



**RIB**

**Presto**

# Coste de objetos y coste de procesos

## Con un ejemplo de costes fijos y costes variables no proporcionales

Adaptado a Presto 25

**Copyright © 2024 by RIB Software GmbH and its subsidiaries.**

This publication is protected by copyright, and permission must be obtained from the publisher prior to any prohibited reproduction, storage in a retrieval system, or transmission in any form or by any means, electronic, mechanical, photocopying, recording, or likewise.

# Índice

|  |    |
|--|----|
| Coste de objetos y coste de procesos .....               | 3  |
| Coste variable a estándar .....                          | 3  |
| Primeros principios .....                                | 4  |
| El firewall entre diseño y ejecución .....               | 4  |
| El mundo BIM .....                                       | 5  |
| Ejemplo .....  | 6  |
| Costes no proporcionales y costes fijos .....            | 6  |
| Cálculo y significado de los coeficientes .....          | 7  |
| Desviación de la ‘verdad’ .....                          | 8  |
| Otros problemas .....                                    | 9  |
| Ajustes globales por cantidad de la unidad de obra ..... | 10 |

# Coste de objetos y coste de procesos

*“Planteamos un problema proporcionando la descripción del estado final de la solución. La tarea es descubrir una secuencia de procesos que lleve a ese estado meta. La idea es: dado un plano, encontrar la receta.”*

Herbert H. Simon, *“The sciences of the artificial”*

La mayoría de los procesos de la construcción, desde una unidad de obra a la obra completa, tienen componentes del coste fijos y variables.

Los costes variables están relacionados con la cantidad ejecutada, de forma que si no se ejecuta nada son nulos. Generalmente se asume que varían linealmente, es decir, son directamente proporcionales a la cantidad. Los materiales son generalmente costes variables: el hormigón comprado en central es un coste variable: si no se compra nada, no se paga nada.

Hay muchos matices. Los costes variables raramente varían de forma lineal o proporcional pura, por ejemplo, los precios disminuyen con el volumen de compra y los rendimientos aumentan por la curva de aprendizaje.

Los costes fijos no dependen de la cantidad ejecutada o comprada. Cuando se monta una planta para fabricar el hormigón en obra una gran parte de los costes son fijos.

También hay matices. Los costes fijos pueden variar con la duración de la obra y, a largo plazo, todos los costes fijos son variables.

---

## Coste variable a estándar

Los análisis de precios unitarios publicados en los cuadros de precios españoles y utilizados en los programas de presupuestos suelen tener exclusivamente componentes que son variables y linealmente proporcionales. ¿Es correcta esta forma de estimar los costes?

El uso de costes que varían linealmente es una manera simplificada de calcular los costes que está especialmente orientada a la estimación por el equipo de diseño durante la etapa de proyecto.

El objetivo del documento denominado “presupuesto” que redacta el equipo de proyecto, en la realidad y en la mayoría de los países, no es tanto estimar el coste exacto, que ya lo harán los contratistas, como definir detalladamente el proyecto para que sea licitable y el resultado construido sea el deseado.

Este objetivo es a veces difícil de entender en nuestro entorno porque la normativa española obliga a fijar un precio en ese documento, y en obra pública es además la base de la oferta presentada por los licitadores. Pero en otros lugares la fijación del precio no es misión del equipo de proyecto, que incluso puede ser incompatible para ello por conflicto de intereses.

El cálculo de los precios en esta etapa es por tanto una estimación y la metodología correcta es más importante que la precisión y el número de cifras decimales de los valores.

El autor del proyecto considera y define el proyecto como el estado final de un objeto. Para valorarlo, identifica y contabiliza sólo los componentes de ese estado final y les asigna un precio unitario promedio o posible, tomado normalmente de una referencia. En la industria este sistema se denomina “análisis de coste *estándar*”. Se asume como criterio la variabilidad pura, no porque ignore que hay costes fijos o no proporcionales, sino porque sabe que ese refinamiento se hará en otro momento.

---

### Primeros principios

El punto de vista del contratista es distinto. La forma en la que se va a desarrollar la ejecución, que para el autor del proyecto es secundaria, es ahora la base del cálculo de los costes: el proceso pasa a tomar prioridad sobre el objeto.

Su primera tarea es por tanto decidir, entre las diferentes maneras posibles para construir cada objeto, cual es la más adecuada en las circunstancias de la obra.

La mayor o menor facilidad para encontrar esa receta de la que habla Simon es lo que se denomina “constructibilidad”.

El procedimiento para analizar del coste de este proceso tiene un nombre muy expresivo en inglés: “*first principles*”.

- En los componentes más importantes, por su importe o por su riesgo, se trabaja de arriba a abajo, definiendo los recursos necesarios de forma global y repartiendo sus costes a las unidades de obra a posteriori.
- En el resto, adoptará costes variables, de forma similar al método usado en etapa de proyecto, tomando los precios de su experiencia, de referencias genéricas o del mercado.

---

### El firewall entre diseño y ejecución

Las decisiones de la ejecución y por tanto los costes dependen de aspectos que pueden no ser conocidos en la etapa de proyecto, entre otros muchos:

- Los sistemas constructivos y recursos específicos del contratista adjudicatario y su nivel de ocupación.
- Su volumen de transacciones con cada proveedor, que afectan al precio de compra, y no la cantidad en un proyecto concreto.

El equipo de diseño no puede por tanto “acertar” en los costes exactos, pero tiene que asegurarse de que las condiciones de las unidades de obra elegidas y del proyecto en general son coherentes con el ámbito de aplicación de sus precios.

Es decir, tiene que garantizar su constructibilidad, estar seguro de que existen una o más formas razonables de construir el objeto final definido en el proyecto y que corresponden al rango de precios que propone en el presupuesto.

Se suele suponer que cuanto más sea consciente el equipo de diseño de los problemas de la ejecución, cuanto más "sepa de construcción", mejor será el resultado del proyecto. El conocimiento de la construcción es una ayuda muy valiosa, y así se reconoce en los profesionales de proyectos que han pasado antes por ese mundo.

Sin embargo, no puede ser un condicionante de todas las decisiones del proyecto, porque pertenecen a ámbitos distintos.

- Por ejemplo, el equipo de diseño debe conocer la superficie razonable para un muro pantalla, y si debe utilizarlo en una cantidad mucho menor deberá elegir otra solución. Pero ajustar milimétricamente el coste, como se describe en el ejemplo del apartado siguiente, seguramente es innecesario.
- De la misma forma, todo jefe de obra conoce qué superficie de planta es más eficiente para edificar en altura con estructura de hormigón, pero no parece que este dato deba condicionar la superficie en planta de los proyectos.

Entre diseño y ejecución hay un firewall que es necesario, porque permite que el proyectista pueda tomar decisiones en base a los múltiples requisitos que tiene que satisfacer, siempre que garantice que se podrá construir de alguna manera razonable, aunque no sepa cual va a ser exactamente.

---

## El mundo BIM

Los modelos BIM realizados por el equipo de diseño son una buena base para la estimación del coste desde el punto de vista del proyecto como estado final de un conjunto de objetos, aplicando costes variables puros, asumiendo que se han tomado decisiones generales correctas de constructibilidad.

Sin embargo, el paso al cálculo del coste desde el punto de vista de la empresa constructora no es tan sencillo y normalmente no se puede deducir directamente de la información contenida en el modelo BIM del proyecto. Esto ha llevado a la consigna de que los modelos BIM de proyecto no son buenos o no valen para la construcción. En realidad son buenos para lo que necesita el equipo de proyecto y no pueden servir para la etapa de construcción debido al firewall entre las etapas.

Este firewall se minimiza cuando existe una conexión nativa entre el equipo de diseño y la empresa que lo va a construir, como ocurre en los sistemas de contratación IPD, Design-Build, llave en mano, EPC, etc., porque el proceso de construcción se va decidiendo durante el diseño y es el que se va a seguir en la realidad.

Es sólo en estos sistemas donde el modelo BIM puede usarse en todas las etapas.

# Ejemplo

## Costes no proporcionales y costes fijos

La Base de Costes de la Construcción de Andalucía, BCCA, una excepción a los cuadros de precios habituales, contiene unidades de obra de pilotes y pantallas en las que se calcula el alquiler del equipo como coste variable, pero no linealmente, y se añade el transporte y montaje como coste fijo.

|    | Código     | NatC* | Resumen   | CanPres | Ud | Pres   | ImpPres* |
|----|------------|-------|---|---------|----|--------|----------|
|    | 03CMM00002 |       | MURO PANTALLA 45 cm ESP. CUCH. MEC. Y 6 m PROF. (HA-25) |         | m2 | 209,44 |          |
| 1  | TO00100    | ...   | OF. 1ª ALBAÑILERÍA                                      | 0,130   | h  | 23,17  | 3,01     |
| 2  | TO00400    |       | OF. 1ª ENCOFRADOR                                       | 0,005   | h  | 23,17  | 0,12     |
| 3  | TO00600    |       | OF. 1ª FERRALLISTA                                      | 0,060   | h  | 23,17  | 1,39     |
| 4  | TP00100    |       | PEÓN ESPECIAL   | 0,905   | h  | 22,01  | 19,92    |
| 5  | CA00320    |       | ACERO B 500 S   | 2,000   | kg | 0,95   | 1,90     |
| 6  | CH02920    |       | HORMIGÓN HA-25/P/20Ila, SUMINISTRADO                    | 0,085   | m3 | 97,10  | 8,25     |
| 7  | CH02940    |       | HORMIGÓN HA-25/F/20Ila, SUMINISTRADO                    | 0,618   | m3 | 100,15 | 61,89    |
| 8  | CP00100    |       | BENTONITA   | 40,000  | kg | 0,22   | 8,80     |
| 9  | MC00100    | Jee   | COMPRESOR DOS MARTILLOS                                 | 0,292   | h  | 9,46   | 2,76     |
| 10 | ME00400    | Jee   | RETROEXCAVADORA   | 0,012   | h  | 52,09  | 0,63     |
| 11 | MP00100    | Jee   | EQUIPO PANTALLA Y GRÚA AUXILIAR (ALQUILER)              | 0,282   | u  | 268,21 | 75,64    |
| 12 | MP00500    | Jee   | PANTALLA POR P.P. DE TRANSP., MONTAJE Y DESM. DE EQUIPO | 1,000   | m2 | 19,73  | 19,73    |
| 13 | WW00300    |       | MATERIAL COMPLEMENTARIO O PZAS. ESPECIALES              | 9,000   | u  | 0,60   | 5,40     |

## Análisis de un precio en el cuadro BCCA (2024)

### \* Alteración de la cantidad total de m².

Cuando la medición total del precio básico MP00100.  
 MP00100 modificado = MP00100 de la Base por coeficiente (d)

Cuadro para la obtención del coeficiente (d)

| m² totales de muro pantalla en obra | Coeficiente (d) | m² totales de muro pantalla en obra | Coeficiente (d) |
|-------------------------------------|-----------------|-------------------------------------|-----------------|
| 600                                 | 1.50            | 1600                                | 0.97            |
| 700                                 | 1.30            | 1800                                | 0.96            |
| 800                                 | 1.15            | 2000                                | 0.95            |
| 900                                 | 1.05            | 2500                                | 0.93            |
| 1000                                | 1.00            | 3000                                | 0.91            |
| 1200                                | 0.99            | 4000                                | 0.87            |
| 1400                                | 0.98            | 5000                                | 0.83            |
|                                     |                 | 10000                               | 0.80            |

Variación del precio básico MP00500  
 MP00500 modificado = MP00500 de la Base por coeficiente (e)

El coeficiente (e) se calcula aplicando la fórmula siguiente:

$$(e) = \frac{1000}{\text{m}^2 \text{ totales de muros pantalla de la obra}}$$

## Procedimiento de cálculo descrito en la memoria

- El coeficiente (d), que disminuye el precio del alquiler por metro cuadrado cuando aumenta la cantidad, es un coste variable, pero no linealmente.
- El coeficiente (e) convierte el coste del transporte en un coste fijo, ya que se obtiene el mismo importe total para cualquier cantidad.

En Presto se utiliza el factor para introducir el ajuste del alquiler y del transporte.

|    | Código     | NatC* | Resumen   | CanPres | Ud | FactorExp  | Factor* | Pres   | ImpPres*   |
|----|------------|-------|---|---------|----|--|---------|--------|------------|
|    | 03CMM00002 |       | MURO PANTALLA 45 cm ESP. CUCH. MEC. Y 6 m PROF. (HA-25) | 800,00  | m2 |  |         | 225,71 | 180.568,00 |
| 1  | TO00100    | 🔧     | OF. 1ª ALBAÑILERÍA                                      | 0,130   | h  |  | 0       | 23,17  | 3,01       |
| 2  | TO00400    | 🔧     | OF. 1ª ENCOFRADOR                                       | 0,005   | h  |  | 0       | 23,17  | 0,12       |
| 3  | TO00600    | 🔧     | OF. 1ª FERRALLISTA                                      | 0,060   | h  |  | 0       | 23,17  | 1,39       |
| 4  | TP00100    | 🔧     | PEÓN ESPECIAL   | 0,905   | h  |  | 0       | 22,01  | 19,92      |
| 5  | CA00320    | 🧱     | ACERO B 500 S   | 2,000   | kg |  | 0       | 0,95   | 1,90       |
| 6  | CH02920    | 🧱     | HORMIGÓN HA-25/P/20/IIa, SUMINISTRADO                   | 0,085   | m3 |  | 0       | 97,10  | 8,25       |
| 7  | CH02940    | 🧱     | HORMIGÓN HA-25/F/20/IIa, SUMINISTRADO                   | 0,618   | m3 |  | 0       | 100,15 | 61,89      |
| 8  | CP00100    | 🧱     | BENTONITA   | 40,000  | kg |  | 0       | 0,22   | 8,80       |
| 9  | MC00100    | 🔧     | COMPRESOR DOS MARTILLOS                                 | 0,292   | h  |  | 0       | 9,46   | 2,76       |
| 10 | ME00400    | 🔧     | RETROEXCAVADORA   | 0,012   | h  |  | 0       | 52,09  | 0,63       |
| 11 | MP00100    | 🔧     | EQUIPO PANTALLA Y GRÚA AUXILIAR (ALQUILER)              | 0,282   | u  | 1,15   | 1,15    | 268,21 | 86,98      |
| 12 | MP00500    | 🔧     | PANTALLA POR P.P. DE TRANSP., MONTAJE Y DESM. DE EQUIPO | 1,000   | m2 | 1000/Conceptos[Código==Relaciones.CodSup].CanTotPres ... | 1,25    | 19,73  | 24,66      |
| 13 | WW00300    | 🧱     | MATERIAL COMPLEMENTARIO O PZAS ESPECIALES               | 9,000   | u  |  | 0       | 0,60   | 5,40       |

Precio unitario e importe total para 800 m2 de muro pantalla

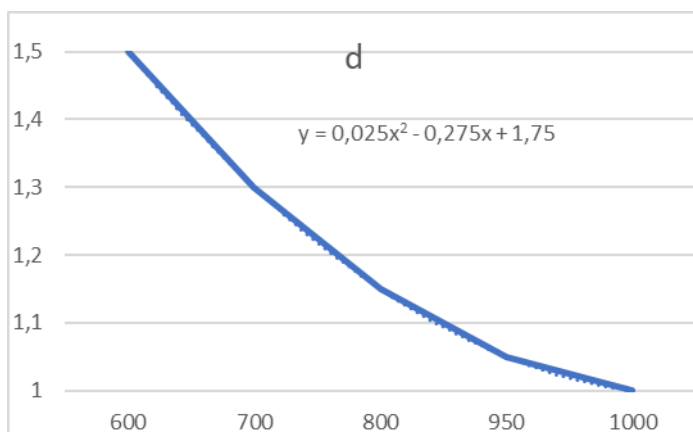
### Cálculo y significado de los coeficientes

El significado del precio del transporte se entiende fácilmente, ya que se trata de asignar un coste fijo de 19.730,00 € a la unidad de obra, sea cual sea la cantidad. Puede comprobarse en la obra de Presto que se obtiene este importe para cualquier superficie. Sin embargo, no se conoce el modelo económico para calcular el coste del alquiler ni cómo se interpola entre los valores de la tabla.

Mediante ingeniería inversa se han extraído las conclusiones de la tabla siguiente.

| SUPERFICIE (M2)    | CURVA    | (D)                           |
|--------------------|----------|-------------------------------|
| Entre 600 y 1000   | Parábola | $2,5 * Q^2 - 5,25 * Q + 3,75$ |
| Entre 1000 y 2000  | Recta    | $-0,05 * Q + 1,05$            |
| Entre 2000 y 5000  | Recta    | $-0,04 * Q + 1,03$            |
| Entre 5000 y 10000 | Recta    | $-0,006 * Q + 0,86$           |

Siendo Q la superficie dividida por 1000



Valores de (d) entre 600 y 1000 m2

El resultado de la curva entre 600 y 1000 m2 es exacto para los cinco valores publicados, lo cual demuestra que es realmente la expresión utilizada para generarlos.

Para los valores no publicados hay dos posibilidades, la interpolación lineal y la aplicación de la expresión. A su vez, estos valores se pueden redondear o no antes de su aplicación dando lugar a cuatro importes distintos.

Por ejemplo, para 950 m2 el coeficiente (d) y su importe son los siguientes.

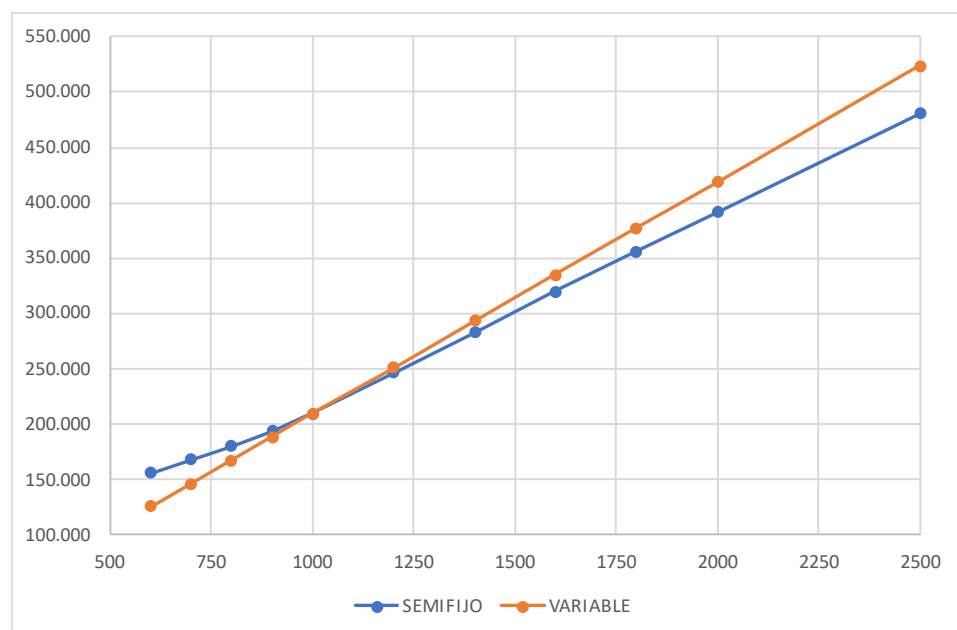
| VALORES              | RECTA      | REDONDEADO | PARÁBOLA   | REDONDEADO |
|----------------------|------------|------------|------------|------------|
| Coeficiente (d)      | 1,025      | 1,03       | 1,01875    | 1,02       |
| Precio unitario €/m2 | 212,37     | 212,74     | 211,89     | 211,99     |
| Importe €            | 206.795,29 | 208.166,09 | 205.069,79 | 205.418,31 |
| Diferencia €         | 0          | 1.370,80   | -1.725,50  | -1.376,98  |

La diferencia real es pequeña, pero un organismo supervisor que aplique este cuadro de precios puede rechazar un presupuesto por esta causa. El sistema tampoco es compatible con el formato de intercambio BC3: se puede traspasar un precio ya calculado, pero no el procedimiento para modificarlo.

Mencionar en la memoria que el coeficiente d es aplicable a todas las superficies entre un valor y el siguiente, por ejemplo, eliminaría este problema.

### Desviación de la 'verdad'

¿Hasta qué punto un sistema de ajuste como este merece la pena para estimar correctamente el precio?



*Coste semifijo y coste variable linealmente con el precio unitario para 1000 m2*



La tabla recoge las diferencias entre los importes resultantes de aplicar el ajuste propuesto y el precio unitario fijo que corresponde a 1.000 metros cuadrados.

| M2          | (D)      | ALQ. €/M2    | MON. €/M2    | TOTAL/M2      | TOTAL €        | VARIACIÓN €    | Δ %       |
|-------------|----------|--------------|--------------|---------------|----------------|----------------|-----------|
| 600         | 1,5      | 113,45       | 32,88        | 260,41        | 156.244        | 125.661        | -20%      |
| 700         | 1,3      | 98,33        | 28,19        | 240,58        | 168.407        | 146.605        | -13%      |
| 800         | 1,15     | 86,98        | 24,66        | 225,71        | 180.570        | 167.548        | -7%       |
| 900         | 1,05     | 79,42        | 21,92        | 215,41        | 193.868        | 188.492        | -3%       |
| <b>1000</b> | <b>1</b> | <b>75,64</b> | <b>19,73</b> | <b>209,44</b> | <b>209.435</b> | <b>209.435</b> | <b>0%</b> |
| 1200        | 0,99     | 74,88        | 16,44        | 205,39        | 246.469        | 251.322        | 2%        |
| 1400        | 0,98     | 74,12        | 14,09        | 202,29        | 283.200        | 293.209        | 4%        |
| 1600        | 0,97     | 73,37        | 12,33        | 199,77        | 319.628        | 335.096        | 5%        |
| 1800        | 0,96     | 72,61        | 10,96        | 197,64        | 355.754        | 376.983        | 6%        |
| 2000        | 0,95     | 71,85        | 9,87         | 195,79        | 391.577        | 418.870        | 7%        |
| 2500        | 0,93     | 70,34        | 7,89         | 192,30        | 480.757        | 523.588        | 9%        |
| 3000        | 0,91     | 68,83        | 6,58         | 189,47        | 568.424        | 628.306        | 11%       |
| 4000        | 0,87     | 65,80        | 4,93         | 184,81        | 739.221        | 837.741        | 13%       |
| 5000        | 0,83     | 62,78        | 3,95         | 180,79        | 903.966        | 1.047.176      | 16%       |
| 10000       | 0,8      | 60,51        | 1,97         | 176,55        | 1.765.512      | 2.094.352      | 19%       |

A primera vista puede parecer que hay mucha diferencia en los casos extremos, pero esta diferencia es relativa. El coste de la armadura es aproximadamente el 25 % del coste total. Como es estrictamente proporcional las diferencias entre los extremos se reducen al -16% y al +13%, respectivamente.

Bastaría con presentar tres unidades de obra en el cuadro de precios, con los precios ajustados a tres rangos de superficies, para reducir la diferencia de estimación a un valor perfectamente asumible, inferior al 5%.

### Otros problemas

En el cuadro de precios BCCA este tipo de ajuste sólo se aplica a los muros pantalla y a los pilotes. Todos los componentes de los demás los precios unitarios, más de 6.000, varían linealmente. Por tanto, el error que se trata de arreglar con exactitud "científica" en estas unidades de obra se asume sin más en el resto del proyecto.

Junto a esta pretendida exactitud los rendimientos de los recursos laborales y de maquinaria encajan difícilmente entre ellos, resultando imposible determinar la composición del equipo que se necesita para la ejecución de los muros y la producción por hora o por día de trabajo.

La falta de trazabilidad de los precios generados, al perderse la relación biunívoca entre código y precio, se añade a otros problemas de interpretación y contractuales, ya que una modificación de la medición puede producir variaciones de precios en cualquier momento del proyecto y de la ejecución.

### Ajustes globales por cantidad de la unidad de obra

Los costes de todas las unidades de obra de un proyecto requieren ajustes en base a la cantidad, por costes fijos, economía de escala o curva de aprendizaje, y ajustes de precios por el tipo de obra, accesibilidad, situación del mercado, forma de contratación, o incluso por las características del promotor y del equipo de diseño.

Por tanto, hay que realizar este ajuste, pero con una metodología que sea práctica y coherente en toda la obra.

El *Banco estadístico de costes de la construcción*, de Sergio Pasarín y Salvador Pujolás, EDETCO, Barcelona, 1983, propone este tipo de ajustes por cantidad, fijando precisamente tres rangos.

| UNIDADES DE OBRA                  | UD | HASTA | %  | HASTA | %  |
|-----------------------------------|----|-------|----|-------|----|
| Carga y transporte                | m3 | 500   | 25 | 5000  | 15 |
| Derribos                          | m2 | 20    | 15 | 100   | 10 |
| Excavación de zanjas y pozos      | m3 | 300   | 30 | 1000  | 15 |
| Pilotes y pantallas               | m  | 300   | 40 | 1000  | 20 |
| Estructura de hormigón            | t  | 1500  | 20 | 5000  | 10 |
| Estructura de acero               | t  | 50    | 15 | 100   | 5  |
| Fábricas exteriores               | m2 | 750   | 8  | 2000  | 5  |
| Tabiquería                        | m2 | 1500  | 9  | 4000  | 5  |
| Paneles de cartón yeso y escayola | m2 | 1000  | 25 | 3000  | 10 |
| Revestimientos verticales         | m2 | 150   | 10 | 500   | 5  |
| Cubiertas                         | m2 | 300   | 20 | 1000  | 10 |
| Solados                           | m2 | 1500  | 10 | 4000  | 5  |
| Aislamiento                       | m2 | 300   | 10 | 1000  | 5  |
| Evacuación horizontal             | m  | 30    | 15 | 100   | 5  |
| Evacuación vertical               | m  | 150   | 10 | 500   | 5  |
| Pintura                           | m2 | 700   | 10 | 2000  | 5  |