $m^2$ )

Para un espesor de 5 cm relleno con vermiculita, granulado volcánico u otro aislante similar:

material suelto	0.053 m <sup>3</sup>
fieltro n° 15	1.10 m <sup>2</sup>
albañil	0.10 h
ayudante	0.15 h

Para espesores mayores es prudente agregar sobre el fieltro una malla de alambre o una parrilla de redondos.

#### 96) De arcilla expandida ( $m^2$ )

ceemento	2 kg
arcilla expandida (3/10 mm)	0,100 m <sup>3</sup>
albañil	0,30 h
ayudante	0,40 h

#### 97) Carpeta para clavar parquet ( $m^2$ )

25 mm de espesor, 27 litros de mortero.

ceemento	3,30 kg
cal hidráulica	4,05 kg
arena	0,030 m <sup>3</sup>
albañil	0,40 h
ayudante	0,20 h

##### Variante:

ceemento albañilería	7.40 kg
arena	0,026 m <sup>3</sup>
albañil	0,40 h
ayudante	0,20 h

Con mortero de arena y polvo de ladrillos por partes iguales tómese así, sin modificar los tiempos:

ceemento	4,05 kg
cal hidráulica	3,30 kg
polvo de ladrillos	0,013 m <sup>3</sup>
arena	0,013 m <sup>3</sup>

#### 98) Contrapiso completo para parquet, sobre tierra ( $m^2$ )

Formado por: contrapiso de cascotes, aislación hidráulica de 15 mm de espesor y manto para clavar.



hidrófugo	0,375 kg
cemento	15,20 kg
cal hidráulica	9,80 kg
arena	0,065 m <sup>3</sup>
polvo de ladrillo	0,034 m <sup>3</sup>
cascote de ladrillo	0,076 m <sup>3</sup>
oficial	1,10 h
ayudante	0,80 h

## 21.16. PISOS

Trabajos de terminación como encerado, pulido y lustrado no están incluidos y serán valorados por separado.

Muchos pisos suelen ser contratados (parquet, baldosas vinílicas, terrazos); en tales casos, sólo se calculará ayuda de gremios que consistirá en la provisión de mezcla y peones (ayudantes).

Mezcla y peones se suministrarán también a los colocadores de pisos de cerámicos, mosaicos, etc., cuando se los contrate a destajo.

*99) Base de cemento alisado para pegar baldosas vinílicas, baldosas parquet, etc. (m<sup>2</sup>)*

26 litros de mortero 1:3. La superficie deberá quedar perfectamente uniforme y lisa.

cemento	13,5 kg
arena fina	0,028 m <sup>3</sup>
albañil	0,55 h
ayudante	0,25 h

Este análisis entonces, es aplicable a mantos de concreto para asentar cualquier tipo de solado delgado con pegamentos de tipo sintético (adhesivos plásticos).

*100) De cemento alisado o cilindrado (pase de rodillo) (m<sup>2</sup>)*

Como el anterior, pero terminado con cemento puro.

cemento	15 kg
arena	0,028 m <sup>3</sup>
albañil	0,60 h
ayudante	0,30 h

Estos datos son aplicables también a pisos de cemento coloreados, o con aditivos especiales, o reforzados con limaduras metálicas, etc., reemplazando el cemento indicado de la siguiente manera:

<i>piso coloreado:</i>	
cemento	10 kg
color	5 kg
<i>con limaduras:</i>	
cemento	14,25 kg
limaduras	0,75 kg
cemento	14,50 kg
limaduras	1 kg
cemento	15 kg
limaduras	1,50 kg

En el primer caso, se entiende que todo el espesor del solado (25 mm) resulta coloreado. En el segundo caso solamente la terminación superficial lleva las limaduras; se han dado tres alternativas que son respectivamente para trabajo liviano, medio y pesado. El origen industrial de las limaduras puede hacer variar las cantidades: consúltese con el fabricante.

*101) Vereda alisada, incluido el contrapiso (m<sup>2</sup>)*

Es suma de los n<sup>os</sup> 89 y 100.

cemento	19,50 kg
cal hidráulica	7,80 kg
arena	0,066 m <sup>3</sup>
polvo de ladrillos	0,013 m <sup>3</sup>
cascote de ladrillos	0,076 m <sup>3</sup>
albañil	0,85 h
ayudante	0,65 h

*102) Colocación de baldosas y piezas similares (m<sup>2</sup>)*

Para cualquier tipo de baldosa o mosaico (calcáreos, graníticos, cerámicos) en las medidas que se indican. 26 litros de mortero 1/2:1:3:1.

mosaicos (30 x 30 cm)	11 n°
cemento	5 kg
cal grasa	4,5 kg
arena	0,021 m <sup>3</sup>
polvo de ladrillos	0,007 m <sup>3</sup>
colocador	1,00 h
ayudante	0,65 h

Se entiende que estos tiempos son para piezas de 20 x 20 cm y 30 x 30 cm. Para 15 x 15 cm y 40 x 40 cm auméntese en un 20%. Tiene mucha importancia en el rendimiento la forma y tamaño de los locales; pequeños baños y cocinas de formas irregulares elevan considerablemente el costo de la colocación.

**103) Piso de ladrillos comunes, de plano (m<sup>2</sup>)**

Mortero como el anterior.

ladrillos comunes	30 n°
cemento	5 kg
cal hidráulica	4,5 kg
arena	0,021 m <sup>3</sup>
polvo de ladrillos	0,007 m <sup>3</sup>
albañil	0,80 h
ayudante	0,50 h

**104) Vereda de mosaicos calcáreos, incluido el contrapiso (m<sup>2</sup>)**

Es suma de los n° 89 y 102.

cemento	9,50 kg
cal aérea	4,5 kg
cal hidráulica	12,30 kg
arena	0,059 m <sup>3</sup>
polvo de ladrillos	0,020 m <sup>3</sup>
cascote de ladrillos	0,076 m <sup>3</sup>
mosaico calcáreo a vainilla	11 n°
albañil	1,30 h
ayudante	1,05 h

**105) Vereda baldosones de cemento (0,60 x 0,40 cm), incluido contrapiso (m<sup>2</sup>)**

23 litros de mortero 1/2:1:3:1.

baldosones	4 n°
cemento	5 kg
cal hidráulica	4,5 kg
arena	0,021 m <sup>3</sup>
polvo de ladrillo	0,007 m <sup>3</sup>
albañil	1,00 h
ayudante	0,50 h

**106) Piso de lajas irregulares (m<sup>2</sup>)**

Para vereda con lajas tipo San Luis, junta abierta. 30 litros de mortero de asiento 1/4:1:3:1. Juntas tomadas con concreto 1:3; 5 litros.

cemento	9 kg
cal aérea	4,50 kg
arena	0,028 m <sup>3</sup>
polvo de ladrillos	0,007 m <sup>3</sup>
piedra laja	0,140 t
albañil	0,70 h
ayudante	0,80 h

Una tonelada de piedra laja cubre aproximadamente 7 m<sup>2</sup>.

**107) Piso de madera machimbrada sobre tirantería, en planta baja (m<sup>2</sup>). Actualmente obsoleto**

Ver la figura 21.3. Este análisis incluye solamente la tirantería y el entablonado; las obras de albañilería (pilares, contrapisos y alisados) se estudian con los análisis correspondientes.

tablas 1" x 3" (12 p <sup>2</sup> )	1,10 m <sup>2</sup>
tirantes 3" x 3"	1,75 m
clavos	0,15 kg
carpintero	0,95 h
ayudante	0,75 h

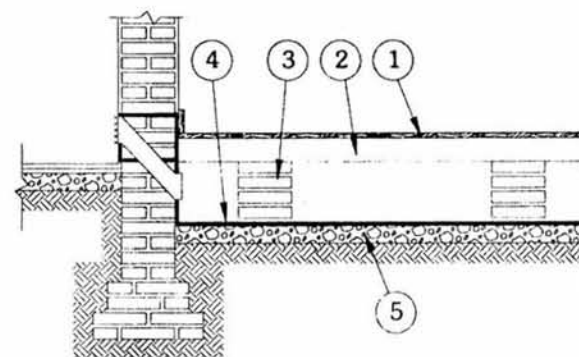


Fig. 21.3. Análisis n° 106.

1) Enlistonado "a la inglesa"; 2) Tirantería; 3) Pilares, se ejecutan de ladrillos comunes; 4) Alisado cementicio; 5) Contrapiso.

**108) Piso de madera machimbrada, en piso alto (m<sup>2</sup>). Ídem n° 107**

tablas 1" x 3" (12 p <sup>2</sup> )	1,10 m <sup>2</sup>
tirantes 3" x 3"	1,75 m
clavos	0,15 kg
carpintero	0,80 h
ayudante	0,65 h

**109) Piso de parquet, a bastón roto sobre una estructura de madera (m<sup>2</sup>)**

Clavado, sobre entablado, incluido rasqueteado, encerado y lustre. Corresponde a la figura 21.4. Actualmente, también en desuso.

parquet	1,05 m <sup>2</sup>
tablas 1" x 5" (c/15 cm)	0,90 m <sup>2</sup>
tirantes	1,70 m
cera	0,25 kg
clavos	0,20 kg
carpintero	1,70 h
ayudante	1,75 h

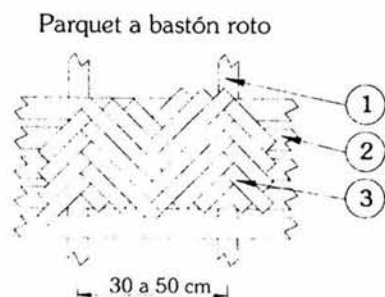


Fig. 21.4. Corresponde al análisis n° 108; y comprende solamente los elementos indicados en la figura.

1) Tirantería; 2) Entablado discontinuo; 3) Tablas para parquet.

**Nota:** Estas técnicas no se aplican actualmente, no obstante nos pareció prudente no eliminarlas: n° 107 y 108.

a) Por algún trabajo atípico (reciclajes).

b) Como elemento comparativo con las hoy empleadas.

#### 110) Piso de parquet, a bastón roto sobre carpeta (m<sup>2</sup>)

Clavado y pegado sobre carpeta ad-hoc (este último se calcula por separado según el n° 97).

parquet	1,05 m <sup>2</sup>
asfalto	1,50 kg
pintura de imprimación	0,30 l
clavos	0,15 kg
colocador	1,20 h
ayudante	0,60 h

**Nota:** Colocador y ayudante, a destajo ~ 12 m<sup>2</sup>/ 8 h.

#### 111) Rasqueteado y lustre de pisos de madera (m<sup>2</sup>)

Ejecutado a máquina, incluye rasqueteado, limpieza, repaso y encera-do. Aplicado a todos los pisos de madera que se detallan en este volumen.

cera	0,25 kg
oficial	0,05 h
ayudante	0,70 h

#### 112) Parquet damero (m<sup>2</sup>) (tipo bar-lay), 0,12 x 0,12 m

Asentado sobre contrapiso corriente (no considerado aquí), y sobre carpeta tipo n° 99, con adhesivo vinílico.

cemento	13,50 kg
cal aérea (eventualmente)	1,30 kg
arena	0,030 m <sup>3</sup>
parquet damero (plancha 0,48 x 0,48 m)	4,5 n°
colocador	1,30 h
ayudante	0,70 h

**Nota:** Colocador a destajo ~ 50 m<sup>2</sup>/ 8 h.

#### 113) Tarugados (m<sup>2</sup>)

Fijados con tornillos sobre alfajías amuradas a una carpeta tipo n° 97 y tarugo de terminación encolado (sobre el tornillo de fijación).

listones tarugados	1,05 m <sup>2</sup>
alfajías de 1" x 3" c/0,60 m máximo	2,00 m
tornillo de fijación	4 n° por listón (luego van tarugados)
oficial	1,50 h
ayudante	0,75 h

### 21.17. PAVIMENTOS

Van solamente algunos tipos de uso frecuente en el tratamiento de playas, patios y caminos interiores. Se entienden ejecutados con técnica manual y en superficies que no justifican el empleo de la maquinaria vial.

#### 114) Carpeta bituminosa, tipo premezclado (m<sup>2</sup>)

Para aplicar sobre base firme de cascotes u hormigón de piedra, granitullo, etc. Comprende: nivelación y perfilado, contrapiso de cascotes 1:3:3 de 12 cm, barrido, riego asfáltico, carpeta bituminosa de 1,5 cm de

espesor, cilindrado, espolvoreo con arena (4 kg/m<sup>2</sup>), cilindrado o apisonado final.

ceemento	36 kg
arena	0,080 m <sup>2</sup>
cascotes	0,080 m <sup>2</sup>
riego asfáltico (EM-1)	2 l
piedra partida	25 kg
asfalto diluido (ER-2)	2 l
oficial	0,65 h
ayudante	1,15 h

#### 115) Losa de hormigón armado (m<sup>2</sup>)

Para 12 cm de espesor, con hormigón de canto rodado, armado con malla soldada, vaciado y alisado a mano, incluida la preparación de la excavación practicada en el suelo para recibir el pavimento. Juntas de dilatación selladas en proporción de 0,5 m/m<sup>2</sup>.

ceemento	36 kg
arena	0,080 m <sup>3</sup>
canto rodado	0,080 m <sup>3</sup>
malla de hierro (Q-92 por ej. s/cálculo)	1,49 kg
asfalto sólido (para junta)	0,25 kg
oficial	0,50 h
ayudante	1,00 h

Los materiales pueden variarse en forma proporcional al espesor resultante. Un pavimento de hasta 18 cm de espesor consumiría un 5% más de mano de obra.

El consumo de hierro dependerá del diámetro y la separación elegidos.

#### 116) Pavimento de granitullo (m<sup>2</sup>)

Para aplicar sobre base firme de cascotes u hormigón de piedra, excluidos éstos. Los bloques se colocan sobre lecho de arena de 4 cm de espesor.

bloques de granito (0,11 x 0,11 m)	90 n°
arena	0,060 m <sup>3</sup>
ceemento	0,70 kg
asfalto sólido	1,50 kg
albañil	0,50 h
ayudante	0,30 h

#### 117) Pavimento de bloques articulados (m<sup>2</sup>), intertrabados de adoquines de H°, etc.

Pavimento de bloques articulados, sobre lecho de arena de 4 cm y base de suelo-cemento de 15 cm de espesor, previo entoscado (según estudio del suelo), con un tenor de cemento al 6% en volumen.

ceemento	13,5 kg
arena (colchón de 3 a 4 cm)	0,045 m <sup>3</sup>
emulsión asfáltica	0,8 lts
asfalto sólido	2,8 kg
suelo	0,15 m <sup>3</sup>
bloques	39 a 45 n° (según tipo)
ejecución de la base de suelo-cemento, incluido el riego asfáltico (éste puede obviarse)	0,60 hay 0,20 hof
colocación de bloques y relleno de juntas, con arena fina y seca (eventualmente puede mezclarse con cal)	0,20 hay 0,55 hof

Todas las operaciones se suponen hechas a brazo; si la colocación de los bloques se hace en grandes superficies, donde pueda esperarse un alto rendimiento, es suficiente con 0,55 h/m<sup>2</sup> de personal no especializado bajo dirección competente.

*Nota:* Es conveniente la ejecución de un cordón perimetral al pavimento de H°A°.

### 21.18. ESCALONES, UMBRALES, ZÓCALOS Y CORDONES

#### 118) Umbrales y escalones de cemento alisado (m<sup>2</sup>)

Se mide por el desarrollo de escalón y contraescalón. Primera capa 1:3, segunda capa 1:2, terminado con cemento puro. Espesor promedio 3 cm.

ceemento	18,40 kg
arena	0,030 m <sup>3</sup>
albañil	2,10 h
ayudante	0,85 h

**119) Umbrales y escalones de baldosas cerámicas (m<sup>2</sup>)**

Se mide por el desarrollo de escalón y contraescalón. Las baldosas que forman el borde del escalón llevan nariz, o un perfil "ele" de protección. Mortero 1/2:1:4, 26 litros.

baldosas con nariz (15 x 15 cm)	24 n°
baldosas sin nariz	24 n°
cemento	3.30 kg
cal aérea	3.40 kg
arena	0.024 m <sup>3</sup>
colocador	2.00 h
ayudante	0.45 h

**120) Umbrales y escalones de ladrillos de máquina (m<sup>2</sup>)**

Se mide el escalón en proyección horizontal solamente. Está incluida la base de asiento de hormigón pobre 1/8:1:4:8, y la toma de juntas 1:1. Mortero de asiento 1/2:1:4.

ladrillos de máquina	39 n°
cemento	20 kg
cal hidráulica	22 kg
arena	0.030 m <sup>3</sup>
casco de ladrillos	0.200 m <sup>3</sup>
albañil	5.00 h
ayudante	4.00 h

**121) Cordón de ladrillos de máquina (m)**

Incluso base de asiento y toma de juntas. Mortero como en el anterior.

ladrillos de máquina (de canto)	15 n°
cemento	3 kg
cal hidráulica	4 kg
arena	0.035 m <sup>3</sup>
casco de ladrillos	0.050 m <sup>3</sup>
albañil	1.30 h
ayudante	0.90 h

**122) Cordón de ladrillos comunes (m)**

Incluida la base de asiento y revoque de cemento alisado.

ladrillos comunes (de canto)	20 n°
cemento	8 kg
cal hidráulica	4 kg
arena	0.053 m <sup>3</sup>
casco de	0.050 m <sup>3</sup>
albañil	1.50 h
ayudante	1.00 h

**123) Cordón de hormigón (m)**

Con revoque alisado al cemento.

cemento	20 kg
arena	0.032 m <sup>3</sup>
canto rodado	0.040 m <sup>3</sup>
tabla	0.015 m <sup>2</sup>
albañil	1.00 h
ayudante	0.60 h

**124) Zócalo de madera (m)**

El zócalo va clavado sobre tacos previamente amurados a la mampostería. Se incluye la colocación del zócalo y los tacos.

cemento	0.25 kg
arena	0.001 m <sup>3</sup>
tacos	2 n°
zócalo	1.05 m
oficial	0.20 h
ayudante	0.20 h

**125) Zócalo de mosaicos (m)**

Para cualquier tipo de mosaico o baldosas de hasta 15 cm de alto; asentado con mortero 1/4:1:4.

zócalo	1.05 m
cemento	0.50 kg
cal aérea	0.50 kg
arena	0.003 m <sup>3</sup>
colocador	0.15 h
ayudante	0.10 h

**126) Zócalo de cemento alisado (m)**

De 10 cm de alto. 1,5 litro de mortero y cemento puro.

cemento	0.80 kg
arena	0.001 m <sup>3</sup>
albañil	0.25 h
ayudante	0.10 h

**21.19. REVESTIMIENTOS**

Para morteros distintos de los indicados véase el capítulo 6. La operación fundamental es el trabajo de colocación, aunque la parte más importante del costo es generalmente el propio material de revestimiento. Aunque se han incluido las piezas de acordamiento (rinconeras, esquineros en



perfil metálico o plástico, etc.), será prudente que el operador verifique la correspondencia entre lo que aquí se indica y cada situación particular.

Es muy común subcontratar la colocación de revestimientos, en cuyo caso deberá analizarse solamente la ayuda de gremio.

### 127) Azulejos y elementos similares (m<sup>2</sup>)

Azulejos cerámicos, mayólicas, porcellanato, chapitas graníticas y materiales similares en forma y espesor de 15 x 15 / 20 x 20 cm, o más. A junta cerrada, recta o trabada. No incluye el engrosado bajo revestimiento a valorar por separado; tampoco los accesorios de embutir. Son 15 litros de mortero 1:1:4.

azulejos (15 x 15 / 20 x 20 cm, etc.)	1,05 m <sup>2</sup>
cemento	4,65 kg
cal aérea	1,50 kg
pastina	0,200 kg
arena	0,014 m <sup>3</sup>
piezas de acordamiento (s/ambiente)	n° y/o ml
colocador	1,00 h
ayudante	0,80 h

El rendimiento en la colocación depende muy estrechamente del tamaño de las piezas. En efecto, con azulejos como los indicados (15 x 15 cm), el operario coloca 45 unidades por metro cuadrado.

La colocación con junta abierta, recta o trabada, requiere 0,10 hof más y el doble de pastina. El pegamento especial para azulejos (adhesivo de capa fina) requiere 1,8 a 2,0 kg/m<sup>2</sup>, con llana de 4 mm, y a destajo un colocador rinde entre 5 a 7 m<sup>2</sup>/h. En este caso se suprime el mortero de asiento.

### 128) Cornisa o cuarta caña (m) (hoy en desuso)

Para colocar como coronamiento del anterior. Costo del mortero 3% de lo que resulte para el anterior.

cuarta caña	1,05 m
colocador	0,20 h
ayudante	0,10 h

### 129) Accesorios de embutir (c/u)

Se refiere a jaboneras, portarrollos, etc. de material cerámico de medidas adecuadas para los elementos del n° 127.

accesorio	1 n°
colocador	0,30 h
ayudante	0,20 h

El consumo de mortero es despreciable.

### 130) Mosaico veneciano y/o venecita, de vidrio o cerámica (m<sup>2</sup>)

Se refiere al paño formado por pequeñas pastillas pegadas sobre papel que una vez aplicado al revestimiento, se retira. Son 10 litros de mortero 1:1:4.

mosaico veneciano / venecita	1,05 m <sup>2</sup>
cemento	3,10 kg
cal aérea	1 kg
arena	0,009 m <sup>3</sup>
pastina	0,200 kg
colocador	1,70 h
ayudante	0,80 h

Recuérdese que en los casos de contratación a destajo es usual que el operario cobre por separado un adicional por metro lineal de arista.

### 131) Antepecho de baldosas coloradas (m)

Formado por tres hileras de baldosas superpuestas.

baldosas coloradas	15 n°
cemento	20 kg
cal grasa	5 kg
arena	0,040 m <sup>3</sup>
albañil	1,50 h
ayudante	1,20 h

Si solamente fuesen dos las hileras tómense 10 baldosas y multiplíquense los demás términos por 0.75. Para una hilera son 5 baldosas y el 40% de los demás elementos.

## 21.20. MARMOLERÍA

Los análisis siguientes han sido dados por la Dirección de Arquitectura del SEOP en una de sus publicaciones. Se trata de enchapados sencillos, de poco espesor y con piezas de dimensiones fácilmente manejables. Las obras de marmolería son subcontratadas. Para todos los que se dan más abajo tómese la siguiente cantidad de materiales:

cal aérea	1,5 kg
cemento	6 kg
arena mediana	0,025 m <sup>3</sup>
mármol	1,00 m <sup>2</sup>

**132) Revestimiento de escalones ( $m^2$ )**

oficial	2.00 h
ayudante	1.80 h

**133) Revestimiento de contraescalones ( $m$ )**

oficial	3 h
ayudante	1.30 h

**134) Revestimiento de zócalos de escaleras ( $m^2$ )**

oficial	2.80 h
ayudante	2.30 h

**135) Revestimiento de zócalos cremallera ( $m^2$ )**

oficial	3.20 h
ayudante	2.00 h

**136) Revestimiento de paredes ( $m^2$ )**

oficial	2.70 h
ayudante	2.10 h

Nota: Agréguese a la lista de materiales, 9 grapas.

**137) Pisos ( $m^2$ )**

oficial	2.50 h
ayudante	2.00 h

**21.21. PINTURAS**

Se supone el uso de pinturas de origen industrial. Como en los casos anteriores, cada análisis es completo y comprende todas las operaciones, desde la limpieza de las superficies hasta la pintura definitiva. Se entiende que resulta un trabajo de calidad superior. Solamente se dan datos relativos a la mano de obra: el consumo de materiales se tomará de las tablas 15.1 y 15.2, del capítulo 15.

**a) Pintura de muros****138) A la cal o al cemento ( $m^2$ )**

No es necesario un oficial pintor. Dos manos 0.25 h

**139) Impermeable de siliconas ( $m^2$ )**

No es necesario un oficial pintor. Dos manos 0.30 h

**140) Látex al agua ( $m^2$ )**

Incluido fijador, para exteriores. Dos manos. 0.45 h  
Incluido fijador, para interiores. Dos manos 0.30 h

**b) Pintura de cielos rasos**

141) Puede considerarse que la mano de obra necesaria requerirá un 30% más que los anteriores.

**c) Carpinterías, metálica y de madera****142) Carpintería metálica, esmalte sintético ( $m^2$ )**

Si la medición ha sido hecha, como es corriente, computando ambas caras del cerramiento, los consumos de la tabla 15.1, del capítulo 15, deben ser disminuidos al 60%, salvo que la carpintería sea ciega.

Incluye limpieza del antióxido de taller, aplicación del desoxidante, el fondo antióxido o convertidor, y dos manos de esmalte sintético.

oficial	1.00 h
---------	--------

**143) Carpintería de madera, esmalte sintético ( $m^2$ )**

Incluye el masillado, enduido, fondo de dos manos de esmalte sintético (o aceite).

oficial	0.90 h
---------	--------

**144) Carpintería de madera, barnizada ( $m^2$ )**

Incluye la mano de barniceta y dos manos de barniz sintético.

oficial	0.60 h
---------	--------

**145) Pintura al aceite exterior ( $m^2$ )**

Incluye: una mano de sellador y tres de terminación. Sobre ladrillo, revoque u hormigón. Si la superficie fuese vieja se dan dos manos de sellador

oficial	0.75 h
---------	--------

**146) Pintura sobre chapas onduladas galvanizadas (nuevas) (m<sup>2</sup>)**

Incluye: limpieza, tratamiento con mordiente (desoxidante diluido en tres partes de agua) y dos manos de terminación.

Oficial 1,00 h

**147) Obras de hierro (tn)**

La valoración de la pintura de estructuras metálicas se hace generalmente por tonelada del peso de las mismas. Esto es más racional y más seguro que la que resulta del cómputo por metro cuadrado de vista en proyección sobre el plano fundamental de la estructura. Debe mantenerse, sin embargo, una reserva criteriosa como puede deducirse del siguiente ejemplo: un perfil ángulo de alas iguales de 40 x 40 x 4 mm pesa casi lo mismo que un hierro redondo de 20 mm de diámetro; pero el perfil tiene un perímetro de 16 cm en tanto que el redondo sólo lo tiene de 6,28 cm. Por cada kilogramo de peso, el perfil lleva 2,59 veces más pintura. El consumo unitario depende, pues, no sólo del peso, sino de la forma de sus componentes elementales.

La tablita que sigue está inspirada en datos de Robert L. Peurifoy y da la cantidad promedio de m<sup>2</sup> a pintar, en obra, por tonelada de estructura y el consumo de pintura (una sola mano) y mano de obra para la misma unidad.

	Metros cuadrados de desarrollo de estructura por cada tonelada de peso	Consumo por tonelada	
		litros	horas
Vigas principales	12 a 18	1,45	0,87
Vigas secundarias	19 a 24	2,40	1,00
Columnas	19 a 24	2,40	1,00
Armaduras de techo	26 a 33	2,90	1,28
Armaduras de puentes	19 a 24	2,40	1,08

**148) Empapelado de muros (m<sup>2</sup>)**

Tomado de un pliego del MOP. Primero papel base y luego otra de adhesivo vinílico.

papel 1,20 m<sup>2</sup>  
 papel base 1,05 m<sup>2</sup>  
 adhesivo vinílico 0,090 kg  
 empapelador 0,60 h

**149) Preparación de distintas superficies para repintar (m<sup>2</sup>)**

- cepillado y raspado de paredes y cielos rasos 0,20 h
- lavado y neutralizado con ácido muriático de paredes y cielos rasos 0,15 h
- quemado a soplete de pinturas viejas y ulterior raspado 0,25 h
- removido con removedores y ulterior raspado sobre madera 0,15 h
- lavado con soda cáustica s/carpintería de madera 0,10 h

**21.22. RECEPTÁCULOS DE ALBAÑILERÍA PARA OBRAS SANITARIAS**

Los análisis que siguen han sido preparados teniendo en cuenta la totalidad de los materiales y mano de obra necesarios para ejecutar cada estructura completa, desde las excavaciones hasta la colocación de las tapas, para lo cual se han usado las indicaciones dadas en las páginas anteriores. Los morteros son los que corresponden a obras hidráulicas (concretos) 1:3 para albañilería, 1:2 y 1:1 para alisados. Se supone que la tierra excedente de la excavación será desparramada y ligeramente apisonada en las proximidades de las cámaras. El transporte de este excedente debe ser estudiado por separado, para lo cual han sido indicados los sobrantes a retirar (indicación que incluye el esponjamiento).

**150) Cámaras sépticas (unidad)**

De acuerdo con el esquema de la figura y variando las dimensiones A, L y H se ha calculado para ocho cámaras de capacidades distintas (planilla "A") el consumo de materiales y mano de obra necesarios para establecer el costo de la cámara completa (planilla "B").

PLANILLA "A"  
 CARACTERÍSTICAS DE LAS CÁMARAS SÉPTICAS

Tipo	Dimensiones (m)			Capacidad m <sup>3</sup>	Número de usuarios	
	A	L	H		Viviendas	Escuelas Oficinas
I	0,90	1,80	1,20	1,900	4 habitantes	
II	0,90	1,95	1,20	2,100	6 habitantes	
III	1,05	2,25	1,20	2,800	8 habitantes	
IV	1,20	2,40	1,20	3,500	10 habitantes	
V	1,20	2,55	1,20	3,750	11 habitantes	60 personas
VI	1,20	2,55	1,35	4,200	12 habitantes	65 personas
VII	1,35	2,70	1,35	4,900	14 habitantes	75 personas
VIII	1,35	3,00	1,35	5,500	16 habitantes	85 personas

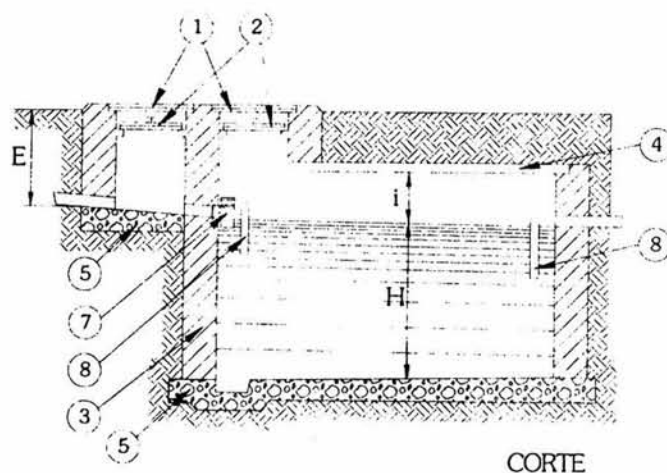


Fig. 21.5-a. Cámaras sépticas.

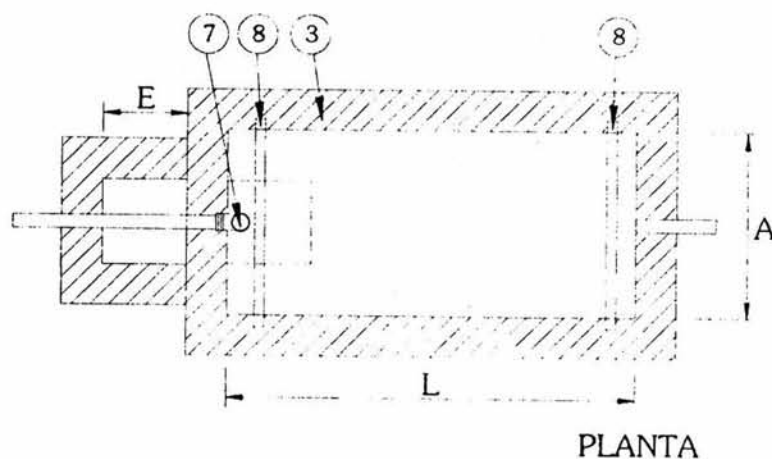


Fig. 21.5-b. Cámaras sépticas.

1) Tapa y marco; 2) Contratapa de hormigón armado; 3) Albañilería de ladrillos comunes asentados con concreto (1:3). Interior alisado al cemento; 4) Losa de hormigón armado; 5) Contrapiso de hormigón pobre con pendiente, alisado; 6) Ramal T de F.F.V. (hierro fundido ventilación); 7) Pantalla de hormigón armado (la altura no será inferior a 0,30 m).

PLANILLA "B"  
CÁMARAS SÉPTICAS

Materiales y obra de mano		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
Cemento	tn	1.06	1.10	1.20	1.31	1.36	1.44	1.53	1.60
Cal hidráulica	tn	0.08	0.08	0.09	0.11	0.11	0.11	0.12	0.13
Arena fina	m³	0.08	0.08	0.09	0.09	0.10	0.11	0.12	0.12
Arena mediana	m³	2.16	2.26	2.53	2.75	2.85	3.06	3.21	3.41
Canto rodado	m³	0.18	0.18	0.23	0.27	0.29	0.29	0.33	0.36
Cascotes	m³	0.74	0.78	0.91	1.01	1.05	1.05	1.16	1.26
Hierro	tn	0.01	0.011	0.012	0.015	0.017	0.017	0.020	0.020
Ladrillos	mil	1.77	1.85	2.01	2.13	2.19	2.35	2.48	2.60
Tapa de hierro	nº	2	2	2	2	2	2	2	2
Tapa de hormigón	nº	2	2	2	2	2	2	2	2
Canaleta M.V.	nº	1	1	1	1	1	1	1	1
Ramal T	nº	1	1	1	1	1	1	1	1
Albañil	h	76.30	80.50	91.90	100.50	105.50	110.70	121.70	130.20
Ayudante	h	68.40	70.80	75.90	81.60	86.10	90.40	96.50	101.90
(Tierra excedente)	m³	10.30	11.00	13.30	15.30	16.10	16.80	19.10	20.80

151) Cámara de inspección, piletas de patio, bocas de acceso, bocas de desagüe (unidad)

Abiertas o tapadas: la planilla "C", resume todos los datos necesarios para su presupuesto.

PLANILLA "C"  
RECEPTÁCULOS VARIOS

Materiales y obra de mano		Boca desagüe tapada		Boca desagüe abierta		Cámara de inspección		Pileta de patio tapada		Pileta de patio abierta	
		20 x 20 50	30 x 30 70	20 x 20 50	30 x 30 50	60 x 60 100	60 x 105 150	20 x 20 50	30 x 30 50	15 x 15 30	20 x 20 50
Cemento	tn	0.023	0.055	0.021	0.036	0.225	0.451	0.176	0.228	0.013	0.023
Cal hidráulica	tn	0.004	0.005	0.004	0.005	0.023	0.031	0.003	0.004	0.003	0.003
Arena	m³	0.059	0.112	0.056	0.079	0.549	0.982	0.389	0.503	0.003	0.056
Canto rodado	m³	0.003	0.006				0.055	0.003	0.006	-	-
Cascotes	m³	0.027	0.037	0.027	0.037	0.190	0.257	0.027	0.037	0.022	0.027
Ladrillos	mil	0.042	0.076	0.042	0.054	0.430	0.760	0.420	0.540	0.022	0.042
Marco y tapa (1)	nº	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Albañil	h	2.10	3.60	1.95	2.63	10.70	17.80	1.85	1.70	0.90	1.35
Ayudante	h	3.68	4.98	3.18	3.98	19.93	33.83	3.45	4.03	1.77	1.95
(Tierra excedente)	m³	0.270	0.428	0.270	0.367	2.428	4.719	0.367	0.270	0.151	0.270

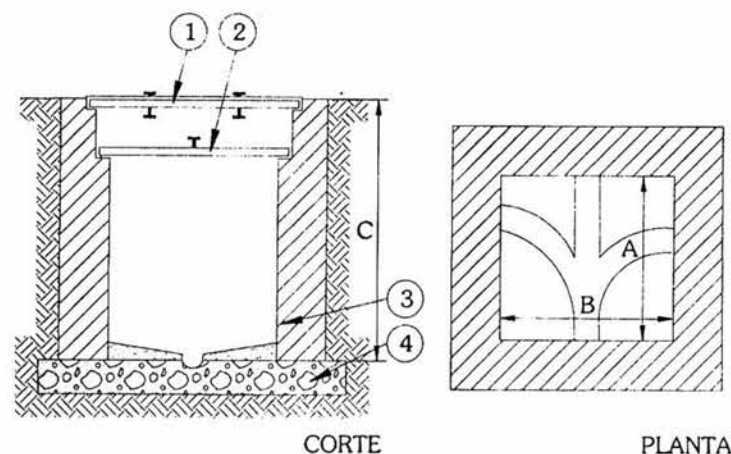


Fig. 21.6. Cámara de inspección.

1) Tapa y marco; 2) Contratapa de H° A°; 3) Albañilería asentada sobre concreto; 4) Contrapiso.

### 152) Pozos absorbentes (unidad)

Del tipo que se indica en la figura. La planilla "D" permitirá calcular el costo del coronamiento de albañilería, en tanto que la planilla "E" da el costo del resto por cada metro de profundidad a partir del plano inferior del coronamiento. En este caso puede tener mucha influencia el transporte de la tierra excedente, que como hemos aclarado no está incluido en el análisis.

PLANILLA "D"  
POZOS ABSORBENTES

Materiales y obra de mano para la ejecución del coronamiento (h-h')		Tipo I Ø 1,20	Tipo II Ø 1,50	Tipo III Ø 2,00	Tipo IV (1) Ø 1,20
Cemento	tn	0,159	0,198	0,278	0,159
Cal hidráulica	tn	0,058	0,070	0,89	0,039
Arena	m³	0,613	0,745	1,026	0,518
Canto rodado	m³	0,064	0,092	0,150	0,064
Cascotes	m³	0,475	0,570	0,730	0,330
Tapa y marco	n°	1	1	1	1
Tapa H°A°	n°	1	1	1	1
Albañil	h	18,71	23,88	33,59	17,46
Ayudante	h	6,90	8,10	10,38	6,69
Tierra excedente	m³	1,65	2,22	3,00	1,65

<sup>1</sup> Sin revestir.

PLANILLA "E"  
POZOS ABSORBENTES

Materiales y obra de mano para la ejecución del pozo por metro <sup>1</sup>		Tipo I Ø 1,20	Tipo II Ø 1,50	Tipo III Ø 2,00	Tipo IV Ø 1,20
Cemento	tn	0,090	0,100	0,150	0
Arena	m³	0,192	0,212	0,320	0
Ladrillos	mil	0,150	0,167	0,250	0
Albañil	h	3,40	3,75	5,70	0
Ayudante	h	11,00	15,10	24,30	5,80
Tierra excedente	m³	2,30	3,30	5,40	1,47

<sup>1</sup> Calculado el coronamiento debe sumarse lo que resulta de esta planilla que da la parte h' del pozo por metro de profundidad (ver figura 21.7).

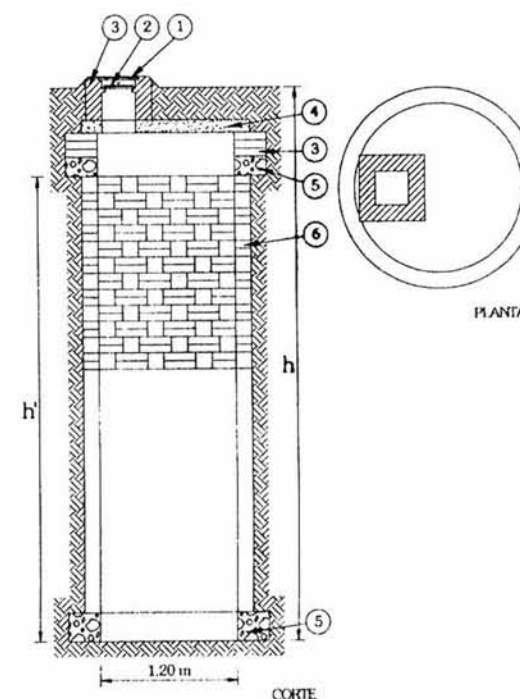


Fig. 21.7. Pozo absorbente.

1) Tapa; 2) Contratapa; 3) Albañilería de ladrillos comunes asentada con concreto; 4) Losa de H°A°; 5) Anillos de hormigón pobre para fundar la albañilería; 6) Albañilería a palomar.



### 21.23. INSTALACIÓN DE CAÑERÍAS PARA OBRAS SANITARIAS

Toda la información que se resume en este apartado ha sido tomada sin modificaciones de la obra del ingeniero Mauricio Durrieu.

#### 153) Cañería de hierro fundido (HF)

Plomo y filástica por c/junta (kg)				
Ø Interior	Tipo liviano		Tipo pesado	
	Plomo	Filástica	Plomo	Filástica
64 mm	0,932	0,027	-	-
102 mm	1,740	0,008	2,550	0,102
152 mm	2,700	0,061	5,690	0,215

*Nota:* Los caños cámara van suspendidos con soportes de hierro.

Mano de obra				
		oficial	ayudante	unidad
Colocac. solamente cañería	Ø 102	1,00 h	1,00 h	c/u
	Ø 152	1,50 h	1,50 h	c/u
Colocac. anillo		1,00 h	1,00 h	c/u
Colocac. caño cámara recto o curvo		2,00 h	2,00 h	c/u
Colocac. caño cámara ramal		2,50 h	2,50 h	c/u
Colocac. reducción		1,50 h	1,50 h	c/u
Colocac. codo o curva		0,50 h	0,50 h	c/u
Colocac. curva con base		1,00 h	1,00 h	c/u
Colocac. ramal o te		2,00 h	2,00 h	c/u
Colocac. cañería incluso excavación y acarreo tierra.		1,00 h	3,90 h	c/u
		1,50 h	4,50 h	c/u

#### 154) Caño de hierro fundido tipo ventilación (HF)

Características	
Ø interior	64-102-152
Ø total	76 114 164

Mano de obra				
		oficial	ayudante	unidad
Colocac. solamente cañería en zanja	Ø 64	0,50 h	0,50 h	c/u
	Ø 102	1,00 h	1,00 h	c/u
	Ø 152	1,50 h	1,50 h	c/u
Colocac. solamente cañería en canaleta	Ø 64	0,85 h	-	-
	Ø 102	1,00 h	-	-
	Ø 152	1,52 h	-	-
Recorte y relleno de canaletas	Ø 64		2,30	h/m
	Ø 102		3,68	h/m
	Ø 152		8,30	h/m
Colocac. anillo		1,00 h	1,00 h	c/u
Colocac. codo corto		0,30 h	0,30 h	c/u
Colocac. codo obtuso		0,50 h	0,50 h	c/u
Colocac. codo doble		0,40 h	0,40 h	c/u
Colocac. curva		0,50 h	0,50 h	c/u
Colocac. con base		0,50 h	0,50 h	c/u
Colocac. ramal		1,50 h	1,50 h	c/u
Colocac. sifón c/ventilación		1,50 h	1,50 h	c/u

### 21.24. PLENOS, RECORTES Y PASES (para cañerías, ventilaciones, etc.)

#### 155) Ejecución de agujeros y ulterior reparo (tapar y/o arreglar).

Diámetro del agujero	Ladrillos comunes				Ladrillos huecos			
	10 cm	15 cm	30 cm	45 cm	10 cm	15 cm	20 cm	24 cm
Hasta Ø 15 mm	0,31	0,47	0,95	1,42	0,21	0,32	0,42	0,53
Hasta Ø 35 mm	0,42	0,63	1,26	1,90	0,26	0,40	0,53	0,66
Hasta Ø 50 mm	0,47	0,72	1,42	2,13	0,32	0,48	0,63	0,79
Hasta Ø 80 mm	0,58	0,88	1,74	2,61	0,37	0,56	0,74	0,93
Hasta Ø 120 mm	0,69	1,03	2,05	3,10	0,42	0,63	0,84	1,05
Hasta Ø 160 mm	0,78	1,12	2,30	3,60	0,47	0,72	0,95	1,20
Hasta Ø 200 mm	0,90	1,20	2,55	3,95	0,53	0,80	1,06	1,32

*Nota:* Son horas de oficial por cada agujero. Súmese la ayuda de peones con tiempos iguales a los indicados.

156) Apertura de canaletas, sin reparo ulterior (verticales, inclinadas u horizontales).

Canaleta	Tipo de obrero	Horas empleadas
de 7 cm x 7 cm (triangular)	ayudante	0.35 h/m
de 7 cm x 14 cm (rectangular)	ayudante	0.57 h/m
de 10 cm x 14 cm (rectangular)	ayudante	1.00 h/m
de 14 cm x 21 cm (rectangular)	ayudante	1.75 h/m

157) Para las actuales cañerías, de material plástico (PVC [sistema 3.2], polipropileno, etc.), cuyas juntas pueden ser roscadas o pegadas con adhesivos sintéticos y, también, por termosifón o uniones deslizantes O'Ring de doble o triple labio, podemos llegar a extrapolar la mano de obra con las de HF, considerando un tiempo de aproximadamente un 30% a un 40% menor al de aquellas.

## 22. ANÁLISIS DEL COSTO DEL EQUIPO

### 22.1. USO DEL EQUIPO

El uso del equipo necesario para la erección de una obra tiene un costo: si es propio, ha sido menester invertir dinero para comprarlo, y si ese monto no se traslada al precio de venta, el empresario perderá el capital representado por sus máquinas; si no es propio, será preciso alquilarlo, en cuyo caso el costo se evidencia con mayor claridad. Sea de inversión, sea de alquiler, aquel costo debe ser recuperado a través del precio de venta de los rubros correspondientes de la obra. Nótese, además, que no sólo hay un capital por recuperarse: mientras éste no esté totalmente redimido, el saldo no amortizado debe rendir intereses. Por otra parte, en el funcionamiento mismo de la máquina hay consumos, de combustibles, lubricantes y repuestos, aparte de la mano de obra para operarla. A este conjunto de gastos se lo llama *costo de operación del equipo* o simplemente *costo de equipo*.

A veces, tiene muy poca significación y puede ser absorbido por el margen de imprevistos, o estimado como una partida de los gastos generales, o se lo deja como una carga sobre la utilidad o simplemente no se lo considera. Pero en otros casos —como ocurre en las obras de ingeniería— es de importancia decisiva en el costo total y debe ser estudiado con cuidado, y aun cuando se mantenga dentro de límites porcentuales sin relevancia frente al presupuesto total de la obra, su valor absoluto hace que no pueda ser omitido. Tal es el caso de una planta dosificadora y elaboradora de hormigón, con bomba de impulsión, cuyo costo, siendo apenas el 1.87% de una obra (por ej. una torre de 6.000 m<sup>2</sup>) de \$5 500.000, alcanza a \$ 102.850.

Si el costo del equipo ha sido cargado como un gasto general, será recuperado a lo largo de toda la construcción y saldado con la última certificación. Si, en cambio, se lo ha incorporado al costo del ítem correspondiente, será recuperado cuando este ítem se cobre y si éste fuese uno de los primeros rubros de la obra (por ejemplo, excavación u hormigón armado) será recuperado prácticamente de inmediato, con todas las ventajas financieras que ello supone.

El costo de equipo se forma por suma de varios conceptos:

- a) la amortización del capital invertido;
- b) los intereses del capital no amortizado;
- c) los gastos de seguro, patente anual, almacenamiento y otros que pudieran equipararse.

La suma de estos tres conceptos es lo que se llama *gastos fijos*, no porque lo sean (en rigor son variables), sino porque se producen siempre, funcione la máquina o no.

- d) los combustibles y lubricantes;
- e) los gastos de mantenimiento y repuestos;
- f) el personal necesario.

La suma de estos tres últimos se llama *gastos de funcionamiento*, pues sólo ocurren cuando la máquina opera.

El objeto de este capítulo consiste en establecer los modos de cálculo de cada uno de esos términos, para luego ver cómo se los traslada al costo. Veremos además, otros gastos atribuibles al equipo, pero que no encuadran dentro del concepto de los gastos fijos ni de funcionamiento, y desarrollaremos un ejemplo complejo, para mejor mostrar la mecánica de aplicación.

## 22.2. CÁLCULO DE LOS GASTOS FIJOS

### 22.2.1. DEPRECIACIÓN Y AMORTIZACIÓN

“Un bien físico es perecedero. Desde el momento de su puesta en servicio hasta el de su retiro, transcurre un período de tiempo, llamado vida útil, durante el cual pierde, paulatina o bruscamente, su aptitud para servir al fin para el que fue habilitado”.

“Esta disminución de aptitud tiene origen en dos distintos órdenes de fenómenos, relacionados unos con sus condiciones de ente físico –formado

por materiales más o menos nobles, más o menos duraderos– y otros con la aparición de unidades nuevas, concebidas de acuerdo con un criterio moderno, capaces no sólo de un mejor servicio, sino también de un mayor rendimiento económico. La pérdida de aptitudes se traduce en una pérdida de valor –brusca o paulatina, parcial o total– y es de tal naturaleza que no puede ser recuperada con gastos de mantenimiento”.

“Se la llama *depreciación* y es la inevitable pérdida de valor que se incrementa a pesar de los prudentes gastos de mantenimiento y que sólo puede recuperarse mediante el reemplazo de las unidades depreciadas por nuevas, al final de sus vidas de servicio”. (Mario E. Chandías, *Tasación de Inmuebles Urbanos*, Librería y Editorial Alsina; el texto en cursiva es de Martson y Agg) Afecta a todos los bienes físicos, es ineluctable e irreversible y los gastos de mantenimiento sólo pueden postergar el retiro, no evitarlo.

Las causas de la depreciación son varias y podemos agruparlas en dos series de hechos: los de naturaleza física y los de naturaleza funcional, cada una de las cuales admite, a su vez, un ordenamiento en tres grupos, como se muestra a continuación:

#### a) Razones de orden físico

*Deterioro*: sus principales agentes son los elementos agresivos del medio ambiente (humedad, colonias biológicas, vapores y desechos industriales, aire marino, etc.) con su secuela de oxidación de metales, corrosión de morteros y hormigones, pudrición de maderas, etc. El deterioro afecta a las máquinas, aun cuando no funcionen y aumenta más con la edad que con el uso.

*Desgaste*: afecta a la máquina que funciona y aumenta más con el uso que con la edad; depende del comportamiento mecánico de la máquina, mejor dicho de sus piezas, ante las vibraciones, rozamientos, impactos, cambios de temperatura debidos al funcionamiento, etc.

*Avería repentina*: destrucción total del bien, o de una de sus partes, por vicio oculto, accidente o desastre.

#### b) Razones de orden funcional

*Obsolescencia*: se refiere a la competencia con máquinas nuevas, mejores, tecnológicamente más avanzadas, capaces de producir más o a menor costo, o ambas cosas a la vez.

*Inadecuación*: ocurre cuando la máquina no tiene capacidad suficiente para el servicio (por ejemplo, una hormigonera de 10 m<sup>3</sup>/h para una planta de fabricación de bloques que necesita mínimamente 15 m<sup>3</sup>/h).

**Anulación:** se produce cuando el mismo servicio puede ser prestado en mejores condiciones por un equipo totalmente distinto. También cuando cesa el suministro de un modo insalvable (por ejemplo, una planta de gas, cuando se agota la fuente).

Se ve entonces que –por causas que le son propias o extrañas, funcionando o no– la depreciación conduce al retiro del bien y que en ese momento el capital representado por él, se ha desvanecido. De ahí la necesidad de la *amortización*, que es el artificio mediante el cual aquella pérdida se va trasladando al costo –al precio de venta, en definitiva– con lo cual, en el momento del retiro, se tiene el capital reconstruido para poder reemplazarlo por máquinas nuevas.

### 22.2.2. FÓRMULAS PARA CALCULAR LA AMORTIZACIÓN

Son varias las fórmulas propuestas para calcular la amortización. Para su conocimiento, origen y crítica, remitimos al lector a la literatura pertinente (Mario E. Chandías, *Tercer curso de Tasación de Inmuebles SO.TA.VE.*, Caracas; *Depreciación y amortización*, México, y *Curso Avançado de Engenharia de Avaliações*, San Pablo), pero no sin antes señalar que posiblemente en cada una de ellas se encuentre alguna razón valedera de subsistencia (hay razones impositivas, por ejemplo, y sobre todo razones de política empresarial, variables con cada situación). En este texto nos limitaremos a desarrollar el *método de la línea recta*, por mérito de:

- a) su sencillez, de concepción y aplicación;
- b) su universalidad: es el de uso más difundido, dentro y fuera del país en el cálculo de costos,
- c) su tolerancia por parte de los grandes organismos dedicados a la obra pública (Dirección Nacional de Vialidad y otras);
- d) la circunstancia de producir amortizaciones anticipadas, es decir, recupera el capital con una rapidez mayor que la del fenómeno mismo.

En este método se supone que la amortización anual es directamente proporcional a la edad. Así, un bien cuya vida útil se estime en 10 años, se depreciará anualmente en un 10%, y debe ser amortizado con ese mismo porcentaje; a 12 años de vida probable, corresponde un doceavo anual de amortización (8,33%), etc.

La única dificultad del método está en estimar la vida probable o vida útil de cada bien, pero ésta es precisamente la dificultad que tienen todos

los métodos. Sobre la base de datos estadísticos, los fabricantes publican la vida probable de sus equipos.

Por ejemplo, la *Power Crane and Shovel Association* da las siguientes:

- excavadoras, retroexcavadoras, baldes de arrastre, cucharones de valva (cualquier tipo desde 3/8 a 3/4 yardas cúbicas de capacidad), grúas de 2,5 a 5 toneladas 5 años o 10.000 horas
- excavadoras y retroexcavadoras de 1 a 1,5 yardas cúbicas de capacidad 6 años o 12.000 horas
- excavadoras y retroexcavadoras de 2 a 2,5 yardas cúbicas de capacidad 8 años o 16.000 horas
- excavadoras con balde de arrastre o cucharón de valva de 1 a 1,5 yardas cúbicas de capacidad; grúas de 10 a 15 toneladas 9 años o 18.000 horas
- excavadoras con balde de arrastre o cucharón de valva de 2 a 2,5 yardas cúbicas de capacidad; grúas de 20 toneladas o más 12 años o 24.000 horas

*Nota:* 1 yarda cúbica: 0,76455 m<sup>3</sup>.

En general, actualmente se considera como vida útil, el promedio de horas de funcionamiento económico, y como utilización anual, el promedio anual que estadísticamente se considera para el equipo. En el ejemplo citado arriba puede verse una actividad anual prevista media de 2.000 horas, que es el número más regular y universalmente empleado.

Debe tenerse conciencia de que tanto la duración como la actividad anual, son cifras variables y aleatorias: un equipo vial se deprecia más si se lo destina a la construcción de una obra específica que a trabajos de conservación; la trailla mecánica se deprecia menos que el tractor que la arrastra, el motor eléctrico dura más que el de explosión; en la Argentina, la obsolescencia ha sido, hasta ahora, mucho menos importante que en los Estados Unidos, etc.

Debe tenerse conciencia también, de que si se toma la base de 2.000 horas anuales para la depreciación, el plantel *debe necesariamente traba-*



jar durante 2.000 horas por año. De lo contrario, la recuperación no se produce y el rubro "amortización" producirá pérdidas reales. De hecho, esa cifra —que equivale a 250 jornadas de 8 horas— es muy difícil de lograr.

La Comisión Liquidadora de mayores costos de ex-Obras Sanitarias de la Nación, ha publicado la siguiente tabla de vidas útiles (en horas efectivas de trabajo) (algo desactualizada para esta época; no obstante la seguimos transcribiendo como otro valor más de referencia).

*Nota:* Tanto los datos estadísticos de la Power Crane and Shovel Association, como los brindados por la ex-OSN, son realmente informativos, ya que carecen de toda actualidad. Obviamente el avance técnico-mecánico de las máquinas hidráulicas actuales, han superado holgadamente dichos datos.

Herramientas	Horas	Herramientas	Horas
Automóviles	10.000	Equipos de luz	14.000
Bombas	12.000	Equipo de soldadura	16.000
Calderas	16.000	Hormigoneras	14.000
Camiones	10.000	Moldes metálicos	10.000
Cintas transportadoras	12.000	Motores de nafta	12.000
Compresores	12.000	Motores diésel	16.000
Decauville (vías, locomotoras, furgones)	16.000	Motores eléctricos	20.000
Excavadoras	14.000	Motoniveladoras	10.000
Grúas y guinchos	16.000	Palas de arrastre para tractores	12.000
Martinetes para hinca	16.000	Planchas y tablestacas metálicas	10.000
Grupos electrógenos	10.000	Tractores oruga	10.000
Herramientas eléctricas	8.000	Tractores neumáticos	10.000
Herramientas neumáticas	8.000	Topadoras para tractor	12.000
Equipo de taller	20.000	Zanjadoras	12.000
Equipos de perforación para conexiones	20.000		

La prudencia aconseja operar en cada caso con los datos reales del equipo a usarse (para ello las empresas llevan ficheros con el detalle de consumos, actividad, reparaciones, etc., de cada una de las unidades de su propiedad física). Cuando esto no sea posible, lo conveniente será no tomar vidas probables largas y ajustarse a un número de horas anuales de trabajo que pueda lograrse con seguridad, que aconsejaríamos promediar entre todas las aquí dadas.

Como costo de la máquina debe tomarse su costo a nuevo, actualizado a la fecha de cada presupuesto. El cálculo se expresa siempre en pesos por hora de funcionamiento (\$/h).

*Ejemplo:* Calcular el costo de amortización de una pala cargadora sobre ruedas (cucharón 1 m<sup>3</sup>), cuyo costo a nuevo actualizado sea de \$ 168.000 (sin IVA), vida probable estimada 10.000 horas con una actividad anual de 2.000 horas.

$$\text{amortización} = \frac{\$168.000}{10.000h} = 16,80 \text{ \$/h.}$$

### 22.2.3. INTERESES SOBRE CAPITAL NO AMORTIZADO

"El costo de cada unidad producida lleva una parte proporcional del valor del bien, de tal manera que si una máquina es capaz de entregar en su vida diez millones de unidades, cada una tendrá incorporada a su costo una diezmillonésima parte de aquel valor."

"Si en el primer año de actividad la producción fue de dos millones de unidades, la recuperación obtenida por medio de la amortización habrá sido del 20%. Admitiendo un costo de \$ 1.100.000 y un valor residual de 100.000, al completar esos dos millones, la máquina habrá devuelto doscientos mil pesos (\$ 200.000) de su valor depreciable. Pero solamente doscientos mil. El resto, novecientos mil pesos en el ejemplo, estará pesando como un capital improductivo y realmente es así: si sólo pudiéramos ponerlo en la caja de ahorros bancaria, rendiría un interés; éste queda perdido si no se lo recupera en el precio de venta de cada unidad producida." (Mario E. Chandías, "Amortización e intereses de capital fijo en el costo de operación", *Informaciones*, n° 481).

*Nota:* Se ha mantenido literalmente el texto anterior (del Ing. Chandías), para no desvirtuar las conclusiones a que arribó.

El cálculo de esos intereses hace necesario, entonces, conocer el saldo no amortizado de cada unidad del equipo. El dato puede suministrarlo la contabilidad de la empresa, si está organizada para ello. Éste es un número que varía desde un máximo (el valor nuevo, en el momento de la puesta en servicio) hasta un mínimo (su valor de rezago, en el momento del retiro). Como cada una de las máquinas del plantel tendrá una fecha de ingreso distinta de las otras y, además, cada una de ellas un número diferente de horas de servicio, puede verse que la solución del problema no es sencilla. Hay, no obstante, una solución práctica, lógica y razonablemente aproxi-



mada, que aconsejamos aplicar, también en razón de su sencillez y universalidad. La llamaremos *intereses sobre el saldo medio* y se basa en el siguiente razonamiento:

Sea un bien de \$ 50.000 de costo, amortizable en 5 años, es decir a razón de un 20% anual:

al comienzo del 1 <sup>er</sup> año el saldo es	\$ 50.000	100%
al comienzo del 2° año el saldo es	\$ 40.000	80%
al comienzo del 3° año el saldo es	\$ 30.000	60%
al comienzo del 4° año el saldo es	\$ 20.000	40%
al comienzo del 5° año el saldo es	\$ 10.000	20%
<b>Sumando</b>	<b>\$ 150.000</b>	<b>300%</b>

Como el número de años es 5, el saldo promedio es:

$$\$ 150.000 : 5 = \$ 30.000$$

$$\text{o, en porcentaje} \quad 300 : 5 = \% 60$$

Puede verse que *todos* los bienes amortizables en 5 años tienen un saldo medio del 60%, y *todos* los bienes amortizables en "n" años tienen un saldo medio igual a:

$$\frac{n+1}{2n}$$

En efecto, llamando "I" a la inversión original:

$$\text{al comienzo del 1<sup>er</sup> año el saldo es} \quad I$$

$$\text{al comienzo del 2° año el saldo es} \quad I - \frac{I}{n}$$

$$\text{al comienzo del 3° año el saldo es} \quad I - \frac{2I}{n}$$

$$\text{al comienzo del 4° año el saldo es} \quad I - \frac{3I}{n}$$

$$\text{al comienzo del n° año el saldo es} \quad I - \frac{(n-1)I}{n}$$

$$\text{sumando } \Sigma = n I - \frac{I}{n} [1 + 2 + 3 + \dots + (n-1)].$$

como el número de años es "n" el saldo promedio es igual a esa suma dividida por "n" (téngase en cuenta, además, que el término entre corchetes es la suma de una serie aritmética). De allí, llamando  $S_m$  al saldo medio:

$$S_m = \frac{\Sigma}{n} = I \left[ 1 - \frac{1}{n} \frac{n(n-1)}{2} \right];$$

$$S_m = I \frac{n+1}{2n}$$

Todos los bienes que tengan la misma vida probable tendrán el mismo coeficiente de saldo medio. Si "i" es la tasa de interés, los intereses sobre el capital no amortizado, serán, finalmente

$$\text{Intereses} = i \cdot S_m = i \cdot I \cdot \frac{n+1}{2n}$$

Los valores de ese coeficiente pueden tomarse de la siguiente tabla, en la que puede verse que tiende a 0.50 para un número de períodos muy grande.

TABLA 22.1. VALORES DE COEFICIENTES

Vida probable	$\frac{n+1}{2n}$
1 año	1,00
2 años	0,75
3 años	0,67
4 años	0,63
5 años	0,60
6 años	0,58
7 años	0,57
8 años	0,56
9 años	0,55
10 años	0,55

#### 22.2.4. TASA DE INTERÉS

¿Cuál es la tasa de interés que debe aplicarse? Hemos señalado que como costo de la máquina debe tomarse su valor a nuevo, actualizado. De este modo, en cada presupuesto que calculemos, esta cifra vendrá constantemente indexada; es decir, es como si estuviéramos trabajando con mone-

da estable, en cuyo caso los intereses son bajos. Las tasas de interés (en la situación de nuestra grave y actual coyuntura económica), "bajaron sucesivamente a la mitad en los últimos tres meses. Así, la progresión, que arrancó hacia fines de abril último con rendimientos promedio del 20% anual, hoy se ubica en el 5%" (fuente: Diario *La Nación* 24/07/2003). Pero como la actividad empresarial incluye un margen de riesgo muy superior al de las tasas bancarias, es prudente tomar valores no inferiores al 10%; todo ello sin perjuicio de examinar correctamente en cada caso la tasa a aplicar, porque las circunstancias la pueden hacer cambiar.

*Ejemplo:* Para la máquina del ejemplo anterior (pág. 429), calcular el costo de los intereses sobre capital no amortizado, verificando la tasa.

1º) tasa de seguridad, supuesta equivalente a la de tasas bancarias 5,7%

tasa de riesgo (habida cuenta de la ubicación de la obra,  
grado de sofisticación de la máquina, etc.). 6,5%

**tasa total = 12,2%**

Vida probable 5 años (10 000 h), luego aplicamos el coef. 0.6 (ver valores tabla 22.1).

2º) interés anual

$$= 0,122 \times 0,6 \times \$ 168.000 = \$ 12.298$$

o sea

$$\$ \frac{12.298}{2.000h/a} = 6,15 \$/h$$

### 22.2.5. SEGURO, PATENTES, ALMACENAMIENTO

Todos ellos son gastos conocidos a suministrar por la administración de la empresa o de fácil estimación. Muchos autores los tienen en cuenta *aumentando* la tasa de intereses del apartado anterior, lo que no es aconsejable. El manejo de la tasa debe ser hecho con criterio muy restrictivo, limitándolo a aquellos casos en que no pueda hacerse otra cosa. Siempre que sea posible, un gasto debe determinarse sobre bases ciertas, concretas, y ello es perfectamente logable en estos tres rubros.

*Ejemplo:* Siguiendo con la máquina anterior, sean el seguro anual igual al 2% de su valor (hoy, el seguro oscila entre 1,5% a 2%), los gastos de patentamiento nulos y el alquiler de un galpón \$ 400 por mes. Determinar el costo horario resultante.

Seguro	0.02 x 168.000	= \$ 3.360
Patente		= \$ 0
Almacenamiento	12 x 400	= \$ 4.800
		<b>por año = \$ 8.160</b>

$$\text{o sea } \frac{8.160\$/a}{2.000h/a} = 4,08 \$/h$$

## 22.3. CÁLCULO DE LOS GASTOS DE FUNCIONAMIENTO

### 22.3.1. COMBUSTIBLES Y LUBRICANTES

El consumo de combustibles depende del tipo de motor, su potencia nominal, su potencia efectiva en el servicio (variable con la carga), las condiciones del servicio (ambiente polvoriento, estado del tiempo, altura sobre el nivel del mar, pendientes a vencer, etc.) y del estado de conservación del motor. El consumo teórico, logrado en las condiciones ideales del banco de prueba, no se alcanzan nunca en el trabajo. Para calcular costos, tómense los siguientes datos, dados en litros de combustible por cada HP de potencia y hora de trabajo (Nichols):

TABLA 22.2. HP H

Tipo	Servicio liviano	Servicio mediano	Servicio pesado
Motor diesel	0,10 a 0,11	0,15	0,26
Motor naftero	0,23 a 0,26	0,30	0,38

Es decir, una máquina con motor diesel, de 67 HP, consumirá en servicio mediano (siendo 1,344 \$/l el precio del gas-oil, a julio de 2003):

$$0,15 \text{ l/HP h} \times 67 \text{ HP} \times 1,344 \$/l = 13,51 \$/h.$$

En cuanto al costo de los lubricantes, si no se tiene información precisa, tomar: para equipos *diesel* un 50% del costo total del combustible y para motores *nafteros* el 25%. (Datos orientativos.)

### 22.3.2. MANTENIMIENTO Y REPUESTOS

En realidad, la lubricación que acabamos de ver es un trabajo de mantenimiento, tal vez el más importante. También lo son la pintura, el ajuste

periódico, el recambio de piezas desgastadas, etc., que pueden hacerse en taller central o en obra. Se acostumbra a dividir este ítem en dos:

a) el relativo a las piezas estables de la máquina, sin las cuales su condición mecánica quedaría afectada;

b) el relativo a elementos como neumáticos y cables, que son de rápido desgaste y fácil recambio.

Según sea el grado de exigencias del servicio, será el costo del mantenimiento y repuestos; de cualquier manera es siempre elevado, más en una máquina vieja que en una nueva. La Power Crane and Showel Association recomienda, por ejemplo, los siguientes porcentajes, aplicados uniformemente a lo largo de la vida de cada equipo:

palas cargadoras y retroexcavadoras (excavadoras)	100%;
dragalinas (baldes de arrastre y cucharones de almeja)	80%;
grúas	60%.

Los porcentajes se entienden sobre el costo de la amortización. Puede verse la importancia de este rubro del costo: los gastos de mantenimiento y reparación de una pala cargadora, por ejemplo, a lo largo de su vida útil, alcanzarían para comprar una máquina nueva. Lo prudente es deducir este costo de las planillas de reparaciones de cada máquina, si las hubiera.

### 22.3.3. EL PERSONAL NECESARIO

Se trata del requerido para el manejo del equipo, exclusivamente. Si una excavadora requiere personal en tierra para el refino, se lo calculará por separado: al costo de operación va solamente el o los maquinistas con sus ayudantes directos. Del mismo modo, los peones (boyeros) que arriman los agregados y el cemento a la hormigonera, son un personal ajeno al equipo; en cambio, el personal que maneja el *scraper* para cargar una planta dosificadora, o el que maneja una bomba de hormigón, son gastos de funcionamiento del equipo. Es obvio recordar que los jornales necesarios deben ser incrementados con el porcentaje de leyes sociales, premios, viáticos, etc.

### 22.3.4. EJEMPLO

Calcular el costo de operación de una excavadora hidráulica (cucharón 1,00 m<sup>3</sup>), CAT-CL 312, de 135 HP, con los siguientes datos:

costo nuevo, actualizado (sin IVA)	\$	385.000
tasa de interés	%	11
potencia del motor (diesel)	HP	135
vida probable	años	10
horas anuales de servicio	h	1.200
seguro anual (2% costo máquina)	\$	7.700

No habrá gastos de patentamiento, ni almacén (la máquina se guardará en el depósito general de la empresa). Se prevé un trabajo pesado. Salario del maquinista y su ayudante, con leyes, etc., 4,95 \$/h. Salario tomado a los efectos del cálculo (corresponden al convenio de la construcción); el lector sabrá tomar el que corresponde realmente en su caso particular.

$$\text{amortización} = \frac{\$ 385.000}{12.000 \text{ h}} = 32,10 \text{ $/h}$$

$$\text{intereses} = \frac{0,11 \times 0,55 \times \$ 385.000}{1.200 \text{ h}} = 19,41 \text{ $/h}$$

Vida probable 10 años; luego aplicamos el coef. 0,55 (ver tabla 22.1).

$$\text{seguro} = \frac{\$ 7.700}{1.200 \text{ h}} = 6,42 \text{ $/h}$$

$$\text{combustible (gas-oil)} = 0,26 \text{ /HPh} \times 1,344 \text{ $/l} \times 135 \text{ HP} = 47,17 \text{ $/h}$$

HPh, ver tabla 22.2

$$\text{lubricantes} = 50\% \text{ del anterior} = 23,59 \text{ $/h}$$

$$\text{mantenimiento y repuestos} = 100\% \text{ de la amortización} = 32,10 \text{ $/h}$$

$$\text{maquinista y ayudante} = 4,95 \text{ $/h}$$

$$\text{COSTO DE OPERACIÓN} = 165,74 \text{ $/h}$$

**Problema:** En el ejemplo anterior, establezca el porcentaje de incidencia de cada rubro sobre el total y determine el efecto que tendría.

- Un aumento del 50% en el costo del combustible;
- un aumento del 30% en el costo de la mano de obra.

## 22.4. CÁLCULO DEL RENDIMIENTO Y EL PRECIO UNITARIO

### 22.4.1. PRECIO EN UNIDADES DE TRABAJO

Tal como lo hemos calculado, el costo de operación es un costo horario. Pero los presupuestos exigen que el precio sea expresado en unidades de trabajo ( $m^3$ ,  $m'$ , kg, etc.) tal como las suministra el cómputo métrico. La solución es inmediata si se conoce el número de unidades que el equipo es capaz de producir en una hora –lo que se llama *rendimiento*–, puesto que:

$$\text{costo por unidad} = \frac{\text{costo de operación}}{\text{rendimiento}}$$

Así, si la excavadora del ejemplo anterior tuviera un rendimiento de  $25 m^3/h$ , el costo unitario de la excavación sería:

$$\frac{165.74 \$/h}{25 m^3/h} = 6.63 \$/m^3$$

El conocimiento ajustado del rendimiento horario es esencial para un adecuado cálculo del costo. Si, por razones cualesquiera, el rendimiento alcanzado en el caso del ejemplo fuera solamente el 50% del previsto, el costo sería el doble. Este rendimiento depende de una multitud de factores, solamente algunos de los cuales dependen de la máquina misma (como capacidad, velocidad y potencia), otros dependen del hombre que la maneja (experiencia, inteligencia, buena voluntad), algunos del material que se manipula (naturaleza del terreno, por ejemplo), otros del estado del tiempo, etc.

La lluvia impide la excavación a cielo abierto, pero el buen tiempo siguiente suele no aprovecharse porque los camiones no pueden llegar hasta los anegados lugares de descarga. Un equipo, o sistemas de equipo que deban funcionar en cadena, no puede tener un rendimiento mayor que el de su eslabón de menor rendimiento, que será el que fija el ritmo: una planta extractora, lavadora y clasificadora de áridos de  $100 m^3/h$ , para alimentar una planta hormigonera de  $80 m^3/h$  y distribuirlo con bombas que alcancen a  $120 m^3/h$ , no podrá superar el límite de 80 que fijan las hormigoneras. No siempre es posible trabajar con la máquina ideal para cada tipo de trabajo; muchas veces hay que conformarse con la máquina disponible, aunque no cumpla las condiciones ideales; además, a veces, hay errores en la programación del trabajo o vicios en la conducción del mismo. Causas todas que concurren a disminuir el rendimiento del equipo hasta límites muy alejados de su condición ideal.

Precisamente estas condiciones ideales vienen dadas en las tablas de rendimiento que los fabricantes dan para sus máquinas. Están referidas al aprovechamiento total del tiempo y la capacidad y en el supuesto de que no hay factores externos que deformen los resultados. De hecho, una máquina no puede alcanzar su rendimiento teórico ideal, de donde se deduce que aquellas tablas deben ser consideradas como datos optimistas, un límite de máxima, que en obra no puede lograrse. Nunca deben tomarse referencias de tablas que no vengan acompañadas del detalle de las condiciones en que fueron relevadas. Generalmente esas condiciones son: máquina funcionando en régimen, eficacia horaria de 60 minutos, ángulo de giro de  $90^\circ$ , cotas de corte y descarga óptimas, capacidad colmada. Para su aplicación en la práctica deben ser corregidas en función de las condiciones reales del servicio.

Más seguro es calcular en cada caso el rendimiento probable, para lo cual se sigue el siguiente camino:

1) Establecer el número de operaciones completas, o *ciclos*, que la máquina es capaz de hacer en una hora:

*Por ejemplo:* una hormigonera de  $1.5 m^3$  de capacidad necesita un mínimo de un minuto y medio para batir, a los que habrá que agregar treinta segundos más para la carga y descarga, en total dos minutos; es decir, que el máximo de operaciones posibles será de 30 ciclos por hora, a pleno régimen; una pala cargadora de hasta  $1.5 m^3$  de capacidad en la cuchara requiere, para completar un ciclo (hinca, corte, elevación, giro, descarga y retorno), alrededor de 20 segundos, o sea tres ciclos por minuto, es decir 180 ciclos por hora, a pleno régimen.

2) Con el número de ciclos por hora y la producción de un ciclo, establecer el rendimiento horario, a plena marcha:

Para la hormigonera	$1.5 m^3/cic. \times 30 cic./h$	$= 45 m^3/h$
para la excavadora (supuesta una cuchara de $0.5 m^3$ )	$0.5 m^3/cic. \times 180 cic/h$	$= 90 m^3/h$

3) Corregir el rendimiento anterior –máximo posible– para tener en cuenta:

a) que el trabajo no podrá ser continuo (por ejemplo, una pala cargadora puede permanecer detenida en horas útiles por fallas mecánicas, distracciones del maquinista, falta de camiones para cargar, lluvia, cambios de lugar en la posición de trabajo, retiros al taller, aparición de hechos imprevistos en el suelo, accidentes, etc.). Para cubrir estas pérdidas de tiempo resulta satisfactorio considerar que sólo son útiles 50 minutos de la hora, o sea el 83%; a este factor se lo llama coeficiente de tiempo;

b) que el funcionamiento de la máquina no se hará en condiciones ideales (por ejemplo, la misma excavadora hará muchas operaciones con el balde semilleno, su ángulo de giro muchas veces será mayor de 90°, sus alturas de corte y descarga no coincidirán con las de mayor rendimiento, etc.); además, como dijimos, muchas veces se estará trabajando no con la máquina *adecuada*, sino con la *disponible*, aparte de las condiciones topográficas del terreno, la naturaleza del suelo, etc. Al factor correctivo se lo llama *coeficiente de adaptación*, varía desde 0,95 hasta 0,75 (desde una muy buena adaptación hasta una mala: condición media 0,85).

c) que la propia organización de la obra puede conspirar contra el rendimiento de sus máquinas principales (por ejemplo, mal aprovisionamiento de combustible, defectuoso mantenimiento, mala selección del personal, insuficiencia del equipo auxiliar, etc.). La corrección, *coeficiente de gestión*, varía como el anterior de 0,95 a 0,75.

La corrección total resulta de multiplicar estos tres coeficientes. Para el caso de condiciones medias de adaptación y gestión, y coeficiente de tiempo, resultará un valor final de  $0,83 \times 0,85 \times 0,85 = 0,60$ .

Los rendimientos de la hormigonera y la pala de los puntos 1 y 2, suponiendo buenas condiciones de adaptación y gestión para la primera y malas para la segunda, serían:

hormigonera  $(0,83 \times 0,95 \times 0,95) \times 45 \text{ m}^3/\text{h} = 0,75 \times 45 \text{ m}^3/\text{h} = 33,75 \text{ m}^3/\text{h}$   
 pala mecánica  $(0,83 \times 0,75 \times 0,75) \times 90 \text{ m}^3/\text{h} = 0,47 \times 90 \text{ m}^3/\text{h} = 42,30 \text{ m}^3/\text{h}$

## 22.5. OTROS GASTOS MOTIVADOS POR EL EQUIPO

### 22.5.1. FLETES, COSTO DE MONTAJE, PRUEBA EN LA OBRA

Hasta ahora hemos dejado fuera de consideración gastos como fletes —desde el depósito central, o donde quiera que la máquina se encuentre, hasta la obra y retorno— y costo del montaje y prueba en la obra. Son gastos propios de la obra y en determinadas ocasiones suelen alcanzar cifras considerables. Pero ninguno de ellos encaja en el concepto de gastos fijos (amortización, intereses y otros gastos anuales) ni en el de gastos de funcionamiento (motivados por el hecho mismo de la producción).

Lo más razonable es prorratearlos sobre la cantidad de obra a hacer. Veámoslo con un ejemplo.

*Ejemplo:* Una planta dosificadora y elaboradora de hormigón será llevada desde Córdoba a Río Turbio, para una obra que requiere  $15.000 \text{ m}^3$  de hormigón.

Trasladar al costo del metro cúbico de hormigón elaborado los gastos de transporte (\$ 6.500), los de montaje y puesta en marcha (5 hombres durante ocho días, incluido desmontaje) y las bases de hormigón necesarias (\$ 1.500).

*Nota:* Costos que, como el lector comprenderá, son meramente informativos, a los efectos del cálculo; los reales surgirán de cada caso puntual.

flete de ida	\$ 6.500
flete de vuelta (se cargará a la próxima obra)	\$ 0
montaje, prueba y desarme (a destajo)	
2 of. x 8 d x 50 \$/d	\$ 800
3, ay. x 8 d x 25 \$/d	\$ 600
bases	\$ 1.500
	<b>\$ 9.400</b>

$$\text{costo por m}^3 = \frac{9.400 \$}{15.000 \text{ m}^3} = \mathbf{0,63 \$/\text{m}^3}.$$

Puede verse que estos gastos resultan independientes del plazo. Los de operación no, puesto que es el plazo el que determina en última instancia el tamaño y tipo de la maquinaria.

## 22.6. UN CASO DE APLICACIÓN

### 22.6.1. CÁLCULO DEL COSTO DEL HORMIGÓN POR $\text{m}^3$

Calcular el costo de un metro cúbico de hormigón vaciado en moldes, a partir de los siguientes datos:

volumen a colar	10.000 $\text{m}^3$
plazo (días efectivos)	150
contenido de cemento	350 $\text{kg}/\text{m}^3$

En la zona no hay provisión comercial de áridos, pero se ha investigado un yacimiento de ripio a 4,5 km de distancia, capaz de suministrar arena y canto rodado (en rigor, piedra partida), por partes iguales, previo lavado. La profundidad del manto explotable es de 1,9 m y tiene una tapada de 0,5 m (o sea el manto que la cubre). En la zona de la obra hay agua y energía eléctrica; no así en la cantera, donde la napa freática útil es poco profunda (5 m).



Otros datos, como precio de maquinaria y cemento, fletes, etc., se encontrarán durante el desarrollo del ejemplo. Todos los precios son a nuevo, actualizados.

#### a) Producción horaria

Suponiendo una pérdida del 20% de los días disponibles –por razones diversas: lluvias, inundación de cantera, incidentes mecánicos, etc.–, el tiempo aprovechable es de  $(0.8 \times 150) = 120$  días, de donde la producción horaria mínima de hormigón puesto *in situ* es de

$$\frac{10.000 \text{ m}^3}{120 \text{ d.} \cdot 8 \text{ h./d.}} = 10.41 \text{ m}^3/\text{h}$$

para la que debe preverse un equipo suficiente de hombres operando durante el vaciado y un plantel de maquinarias funcionando en cadena, capaz del suministro de agregados para cubrir esa cantidad.

#### b) El equipo para hormigonar

Constará de un sistema de dosificación y elaboración y otro de distribución; complementariamente, uno de acopio. Los modelos menores que se encuentran en plaza, cubren holgadamente esa necesidad, lo cual es deseable, porque en algún momento puede ser necesario un pico de producción bastante más elevado.

1	Bomba hidráulica para impulsión de hormigón, con compresor incorporado (para la limpieza de la cañería), motor eléctrico de 40 HP, capacidad hasta 20 m <sup>3</sup> /h	\$ 88.000
1	Sistema de cañería para distribución. Ø 150 mm, longitud total 170 m, con todos sus accesorios	\$ 26.000
1	Planta dosificadora y mezcladora, tipo compacto (estrella para acopio de áridos, pala de arrastre mecanizada, balanza sinfín para el cemento, hormigonera de 1.000 litros), potencia total 24 HP, capacidad 25 a 30 m <sup>3</sup> /h	\$ 79.800
2	Silos para cemento (50 t c/u)	\$ 19.000
6	Vibradores de inmersión	\$ 14.000

*Nota:* Estos precios son a los efectos del cálculo, estimativos dentro del valor comercial de mercado.

#### c) Costo de operación del equipo anterior

Los distintos conceptos del costo de operación se dan en la tabla siguiente, calculados para un servicio anual de 1.600 horas y con las fórmulas y criterios vistos en el texto. Jornales horarios incluidas cargas sociales (aproximadamente 72%), etc.: maquinista 8 \$/h, ayudante 4,5 \$/h. Costo del kwh \$ 0,135. Tasa de interés: 12,5%.

		Bomba	Cañería	Planta	Vibrad.	Silos
Duración	h	6.400	6.400	6.400	3.200	16.000
Depreciación	%	25	25	25	50	1
Amortización	\$	13,75	4,06	12,47	4,37	0,87
Intereses	\$	4,24	1,28	3,93	0,82	0,82
Seguro	\$	1,10	0,16	1,00	0,13	0,12
Mantenimiento	\$	13,75	2,40	12,47	4,27	0,54
Fuerza motriz	\$	4,97	-	2,98	1,11	-
Lubricantes	\$	0,50	-	0,30	0,11	-
Maquinista	\$	8,00	-	8,00	-	-
Ayudante	\$	-	9,00	-	27,00	-
<b>Totales</b>	<b>\$</b>	<b>46,31</b>	<b>16,90</b>	<b>41,15</b>	<b>37,81</b>	<b>2,35</b>

El costo de operación del sistema de hormigonado es la suma de todos los anteriores, o sea, 144,52 \$/h, que deben ser expresados en costo por metro cúbico, como lo pide el problema, es decir:

$$\frac{144,52 \text{ $/h}}{10,41 \text{ m}^3/\text{h}} = 13,88 \text{ $/m}^3$$

#### d) Otros gastos, no de operación, del equipo para hormigonar

Flete de ida, incluido seguro de transporte	\$ 7.500
Flete de vuelta (se decide cargarlo a esta obra)	\$ 7.500
Montajes, pruebas y desarme de la bomba de hormigón, y primera instalación de la cañería (3 hombres x 4 días)	\$ 768
Estrella de áridos y dosificadora (3 hombres x 5 días)	\$ 960
Silos (4 hombres x 6 días)	\$ 1.536
Bases de hormigón	\$ 950
<b>Total</b>	<b>\$ 19.214</b>

que expresado como costo por metro cúbico, resulta:

$$\frac{19.214 \text{ $}}{10.000 \text{ m}^3} = 1,92 \text{ $/m}^3$$

**e) Volumen de suelos a mover**

Áridos necesarios (1,3 m<sup>3</sup> por m<sup>3</sup> de hormigón):  
 $1,3 \text{ m}^3/\text{m}^3 \times 10.000 \text{ m}^3 = 13.000 \text{ m}^3$

Se estima que la dosificación a usar constará de un 40% de arena y un 60% de canto rodado, es decir:

arena  $0,4 \times 13.000 \text{ m}^3 = 5.200 \text{ m}^3$   
 canto rodado  $0,6 \times 13.000 \text{ m}^3 = 7.800 \text{ m}^3$ ,

pero como el yacimiento los contiene por partes iguales, será necesario extraer:

$7.800 \text{ m}^3$  de canto rodado +  $7.800 \text{ m}^3$  de arena =  $15.600 \text{ m}^3$ ,

de los que sobrarán  $2.600 \text{ m}^3$  de arena;

pérdida por rechazo de zarandeo, lavado y otras pérdidas (10%) =  $1.560 \text{ m}^3$

Volumen total de ripio a extraer (materiales sueltos):  
 $15.600 \text{ m}^3 + 1.560 \text{ m}^3$  (por pérdida) =  $17.160 \text{ m}^3$

Volumen de excavación para extraer los  $17.160 \text{ m}^3$  (considerando un esponjamiento 20%):  
 $17.160 : 1,2 = 14.300 \text{ m}^3$  \*

**CÁLCULO DEL MANTO A RETIRAR** (por capas de 0,50 m)

Superficie de cantera a destapar:  
 $14.300 \text{ m}^3 : 1,9 \text{ m} = 7.527 \text{ m}^2$

Volumen del destape, medido en banco:  
 $7.527 \text{ m}^2 \times 0,50 \text{ m} = 3.763 \text{ m}^3$

Volumen del destape, suelto (esponjado)  
 $3.763 \text{ m}^3 \times 1,2 = 4.516 \text{ m}^3$

\* es el volumen firme que esponjado 20% =  $17.160 \text{ m}^3$  (volumen que necesitamos),

**Resumen (materiales sueltos):**

excavación para destape (tapada manto)	4.516 m <sup>3</sup>
excavación en cantera	17.160 m <sup>3</sup>
<b>excavación total</b>	<b>21.676 m<sup>3</sup></b>
áridos a lavar y clasificar	17.160 m <sup>3</sup>
transporte de áridos	13.000 m <sup>3</sup>
relación entre volumen útil de áridos ( $13.000 \text{ m}^3$ ) y volumen total excavado ( $21.676 \text{ m}^3$ ) = 0.60 (60%)	

**f) El equipo para extraer, lavar, clasificar áridos y transportarlos**

El rendimiento efectivo de la excavación debe ser igual a:

$$120 \text{ d} \times 8 \text{ h} = 960 \text{ h}$$

$$21.676 \text{ m}^3 : 960 \text{ h} = 22,60 \text{ m}^3/\text{h};$$

si admitimos un rendimiento total (tiempo, adaptación y gestión) del 70%, la capacidad teórica de la máquina debe ser:

$$22,6 \text{ m}^3/\text{h} : 0,7 = 32,3 \text{ m}^3/\text{h}$$

que puede lograrse con un balde de 200 litros, sea con pala cargadora, retroexcavadora o dragalina. Se elige una retroexcavadora con cargadora frontal (retro-pala), de las que son necesarias 2, una para cargar los camiones y servir como eventual reemplazo. Potencia 60 HP; costo de ambas

\$ 390.000 (sin IVA);

como hemos visto por la relación del punto anterior, solamente el 60% de la producción de la excavadora está formado por material útil para el hormigón, es decir:

$$22,60 \times 60\% = 13,56 \text{ m}^3/\text{h},$$

con camiones volcadores de 6 m<sup>3</sup> de capacidad, son necesarios:

$$13,56 \text{ m}^3/\text{h} : 6 \text{ m}^3/\text{cam.} = 2 \text{ cam.}/\text{h};$$

el viaje de ida y vuelta (9 km en total), más los tiempos de carga y descarga, se puede cumplir cómodamente en 20 minutos, de donde resulta que dos camiones en servicio darán un ritmo de un camión en el puesto de carga cada veinte minutos.

2 camiones volcadores, 140 HP c/u, ambos	\$ 215.000
1 planta de zarandeo, con ducha y tornillo de lavado (30 HP totales), capacidad 30 a 35 m <sup>3</sup> /h	\$ 125.000

### g) Costo de operación del equipo de áridos

		Retroexcavadoras	Camiones	Planta
Duración	h	9 600	6.400	8.000
Depreciación	%	16,7	25	20
Amortización	\$	31,25	33,59	15,62
Intereses	\$	13,59	6,05	5,86
Seguro, patente	\$	3,75	20,05	1,17
Mantenimiento	\$	31,25	33,59	12,26
Combustibles	\$	5,22	12,18	1,30
Lubricantes	\$	2,61	6,09	0,65
Maquinista	\$	16,00	16,00	16,00
Ayudante	\$	-	-	4,50
<b>Totales</b>	<b>\$</b>	<b>103,67</b>	<b>127,55</b>	<b>57,36</b>

Todos los conceptos del costo de operación se dan en la tabla anterior, calculados para 1.600 horas anuales y con las fórmulas y criterios vistos en el texto. Costo del diesel (gas-oil): 1,344 \$/l.

El costo de operación del equipo de áridos, desde la extracción hasta su acarreo a pie de obra, es la suma de los totales de la tabla, o sea 288,58 \$/h.

### h) Otros gastos, no de operación; del equipo de áridos

Flete de ida, incluido seguro de transporte	\$ 10.000
Flete de vuelta	\$ 10.000
Montajes, pruebas y desarme planta de lavado y clasificación (3 hombres x 5 días)	\$ 960
Bases de hormigón	\$ 1.200
Captación de agua, tanque australiano, etc.	\$ 2.100
Revisación camiones y retos	\$ 800
<b>Total</b>	<b>\$ 25.060</b>

### i) Costo unitario del metro cúbico de agregados

Tanto el costo de operación dado en g, como el de otros gastos dado en h, deben ser expresados como costo por metro cúbico. Recuerdese para ello que la producción horaria aprovechable es de 13,56 m<sup>3</sup>/h, según f

—el 60% de la real— y que el volumen total de áridos a consumir es de 13.000 m<sup>3</sup>, entonces:

$$\text{costo de operación (c)} = \frac{288,58 \text{ $/h}}{13,56 \text{ m}^3/\text{h}} = 21,28 \text{ $/m}^3$$

$$\text{otros gastos (h)} = \frac{\$ 25.060}{13.000 \text{ m}^3} = 1,93 \text{ $/m}^3$$

$$\text{Total} = 23,21 \text{ $/m}^3$$

tanto para la arena, como para el canto rodado.

### j) Costo de un metro cúbico de hormigón colado

Cemento incluido flete y seguro de la mercadería en tránsito, desperdicio 2%

kg	357	0,35	\$/kg	\$ 124,95
----	-----	------	-------	-----------

Arena, 40% de 1,3 m<sup>3</sup>; precio según i; los desperdicios han sido considerados en e.

m <sup>3</sup>	0,52	23,21	\$/m <sup>3</sup>	\$ 12,07
----------------	------	-------	-------------------	----------

Canto rodado, 60% de 1,30 m<sup>3</sup>; precio según i; los desperdicios han sido considerados en e.

m <sup>3</sup>	0,78	23,21	\$/m <sup>3</sup>	\$ 18,10
----------------	------	-------	-------------------	----------

Costo de operación del equipo de hormigón, según c.

\$	-	-	-	\$ 13,88
----	---	---	---	----------

Costo no de operación del equipo de hormigón, según d.

\$	-	-	-	\$ 1,92
----	---	---	---	---------

Mano de obra (la que no está afectada al manejo del equipo y comprende oficiales y ayudantes, para extender el hormigón desde la boca de salida, llenar los encofrados, alisar superficies y reubicar cañerías); oficial equivalente (a destajo)

h	3	8,00	\$	\$ 24,00
---	---	------	----	----------

Costo por metro cúbico.

\$ 194,92

### 22.6.2. PROBLEMAS

1) En el supuesto de que el sobrante de arena del ejemplo anterior pudiera venderse a un tercero: justifique el precio de venta.

2) Siguiendo con el ejemplo anterior, verifique que realmente el precio calculado para los áridos cubra los gastos de extracción, lavado, clasificación y transporte a pie de hormigonera.

3) Siempre con el mismo ejemplo, calcular la composición porcentual del costo si sus elementos se agrupasen de la siguiente manera:

cemento  
gastos fijos  
gastos de funcionamiento  
gastos de operación  
mano de obra

*Nota:* Como bibliografía ampliatoria de consulta, sugerimos el *Auxiliar del constructor de obras edilicias*, Capítulo II. Máquinas pesadas y equipos varios, del Ing. Carlos E. Vázquez Cabanillas. Facultad de Ing. y Arquitectura de la Universidad Nacional de San Juan.

## BIBLIOGRAFIA

- ARCIPRETE, PAOLO: *Le analisi dei prezzi*. Laterza, Bari.
- BERRA, CÉSAR A.: *Proyectos, presupuestos y dirección de edificios*. El Ateneo, Buenos Aires, 1947.
- CHANDÍAS, M. E.: *Introducción a la construcción de edificios*. Librería y Editorial Alsina, Buenos Aires, 1982.
- CHANDÍAS, M. E.: *Tasación de inmuebles urbanos*. Librería y Editorial Alsina, Buenos Aires, 1954.
- DURRIEU, MAURICIO: *Técnica de la Ingeniería y de la Arquitectura e Ingeniería y Arquitectura Legal*. Buenos Aires.
- DURRIEU, MAURICIO: "Tratado de los presupuestos de Ingeniería y Arquitectura". *Ciencia y Técnica*, Buenos Aires, 1935/40.
- ERNITZ, ANATOLIO: *Manuales técnicos*. Librería y Editorial Alsina, Buenos Aires.
- FONT MAYMÓ, J.: *Rendimiento y valoraciones de obras*. Dossat, Madrid, 1947.
- GOLDENHORN, SIMÓN: *Calculista de estructuras*. Edición del autor, Buenos Aires, 1956.
- GOTTSCHALCK, OTTO: "Hormigón armado". *Ciencia y Técnica*, Buenos Aires, 1943/44.
- HÜTTE: *Manual del ingeniero*, Buenos Aires.
- LUZ, DAVID: *La práctica del hormigón armado*. Labor, 1942.
- MAZZOCCHI, L.: *Memorial técnico*. Dossat, Madrid.
- NIKLISSON, CARLOS A.: *Teoría de los precios de la construcción*, Castellví, Santa Fe.
- RITTER, HUGO: *El precio del coste de la construcción*. Labor, 1942.
- SCHLEICHER: *Manual del ingeniero constructor*, Labor, 1948.
- UNITED STATES STEEL PRODUCTS COMPANY: *Manual de acero para construcciones*. New York, 1921.
- VÁZQUEZ CABANILLAS, CARLOS E.: "Auxiliar del Conductor de Obras Edilicias". Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de San Juan, 1982.
- VÁZQUEZ CABANILLAS, CARLOS E.: "Control de Calidad y Resultados". Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de San Juan, 1983.
- VÁZQUEZ CABANILLAS, CARLOS E.: "El Supervisor de Obras Públicas". Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de San Juan, 1985.
- WACKER, ALFONSO JUAN: *Cálculo, costos y financiación de obras en general*, Editorial Mersur, Distribuidor El Ateneo, 1951.

### Revistas

- Ciencia y Técnica*. Revista del Centro de Estudiantes de Ingeniería. Universidad de Buenos Aires.
- Construcciones*. Revista de la Cámara Argentina de la Construcción. Buenos Aires.
- El arquitecto constructor*. Revista del Centro de Constructores de Obras. Buenos Aires.
- Enciclopedia del ingeniero y del arquitecto*. Compilado por la Academia Hütte, Berlín, 2ª edición, 4 volúmenes, 1950.

*La Ingeniería*. Revista del Centro Argentino de Ingenieros. Buenos Aires.

CIRCOT, Informativos del Centro de Investigación para la Racionalización de la Construcción Tradicional. "Estándares de insumo de mano de obra". Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de San Juan. 1983/1985.

DNA (Dirección Nacional de Arquitectura). "Normas para la Medición de Estructuras". M.O.P., Buenos Aires. 1938.

DNA (Dirección Nacional de Arquitectura). "Pliego Tipo de Especificaciones Técnicas". M.O.P., Buenos Aires. 1946.

DNA (Dirección Nacional de Arquitectura). "Tablas para Análisis de Costos de Obras Generales". Edición mimeográfica del M.O.P., Buenos Aires.

IRAM, Normas. Instituto Racionalizador Argentino de Materiales. Buenos Aires.