

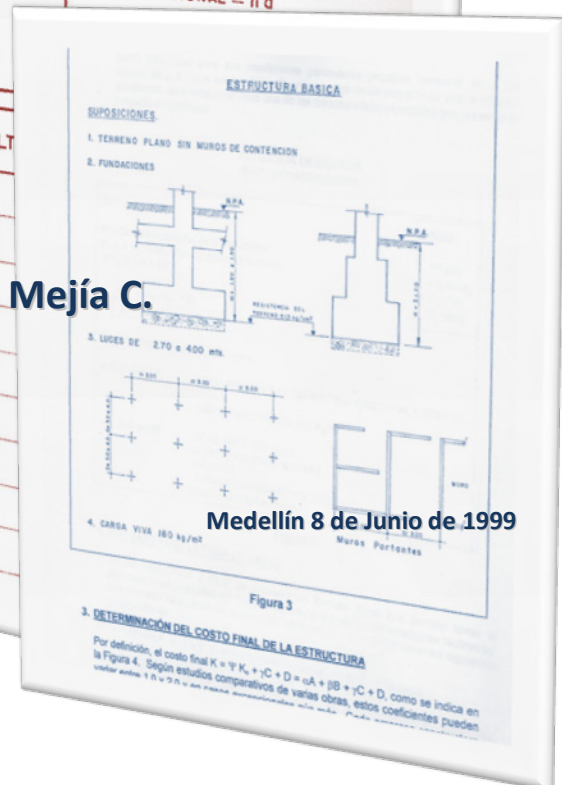
ESTUDIOS ECONÓMICOS DE ESTRUCTURAS “METODOLOGIA COSTOS CONFIABLES” (MC²)

TRABAJO PRESENTADO EN LAS XIII JORNADAS ESTRUCTURALES DE LA INGENIERIA DE COLOMBIA



ITEM	U/mi	VALOR UNIT.	CALCULO	ALTERNATIVA - 1	%	ALT
CORTE	m ³					
MARGUE BOTADA	m ³					
MURO DE CONT.	m ²					
PERMEABILIZACION	gl					
FILTRO Y DRENAJE	gl					
ENTRESUELO RECEBO	m ²					
BALDOSA	m ²					
RENO	m ³					
MURO ADICIONAL	m ²					
LOSA	m ²					

Ing. Luis Gonzalo Mejía C.



ESTUDIOS ECONÓMICOS DE ESTRUCTURAS

“METODOLOGIA COSTOS CONFIABLES”

(MC²)

TRABAJO PREPARADO EN LAS XIII JORNADAS ESTRUCTURALES DE LA INGENIERIA DE
COLOMBIA

Santafé de Bogotá, D.C., Septiembre 30 y octubre 1 y 2 de 1999

Preparó: Ing. Luis Gonzalo Mejía

Medellín 8 de junio de 1999

INTRODUCCIÓN

Las nuevas realidades económicas del País tendrán una influencia fundamental en el planteamiento de nuevas estrategias en la actividad edificadora. Más que nunca, la correcta elaboración de bases de datos que permitan utilizar y extrapolar con confianza resultados de proyectos anteriores, se convertirán en la herramienta fundamental de las empresas que tendrán éxito y podrán salir fortalecidas de este ciclo recesivo profundo que vive el País. Esta publicación tiene como objeto plantear una propuesta para la toma y manejo efectivo de costos de estructura. La hemos denominado "Metodología de Costos Confiables" o "MC²" y esperamos que se convierta en una herramienta importante, para aquellos constructores que buscan bajar y controlar, con conocimiento, sus costos, especialmente en los proyectos de interés social.

1. IDEAS BÁSICAS

El costo de una estructura expresado en \$/m² de construcción, no es un valor absoluto y puede variar ampliamente de acuerdo con muchos factores como se verá más adelante, representando este aspecto la característica el punto específico que lo diferencia de las demás actividades involucradas en un proyecto: en efecto, para proyectos en un mismo estrato socioeconómico, los capítulos referentes a obras preliminares, muros, instalaciones, carpintería y acabados (figura No. 1), pueden ser calculados con mucha precisión y en general su variabilidad es muy poca. La estructura por el contrario, presenta una enorme dispersión en sus costos dependiendo de la zona de amenaza sísmica en que se encuentre, del tipo de suelo, de la topografía, de la volumetría del edificio, de las luces (distancia entre ejes de columnas) y de la magnitud de las cargas. Se añade a esta situación, el hecho bien conocido, que los costos de estructura ocasionan costos financieros desde el comienzo de la obra.

CLASIFICACIÓN DE ACTIVIDADES EN UN PROYECTO

CAPÍTULO	DESCRIPCIÓN	OBSERVACIONES
1	OBRAS PRELIMINARES	
2	ESTRUCTURA	
3	MUROS	
4	INSTALACIONES	Sanitarias Hidráulicas Eléctricas
5	CARPINTERÍA	Madera Metálica
6	ACABADO	Pisos Revoques Pinturas Otros

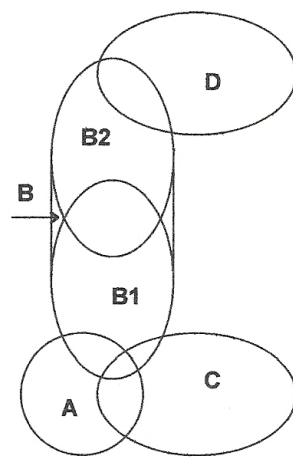
Figura 1

Esta publicación busca presentar una propuesta que permita racionalizar la toma y utilización de los costos inmensamente variables de las estructuras en edificaciones. Es importante además mencionar que los costos de estructura pueden representar desde un 20% de los costos finales de construcción en proyectos lujosos hasta un

60% ó 70% en los de interés social, desprendiéndose de este hecho, como consecuencia lógica, la gran importancia de la toma y control de costos especialmente en este último tipo de proyectos.

2. ESTRUCTURA BÁSICA

SUBDIVISIÓN DE LA ESTRUCTURA EN SUS ELEMENTOS CONSTITUYENTES



A: SUBESTRUCTURA BÁSICA

B: SUPERESTRUCTURA:

B1: VERTICAL

B2: HORIZONTAL (Losas)

C: PILAS O PILOTES (Cimentaciones Profundas)

LOSAS DE FUNDACIÓN

CORTES Y NIVELACIÓN

MUROS DE CONTENCIÓN

OTROS TRATAMIENTOS AL SUELO

REALCES

D: OTRAS ESTRUCTURAS:

CUELGAS

AMARRE DE MUROS

Figura 2

Como se indica en la Figura 2, la estructura se divide en sus elementos constituyentes llamados A, B, C, D los cuales están interrelacionados entre sí. Se ha encontrado conveniente, definir la llamada estructura básica cuyas características principales aparecen en la Figura 3 y que corresponde a la situación ideal en cualquier proyecto y es aquella que le correspondería el costo mínimo, que llamaremos (\$/m² construcción) K_0 igual a la suma de A+B ($K_0 = A+B$), es decir son proyectos en terreno firme, plano, sin cortes, muros de contención, ni cuelgas ni áticos.

La no inclusión de las cimentaciones profundas o losas de fundación como subestructura básica, responde a la concepción, de que estos tipos de cimentación son un precio que debe pagarse por un suelo malo (siendo claro además, que en algunas localidades no existe otra alternativa diferente a las cimentaciones profundas o losas).

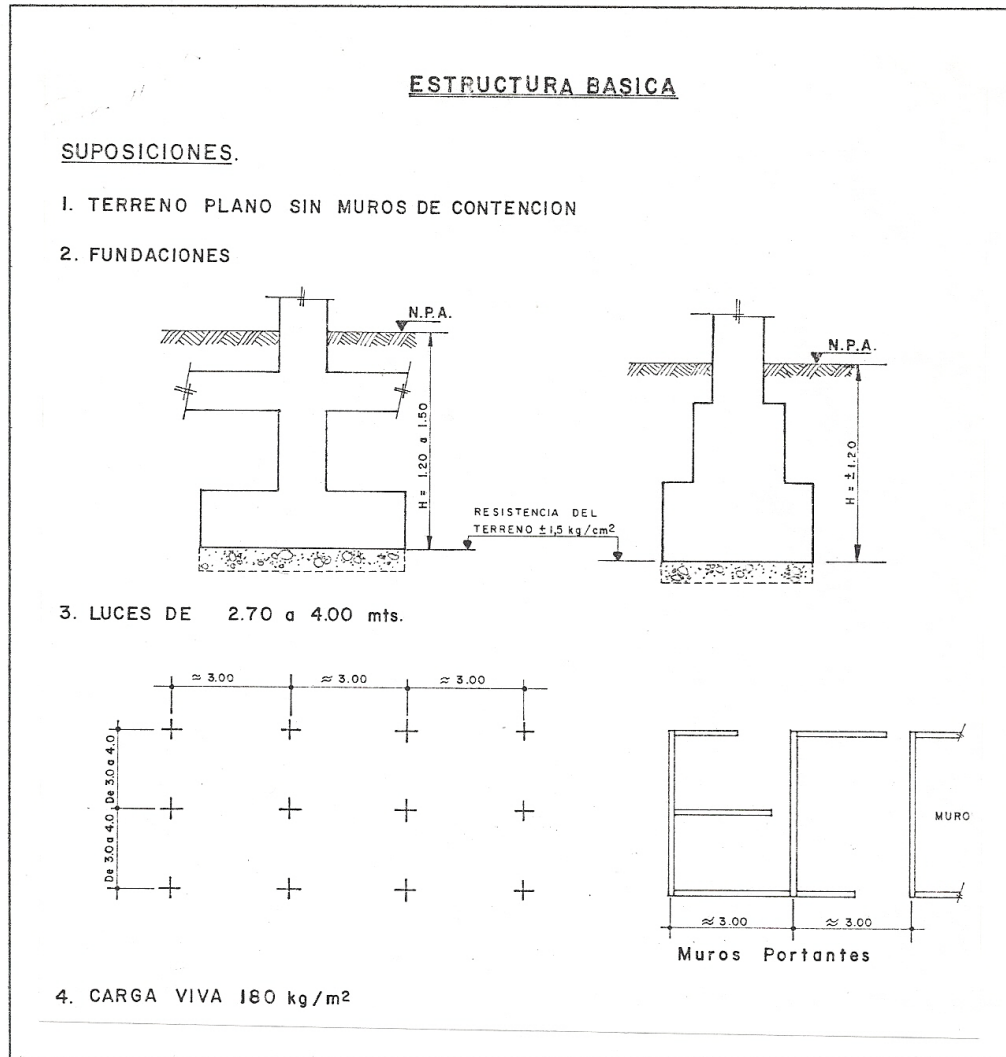


Figura 3

3. DETERMINACIÓN DEL COSTO FINAL DE LA ESTRUCTURA

Por definición, el costo final $K = \Psi K_0 + \gamma C + D = \alpha A + \beta B + \gamma C + D$, como se indica en la Figura 4. Según estudios comparativos de varias obras, estos coeficientes pueden variar entre 1,0 y 2,0 y en casos excepcionales aún más. Cada empresa constructora

podrá determinar para sus condiciones particulares (equipos, personal, etc.), los valores de α , β , γ que les permitan utilizar los costos de un proyecto en otro, sumando o restando, para considerar cada una de las características especiales que presente el proyecto en particular.

DEFINICIÓN DE COSTOS (\$/m² DE CONSTRUCCIÓN)

Con: K = Costo directo total de la estructura $K_o = A + B$ Costo directo estructura básica $\Psi K_o = \alpha A + \beta B$ $K = \Psi K_o + \gamma C + D$ $K = \alpha A + \beta B + \gamma C + D$ Los factores α, β, γ dependen de: α, β : [1,0 a 2,0] - REGULARIDAD EN LA GEOMETRIA HORIZONTAL Y VERTICAL - LUCES - CARGAS MAYORES DE 180 Kg/m² γ : [1,0 a 2,0] - NIVEL FREATICO ALTO - CONSTRUCCIONES VECINAS - LADERAS - SUELOS DERRUMBABLES (Entibados) - ARCILLAS EXPANSIVAS	Nota: Ψ (psi) γ (gama) α (alfa) β (beta)
--	---

Figura 4

4. FORMATO PARA LA TOMA DE DATOS

En las hojas FE-1 y FE-2 se presenta un formato típico que permite tomar la información en cada obra en forma ordenada y que puede sistematizarse fácilmente. Los formatos se aclaran por si solos, sin embargo es conveniente hacer las siguientes observaciones:

- a) Los literales A, B, C y D se refieren a los elementos descritos en la figura 2.
- b) Aparecen dos columnas 1 y 2 que permiten en etapas previas comparar dos estructuras, por ejemplo, una en pórticos vs una en mampostería. Para que la

comparación sea válida, al final se deja una línea para los muros de cierre que deben sumarse a la alternativa en pórticos cuando se compara con una en mampostería, para que los dos estén en iguales condiciones.

- c) Cuando se llevan los costos de un proyecto ya en ejecución, se utilizará una sola columna.
- d) En cada columna aparecen dos subdivisiones indicadas con m y n que permiten determinar cuál es el porcentaje de cada ítem con relación al costo del capítulo (casilla m) o con relación al costo total (casilla n). La importancia de estos porcentajes radica en que indican la importancia de un determinado ítem en el costo total y de esta forma el constructor no pierde su tiempo preocupándose por ejemplo, por una viga aérea con un costo de concreto por m³ muy alto, pero que en el costo final representa solo un 0,1% y en cambio puede dedicarse a planear, a buscar economías en aquellos ítems que realmente lo merezcan. Obviamente cada compañía podrá adaptar este formato a sus necesidades especiales.

5. CASAS

Las casas de 1 y 2 pisos, representan un tipo especial de construcción, a la cual puede aplicarse toda la teoría expuesta. Sin embargo es necesario efectuar en etapas preliminares del presupuesto de casas en ladera, un estudio previo de la posición de la casa con respecto al terreno, como se indica en el formato FC1, y determinar si es mejor cortar todo el área del lote (alternativa 1), no efectuar ningún corte (alternativa 3) o una solución intermedia. Este análisis puede efectuarse por metro lineal como se indica en dicho formato. La columna de porcentaje sirve para el mismo fin que en el caso general descrito en el numeral 4. Vale la pena anotar que la alternativa 1, puede presentar problemas de desconfinamiento de la ladera, mientras que la alternativa 3, en cierta forma, deja la tentación, de que se construya un piso inferior adicional, lo cual traería serios problemas estructurales.

6. CONCLUSIÓN

Creemos que la utilización continua de los criterios aquí indicados, puede conducir a controlar los costos de la estructura que como se dijo con los más variables en cualquier proyecto. Igualmente puede servir para que una vez determinados por cada firma los parámetros Ψ , α , β y γ pueda presupuestarse por ejemplo, un edificio en ladera en una zona de amenaza sísmica alta con cimentaciones profundas con base, por ejemplo, en los datos de un proyecto construido en una zona de amenaza sísmica intermedia, en terreno plano y con suelo bueno, es decir con zapatas superficiales. No dudamos que existan metodologías de optimización más refinadas, pero a la vez más alejadas del contexto general en que se mueve el mundo de la construcción. Esperamos que quienes utilicen esta metodología de los costos confiables MC² logren el objetivo buscado, de disminuir los costos de construcción, especialmente en la vivienda social.

ESTRUCTURA

CUADRO COMPARATIVO DE COSTOS/m² DE CONSTRUCCIÓN

	ITEM	ESTRUCTURA 1		ESTRUCTURA 2	
		m	n	m	n
A.	SUBESTRUCTURA				
A.1	EXCAVACIONES PARA FUNDACIONES				
A.2	FUNDACIONES				
A.2.1	Fundación Continua				
A.2.2	Fundación Aislada				
A.3	PEDESTALES O SOBRECIMENTOS				
A.4	VIGAS DE AMARRE				
A.5					
A.6					
	TOTAL A...				
B.	SUPERESTRUCTURA				
B.1	ESTRUCTURA VERTICAL				
B.1.1	MUROS PORTANTES: Muro				
	Relleno				
	Refuerzo				
B.1.2	COLUMNAS				
B.2	ESTRUCTURA HORIZONTAL				
B.2.1	LOSAS EN EDIF. DE MAMPOST.: Losas				
	O MUROS DE CONCRETO Dinteles				
B.2.2	LOSAS EN EDIF. CON PORTICOS: Losas				
	Vigas				
B.2.3	ESCALERAS				
B.2.4	CUBIERTA EN LOSA				
B.2.5	CUBIERTA EN TEJA				
B.2.6	VIGAS DE AMARRE DE CUBIERTA				
B.3.					
B.4					
	TOTAL B...				
	TOTAL A + B...				

ESTRUCTURA

CUADRO COMPARATIVO DE COSTOS /m² DE CONSTRUCCIÓN

	ITEM	ESTRUCTURA 1		ESTRUCTURA 2	
		m	n	m	n
C.	CIMENTACIÓN PROFUNDA, LOSA DE FUNDACIÓN O MEJORAMIENTO DEL TERRENO				
C.1	CORTES Y NIVELACIÓN				
C.2	MUROS DE CONTENCIÓN				
C.3	PILOTES				
C.4	PILAS				
C.5	LOSA DE FUNDACIÓN				
C.6	REALCES				
C.7	OTROS TRATAMIENTOS AL SUELO				
C.8	FUNDACIONES PARA MUROS INTERIORES				
C.9					
C.10					
C.11					
	TOTAL C...				
D.	OTRAS ESTRUCTURAS				
D.1	CUELGAS				
D.2	AMARRE DE MUROS				
D.3	ATICOS				
D.4					
D.5					
D.6					
D.7					
	TOTAL D...				
	TOTAL C + D...				
	TOTAL A + B + C + D...				
	MUROS DE CIERRE				
	TOTAL A+B+C+D+ MUROS DE CIERRE				

ALTERNATIVA - 1

losa

Entresuelo + baldosa

h

L_c

100 mm

ALTERNATIVA - 2

losa

Entresuelo + baldosa

L_f

h_f

L_c

100 mm

ALTERNATIVA - 3

losa

losa

Entresuelo + baldosa

h_a

L

100 mm

Formulas:

ALTERNATIVA - 1:

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{CORTE} = \frac{1}{2} L_c h \\ \text{CARGUE} = h \\ \text{MURO} = h \\ \text{ENTRESUELO + BALDOSA} = L_c \end{array} \right.$$

ALTERNATIVA - 2:

$$\begin{array}{l} \text{CORTE} = \frac{1}{2} L_c h_c \\ \text{LLENO} = \frac{1}{2} L_f h_f \end{array}$$

ALTERNATIVA - 3:

$$\begin{array}{l} \text{LOSA} = L \\ \text{MURO ADICIONAL} = h_a \end{array}$$

[illegible]