

CUARTA PARTE

SINTESIS DEL TOMO I Y APÉNDICES

CAPÍTULO XIII — Síntesis del Tomo I.

APÉNDICE N.º 1 — Pliego de condiciones generales para la recepción de los cementos portland artificiales en los servicios de Obras Públicas.

APÉNDICE N.º 2 — Condiciones facultativas generales aplicables a todas las obras de hormigón armado.

APÉNDICE N.º 3 — Memoria de los nuevos modelos de pequeñas obras de fábrica para carreteras.

APÉNDICE N.º 4 — Condiciones facultativas especiales para las pequeñas obras de fábrica.

APÉNDICE N.º 5 — Condiciones facultativas especiales para los tramos rectos de hormigón armado.

APÉNDICE N.º 6 — Condiciones facultativas especiales para los puentes en arco de hormigón armado.

CAPÍTULO XIII

Síntesis del Tomo I

Clases de materiales.—Precio de las unidades de obra.—Tipos de muros.—
Tipos de pequeñas obras.—Conclusión.

Ante la variedad de clases de materiales, de disposiciones de muros, de tipos de toda clase de pequeñas obras, que hemos ido analizando en este Tomo, parecen a primera vista muy indeterminadas las soluciones que en cada caso convenga adoptar.

Y sin embargo, aunque todos los problemas constructivos de esta índole, tengan muchas y variadas soluciones, un gran número de ellas deben desecharse desde luego después de un ligero exámen, algunas merecen compararse técnica y económicamente y si se apura el problema, es fácil llegar a la solución *óptima* para cada obra.

Para facilitar esta tarea eliminatoria, conviene resumir sintéticamente las cualidades de las diferentes clases de materiales, y de los tipos de muros y pequeñas obras que se estudiaron en los anteriores Capítulos.

Clases de materiales.—Para muros y pequeñas obras, la mampostería es el material más económico, cuando las canteras están próximas y sobre todo cuando las trincheras de la explanación contengan rocas aprovechables.

Los muros de sostenimiento o contención, los de pie o de revestimiento, no necesitan careo de sus paramentos, ni impos-

tas de sillería, a menos que estén en calles de poblaciones que exijan algún sacrificio decorativo.

Si la piedra estuviera en bancos, o se prestara a paramentos aberrugados, estos mejõrarán su aspecto, sin aumento sensible de coste.

En las pequeñas obras, también debe darse la preferencia a la mampostería, incluso para las bóvedas, pues aun para luces de 8 y 9 metros, pueden éstas construirse con mampuestos, desbastando ligeramente los planos de juntas, si la cantera no los diese ya en bancadas.

Si no hubiese buena piedra para mampostería a proximidad de la obra, pero existiesen gravas, deben emplearse hormigones moldeados en masa, reduciéndose el gasto, sin perjuicio de la resistencia, incorporando a las fábricas grandes cantos o mampuestos, en los macizos de muros, cimientos, estribos y pilas, puesto que hemos dicho que estos hormigones ciclópeos, son más densos, menos permeables y hasta más resistentes que los compuestos solo con gravas o piedras machacadas.

Si la mampostería no se prestara a un desbasts económico para ser empleada en bóvedas, se construirán también éstas con hormigón.

La sillería y hasta el sillarejo, deben proscribirse también de las pequeñas obras, salvo en algunas impostas y albardillas; en todo caso, su labra deberá ser muy somera.

El ladrillo solo debe emplearse, cuando no haya piedra, aumentando los espesores en proporción a la menor densidad y resistencia de este material.

Respecto a morteros, deben ser preferidos los de cemento con dosificaciones variables según el trabajo y la impermeabilidad de las diferentes partes de la obra.

El hormigón armado exige excelentes arenas y gravillas.— Si no las hubiere, habrá que fabricarlas, para obtener una buena composición granulométrica, ya que hemos demostrado la decisiva influencia de la calidad de las arenas en la resistencia de morteros y hormigones.

Precios de las unidades de obra.— Los gastos de mano de obra y adquisición de materiales para todas las clases de fábrica, han

aumentado en proporción de 200 a 300 % desde el año 1914 y no solo por la elevación de los salarios y la reducción de horas de trabajo, sino por el menor rendimiento del trabajo, que es sobre todo sensible en los obreros especializados.

Por este motivo, conviene al Ingeniero proyectar con vistas a la ejecución de las obras con peones sin oficio, más ductiles y manejables, y con medios auxiliares mecánicos, si no quiere exponerse a encarecer el gasto de la obra y a prolongar su plazo de ejecución.

Pero aún así, los precios de las distintas unidades de obra, varían esencialmente, según las *regiones*, los *salarios* de la localidad, regulados por la oferta y la demanda, las *distancias* y *dificultades de transporte* de los materiales, y por último los *volúmenes de obra* a ejecutar y las dosificaciones de los morteros.

Para formarse idea de las diferencias de estos precios, indicamos a continuación los límites entre los que pueden variar hoy día:

	<u>Pesetas</u>
m³ de excavación para cimientos: (según la dureza, la profundidad e importancia de filtraciones)	
En arenas o tierras en seco	1 a 3
» » con agotamientos.....	1 a 40
En roca en seco.....	3 a 6
» con agotamientos.....	6 a 50
m³ de fábrica para cimientos con mortero hidráulico	
Mampostería ordinaria hidráulica.....	20 a 40
Hormigón ordinario.....	40 a 70
Hormigón ciclópeo.....	30 a 60
m³ de fábrica para alzados, con mortero hidráulico	
Mampostería ordinaria.....	25 a 50
» careada.....	30 a 60
» concerpada.....	40 a 70
Ladrillo ordinario.....	50 a 90
Sillarejo.....	60 a 100
Sillería.....	100 a 200
Hormigones moldeados.....	60 a 100
Hormigón armado (incluso moldes)	
m ³ de hormigón fino para tramos rectos.....	80 a 120
» » » » arcos.....	90 a 140
Kgmo. de acero para armaduras.....	1 a 1,50
PILOTES	
Metro lineal de pilote de H. A. hincado.....	30 a 80
Gastos de Cimbras y andamiages (hasta pontones)	
Por m ³ de desarrollo de intradós.....	3 a 15

Uno de los factores que más influyen en el coste de las obras de fábrica, sobre todo en cimientos y obras de hormigón armado, es la cantidad de obra que haya que ejecutar, pues los medios auxiliares, cimbras y andamios, así como el aprendizaje de todas las operaciones, son gastos generales, que deben amortizarse en el volumen total que se ejecute y que se reduce por unidad, a medida que el número de estas crece.

Es, pues, un factor, que debe tenerse muy en cuenta, al fijar los precios unitarios que han de estudiarse con los datos tomados en cada localidad (1).

Tipos de muros.—En cada perfil deben compararse los muros de sostenimiento, con las diferentes soluciones posibles de muros de pie, que consigan igual objeto.—Se ahorrarán así volúmenes considerables de fábrica.

Los taludes interiores deben ser verticales y mejor aún en desplome; a los paramentos exteriores conviene darles el mayor talud, compatible con un económico cimiento.

No suelen convenir los muros con contrafuertes, ni los de hormigón armado, sino en casos especiales, en poblaciones o en muelles, y deben entonces compararse económicamente los diferentes tipos aplicables a cada caso, que se diferencian sensiblemente en su coste, según las circunstancias locales y los cimientos posibles.

Tipos de pequeñas obras.—Los caños aislados o en grupos, sobre todo con pendientes, dan casi siempre desagüe bastante para la mayor parte de los talwegs, debiéndose por lo tanto reservar el empleo de tajeas, alcantarillas y pontones, para los casos inevitables.

Todas estas obras deben proyectarse *a la medida del terreno*, comparando las soluciones más racionales.

(1) La Dirección general de Obras Públicas, ha publicado en 1920 un documentado e interesante trabajo que el Ingeniero Jefe don José Cabestany redactó por encargo de la Dirección y que contiene numerosos datos para el cálculo de los precios elementales de todas las unidades.—Aunque aquel trabajo se hizo para aplicar sus resultados a la revisión de precios de Caminos Vecinales, pueden los elementos de sus precios utilizarse para los proyectos de obras de fábrica.

No se construirán tampoco *obras altas*, sino cuando se adquiriera la certeza de que resultarán más económicas que las *obras bajas*, aisladas o en grupos.

Las losas y tramos rectos de hormigón armado, deben emplearse:

(a) En terrenos blandos que no convenga someter a grandes presiones ni a empujes oblicuos.

(b) En rasantes bajas, con las que los tímpanos de arcos menguan la sección de desagüe.

(c) En ríos que permitan cimientos fáciles y económicos y puedan multiplicarse los apoyos, substituyéndose entonces los puentes por grupos de tramos.

(d) Cuando se repita en gran número el tipo de una obra, pues entonces el coste de los moldes se amortiza y la construcción sucesiva de varios tramos análogos reduce la mano de obra.

(e) Los pequeños tramos rectos son mas económicos que las bóvedas.

Conclusión.—Suelen los Ingenieros desdeñar estos problemas, pues el cultivo intensivo de las matemáticas, no siempre produce sabios, sino que a veces engendra pedantes.

Crean algunos técnicos, empachados por la ciencia, no siempre bien digerida, que sus privilegiados cerebros solo deben ocuparse de elevadas especulaciones y que la elección y estudio de materiales y de modelos para muros vulgares e insignificantes alcantarillas, corresponden a subalternos de menor categoría cultural.

Olvidan con ello, que el importe total de estas obras, excede casi siempre al de los puentes cuyo estudio se reservan; de poco les servirá afinar el peso del hierro o el volumen de la sillería de una construcción importante, si en proyectos de muchos muros y de numerosas obras pequeñas no preside una inteligente selección.

Y sin embargo, el trabajo que los Ingenieros dediquen al estudio minucioso y completo de cada uno de estos problemas, les permitirá obtener economías considerables, en todo caso infinitamente superiores al valor del tiempo que a ello dediquen.

Si no lo hicieran por espontánea conciencia profesional, deberá estimularles al ahorro que produzcan a la Administración que les paga. Esta concluye siempre por apreciar el buen rendimiento de sus técnicos, y posterga en cambio con justicia, a los que limitan su esfuerzo al estricto y mínimo cumplimiento de sus obligaciones.

Como he dicho en el Prólogo de este libro, *el Ingeniero es un Gerente* de los intereses que se le confían y debe perseguir más que su lucimiento, la racional economía de las obras.

Y así como los Bancos, suelen obtener mayores y más seguras ganancias con las infinitas menudencias de giros y descuentos, que con grandes operaciones financieras, así los Ingenieros consiguen provechos más inmediatos y tangibles con la repetición de pequeños y vulgares problemas, que con la feliz resolución de proyectos grandiosos, que en pocas ocasiones se presentan.

No hay pues desdoro en descender de las cumbres de la Ciencia, poniendo únicamente en juego el buen sentido para conseguir el ahorro de unos miles de pesetas; ya tendrá el técnico otras ocasiones de conseguir análoga finalidad, mediante las acrobacias de la mecánica y el derroche de integrales.

