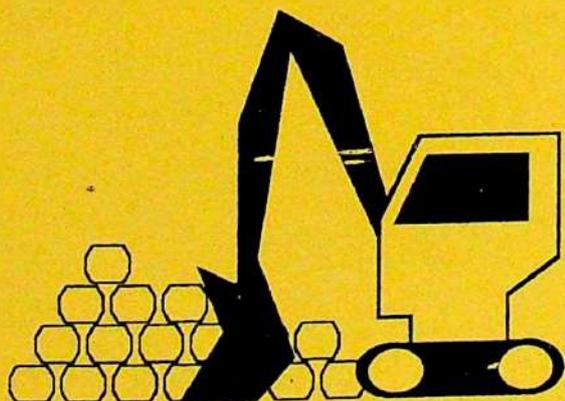


Dirección de Estadísticas de Servicios y Precios · Precios

CAPITULO MATERIALES

Manual de cálculo del índice
Base 1993 = 100

Buenos Aires, setiembre de 1996



01

**DOCUMENTO DE
TRABAJO INTERNO**

Versión: 1

INDEC

aumentos porque el mercado lo permite (demanda creciente), sino de asegurarse que el cambio corresponde realmente a un **cambio en el precio** y no en, por ejemplo:

- las características del material
- la especificación del material
- la unidad de medida en que está expresado el precio
- la calidad
- la marca
- la cantidad contenida en el envase
- un error en el vuelco del precio

En el caso de un cambio real de precio, el hecho debe ser confirmado y recién entonces el cambio de precio será incluido en el cálculo del índice. En caso contrario debe aplicarse el tratamiento que se describe más adelante en el punto 3.1. Cuando se trata de cambios de especificaciones, estas deben ser revisadas por personas que tengan conocimientos sobre materiales de construcción.

1.1 Controles de calidad

En la etapa de relevamiento se verifica que los cuestionarios contengan toda la información solicitada y no presenten incoherencias.

Luego, en la etapa de análisis se realizan otros tipos de controles:

- a) En primer lugar cada precio se compara con el correspondiente al mes anterior y se revisan aquellos que superan un nivel de variación que establece el responsable del cálculo según su criterio, de acuerdo a la coyuntura económica y los datos recogidos. De ser necesario se consulta al informante para detectar si se trata de un cambio de precio o de otra característica del material.
- b) En segundo lugar, se estudia para cada material la distribución de las variaciones de todos los precios informados en el mes. Se establece un intervalo en función de estas variaciones y se revisan aquellas que superan los límites del mismo; de ser necesario se consulta al informante. El intervalo utilizado es el siguiente:

$$\bar{V}_i^t - S_i^t < V_{ij}^t < \bar{V}_i^t + S_i^t$$

donde:

V_{ij}^t : es la variación del precio del material i dado por el informante j en el mes t

\bar{V}_i^t : es el promedio de las variaciones de los precios dados por los informantes correspondientes al material i en el mes t

S_i^t : es el desvío estándar de las variaciones de los precios dados por los informantes correspondientes al material i en el mes t

Las variaciones de cada informante se calculan del siguiente modo:

$$V_{ij}^t = \left(\frac{P_{ij}^t}{P_{ij}^{t-1}} - 1 \right) \times 100$$

y \bar{V}_i^t es el promedio de estos valores.

Donde:

P_{ij}^t y P_{ij}^{t-1} : son los precios del material i dados por el informante j en los meses t y $t-1$ respectivamente.

2. Tratamiento de datos faltantes

Al momento de realizar el cálculo mensual del índice (cierre del índice) puede suceder que, por diferentes motivos, una parte de la información no se haya podido relevar a tiempo. En estos casos la información faltante se estimará utilizando los datos disponibles para ese material.

Vamos a plantear un ejemplo en el cual, por comodidad expositiva, se supone que sólo hay tres informantes para ese material.

A, B y C son proveedores de baldosas cerámicas e informantes del índice. En el mes de enero la empresa C ha cerrado por vacaciones. La situación es la siguiente:

Informante	Precios del mes 1 (diciembre 1993)	Precios del mes 2 (enero 1994)
1. A	10,00	11,00
2. B	9,00	10,00
3. C	8,00	... ¹

Tenemos que el informante A brinda el precio del material baldosa cerámica en el mes 1 (diciembre 1993) y 2 (enero 1994). Lo mismo ocurre con el informante B pero no con el C.

¹ Este signo es utilizado en el INDEC para consignar un dato no disponible a la fecha de presentación de resultados

Supondremos, en el ejemplo, que las variaciones de precios de los informantes A y B corresponden a cambios reales de precios.

El procedimiento de estimación del precio faltante consiste en asignarle el precio del mes anterior modificado con la variación del promedio de precios de los otros informantes.

$$\begin{aligned} \text{Precio del material asignado} &= \frac{(11,00 + 10,00)/2}{(10,00 + 9,00)/2} \times 8,00 = \\ \text{al informante C en el mes 2} & \\ &= \frac{(11,00 + 10,00)}{(10,00 + 9,00)} \times 8,00 = 8,84 \end{aligned}$$

La primera igualdad está expresada con promedios, en la segunda se han simplificado los términos comunes, los valores de ambas expresiones serán utilizados en los puntos siguientes.

A los efectos de escritura nos referiremos a baldosa cerámica como al *i*-ésimo material de la lista del conjunto de materiales.

Podemos escribirlo así:

$$p_{i3}^2 = \frac{(p_{i1}^2 + p_{i2}^2) / 2}{p_{i1}^1 + p_{i2}^1 / 2} \times p_{i3}^1 = \frac{(p_{i1}^2 + p_{i2}^2)}{(p_{i1}^1 + p_{i2}^1)} \times p_{i3}^1$$

donde: el primer subíndice representa al material, el segundo subíndice representa al informante y el supraíndice representa el mes. Por lo tanto,

p_{i3}^2 : precio del material *i* suministrado por el informante 3 en el mes 2.

En general, escribiremos p_{ij}^t para indicar al precio del material *i* suministrado por el informante *j* en el mes *t*.

Importante: Este procedimiento permite mantener la serie de precios pero es recomendable no usarlo más de tres meses consecutivos. Casos en los que se aplica: desaparición de un informante (por cambio de domicilio, convocatoria de acreedores), cierre por vacaciones, falta temporal de stock, etc.

Este procedimiento no debe usarse nunca en el caso de empresas para las cuales se sabe que tienen un cierre definitivo: en este caso, la baja debe aplicarse automáticamente.

3. Cálculo del índice elemental

Hasta aquí hemos visto como analizar la información y como estimar los datos faltantes. Ahora entraremos en el cálculo del primer eslabón del índice, al que llamaremos de ahora en más índice elemental.

Denominaremos índice elemental al que se calcula para cada material.

En la forma de cálculo, cuando durante dos meses consecutivos los mismos informantes brindan precios del mismo material, consiste en calcular el precio promedio del mes actual y dividirlo por el del mes anterior. De esta forma se obtiene lo que denominaremos "**relativo de promedios de precios**". Multiplicando ese relativo por el índice del mes anterior se obtiene el índice del mes actual. Siguiendo con el ejemplo del punto anterior:

Informante	Precios del mes 1	Precios del mes 2
1. A	10,00	11,00
2. B	9,00	10,00
3. C	8,00	8,84
Promedio (\bar{P})	9,000000	9,946667
Relativo ²		1,105185
Indice	101,013000	111,638052
Coefficiente de variación (CV)	11,11	10,87

Podemos escribir el cálculo como sigue:

$$I_i^2 = \frac{\bar{P}_i^2}{P_i^1} \times I_i^1 = \frac{9,946667}{9,000000} \times 101,013000 = 1,105185 \times 101,013000 =$$

$$= 111,638052$$

² Se recomienda para el cálculo del relativo usar como mínimo 6 decimales

donde:

I_i^2 : Índice del material i en el mes 2

\bar{P}_i^1 : precio promedio del material i en el mes 1

\bar{P}_i^2 : precio promedio del material i en el mes 2

En general escribiremos I_i^t y \bar{P}_i^t para indicar el índice del material i en el mes t y el promedio del material i en el mes t, respectivamente.

Este procedimiento de cálculo brinda mayor flexibilidad y permite introducir tanto cambios de especificaciones de los materiales como altas y bajas de informantes.

Aclaración: Es importante diferenciar y definir la cantidad de decimales a utilizar en el cálculo y en los resultados que se presenten. En los cálculos, cuentas intermedias, se debe trabajar con todos los decimales posibles; los resultados obtenidos, en cambio, deben presentarse o mostrarse con menos decimales. Este modo de operar evita el efecto "cascada" que se produce cuando se aplican redondeos en los valores de los cálculos y luego en los resultados, trayendo como consecuencia la pérdida de exactitud o precisión y la propagación de errores de redondeo.

Cálculo de precios promedios y coeficiente de variación

Para analizar e interpretar el conjunto de precios de un mismo material, se intenta describir el comportamiento a través de la reducción de los mismos a un solo valor. El promedio simple es una medida que resume o sustituye todos los datos por uno solo.

El cálculo del precio promedio de n valores p_j se expresa como sigue:

$$\bar{P} = \frac{\sum_{j=1}^n P_j}{n}$$

Importante: Cuando se publiquen de promedios de precios, estos deberán ir acompañados de una medida del poder representativo de los mismos. Se propone el coeficiente de variación (CV) que se calcula de la siguiente manera:

$$CV = S / \bar{P} = \frac{\sqrt{\frac{\sum_{j=1}^n (p_j - \bar{P})^2}{n-1}}}{\frac{\sum_{j=1}^n p_j}{n}} \times 100$$

Donde:

S : es el desvío estándar muestral de los valores p_j

El CV es un indicador de la dispersión de los datos respecto a su promedio. No tiene unidad de medida y generalmente se expresa como porcentaje. La comparación de los coeficientes de variación de los diferentes materiales permite determinar cuales materiales tienen menor dispersión entre sus precios, por lo tanto, estarán mejor representados por su promedio.

En el ejemplo, para el cálculo del precio promedio del mes 1 tenemos:

$n=3$, $p_1=10$, $p_2=9$ y $p_3=8$; entonces

$$\bar{p}^1 = \frac{10 + 9 + 8}{3} = 9,000000 \text{ y}$$

$$CV^1 = \frac{\sqrt{\frac{(10 - 9)^2 + (9 - 9)^2 + (8 - 9)^2}{3 - 1}}}{9} \times 100 = 11,11$$

A los efectos de ejemplificar el cálculo del promedio y coeficiente de variación hemos omitido el subíndice correspondiente al material.

3.1 Tratamiento de cambios de especificaciones

En el punto 1 vimos que solo aceptábamos como variación de precio a los cambios puros de precio y no a los producidos por alguna variación en las características del material. En este último caso utilizaremos el procedimiento que se describe a continuación.

En los casos en que cambia la especificación de un material que no altere la propia definición del material, es posible seguir utilizando la nueva especificación, aunque recién a partir del segundo mes en que aparece, gracias al sistema de cálculo con relativos de precios. El procedimiento es el siguiente: en el mes en que se detecta

un cambio de especificación, el precio de ese informante no interviene en el cálculo del mes; a partir del mes siguiente, se lo puede incorporar porque es posible calcular el relativo de precio respecto del mes anterior, con la nueva especificación. El centro de la cuestión es no comparar cosas que no son iguales.

Si tenemos definido un material como: "Baldosa cerámica para piso", su especificación completa puede ser, por ejemplo, "Baldosa cerámica para piso, esmaltada, 20x20 cm., por unidad (\$0.85)". Si la especificación cambia a: "Baldosa cerámica para piso, esmaltada, 20x20 cm de lado, en caja de 40 unidades (\$62)", es perfectamente factible hacer el "apareamiento" y tomar - en el segundo mes de aparición de esta especificación - el relativo de precios con la nueva unidad de medida. Si en cambio, la descripción del material cambia a: "Baldosa cerámica roja para azotea, 20x20 cm, por unidad" o "Baldosa laja negra..30x30 cm, por unidad" ya no podemos considerar que se trata de un cambio de especificación que la mantiene como integrante del mismo material. En realidad se trata de otro material. En este caso, el procedimiento para "Tratamiento de cambio de especificación" no es aplicable.

Siguiendo con nuestro ejemplo de las tres empresas que nos informan sobre baldosas supongamos ahora que la empresa A realizó un cambio de especificación que produjo un aumento de precio y la empresa C sigue sin informar.

Informante	precios del mes 2	precios del mes 3	precios del mes 4
1. A	11,00	20,00	20,00
2. B	10,00	10,10	10,10
3. C	8,84
Promedio (\bar{P})	9,946667		
Relativo	1,105185		
2º Promedio			
Índice	111,638052		
Coficiente de Variación (CV)	10,87		

En este caso, para calcular el índice del mes 3, hay que estimar primero el precio del informante C como se describió en el punto anterior; pero dado que el informante A introduce un cambio de especificación su precio no debe intervenir en el procedimiento de estimación. Esto es, se tiene en cuenta solamente la variación de precios del informante B, que supondremos para el ejemplo debida a un cambio de real de precio.

Esto es,

$$p_{i3}^3 = \frac{p_{i2}^3}{p_{i2}^2} \times p_{i3}^2 = \frac{10,10}{10,00} \times 8,84 = 8,93$$

$$I_i^3 = \frac{(p_{i2}^3 + p_{i3}^3) / 2}{(p_{i2}^2 + p_{i3}^2) / 2} \times I_i^2 = \frac{(10,10 + 8,93) / 2}{(10,00 + 8,84) / 2} \times 111,638052 =$$

$$= \frac{9,515000}{9,420000} \times 111,638052 = 1,010085 \times 111,638052 = 112,763922$$

El informante A tampoco debe intervenir en el cálculo del índice del mes 3. Esto es,

Puede observarse en el cuadro que para el mes 2 hemos recalculado el promedio (2ºPromedio) para poder compararlo con el mes 3.

Ahora, tenemos lo siguiente:

Informante	precios del mes 2	precios del mes 3	precios del mes 4
1. A	11,00	20,00	20,00
2. B	10,00	10,10	10,10
3. C	8,84	8,93	...
Promedio (\bar{P})	9,46667	9,515000	
Relativo	1,105185	1,010085	
2º Promedio	9,420000		
Índice	111,638052	112,763922	
Coefficiente de Variación (CV)	10,87	8,69	

Veamos como se calcula el índice del mes 4. En este mes podemos introducir al informante A porque el material que está informando ahora tiene la misma especificación que el mes anterior. Entonces debemos recalculer el promedio del mes anterior incluyendo al informante A para estimar por tercera (y última vez) al informante C, con el objeto de obtener el índice del mes 4.

$$P_{i3}^4 = \frac{(P_{i1}^4 + P_{i2}^4) / 2}{(P_{i1}^3 + P_{i2}^3) / 2} \times P_{i3}^3 = \frac{15,05}{15,05} \times 8,93 = 8,93$$

y

$$I_i^4 = \frac{(P_{i1}^4 + P_{i2}^4 + P_{i3}^4) / 3}{P_{i1}^3 + P_{i2}^3 + P_{i3}^3} \times I_i^3 = \frac{13,010000}{13,010000} \times 112,763922 =$$

$$= 1,000000 \times 112,763922 = 112,763922$$

Finalmente, los datos quedan así:

Informante	precios del mes 2	precios del mes 3	precios del mes 4
1. A	11,00	20,00	20,00
2. B	10,00	10,10	10,10
3. C	8,84	8,93	8,93
Promedio (\bar{P})	9,946667	9,515000	13,010000
Relativo	1,105185	1,010085	1,000000
2º Promedio	9,420000	13,010000	
Índice	111,638052	112,763922	112,763922
Coefficiente de Variación (CV)	10,87	8,69	46,75

Recordar: este procedimiento es muy útil, pues le da flexibilidad al índice permitiéndole actualizaciones, pero hay que tener mucho cuidado con su uso. Los cambios en las especificaciones de productos deben ser revisados por personas que tengan conocimientos sobre materiales de construcción para evitar que los cambios de especificaciones se transformen en cambios de materiales y se modifiquen los componentes del índice.

3.2 Tratamiento de altas de informantes

Cuando se incorporan nuevos informantes estos pueden ser introducidos en el cálculo utilizando un procedimiento similar al descrito anteriormente. Siguiendo con nuestro ejemplo supongamos ahora que se incorpora el informante D.

Informante	precios del mes 2	precios del mes 3	precios del mes 4
1. A	11,00	20,00	20,00
2. B	10,00	10,10	10,10
3. C	8,84	8,93	8,93
4. D		11,00	11,00
Promedio (\bar{P})	9,946667	9,515000	12,507500
Relativo	1,105185	1,010085	1,000000
2º Promedio	9,420000	12,507500	
Índice	111,638052	112,763922	112,763922
Coefficiente de Variación (CV)	10,87	8,69	40,51

En el cálculo del índice del mes 3 no intervendrán ni el informante A por cambio de especificación, ni el D por ser el primer mes que brinda información. El índice se calcula de la misma forma que se explicó en el punto anterior.

$$I_i^3 = (9,515000 / 9,420000) \times 111,638052 = 112,763922$$

En el mes 4 podemos introducir a los informantes A y D porque contamos con información tanto en el mes 3 como en el 4. Entonces debemos recalculamos el promedio del mes anterior introduciendo estos dos informantes. El índice del mes 4 será:

$$I_i^4 = (12,507500 / 12,507500) \times 112,763922 = 112,763922$$

3.3 Tratamiento de bajas de informantes

De la misma forma en que una empresa puede incorporarse como informante, otra puede desaparecer. El tratamiento que se utiliza en el índice es similar

a los descritos anteriormente. Veamos una vez más nuestro ejemplo, en el que ahora supondremos que el informante C cierra su empresa en el mes 4.

Informante	precios del mes 2	precios del mes 3	precios del mes 4
1. A	11,00	20,00	20,00
2. B	10,00	10,10	10,10
3. C	8,84	8,93	³
Promedio (\bar{P})	9,946667	9,515000	15,050000
Relativo	1,105185	1,010085	1,000000
2º Promedio	9,420000	15,050000	
Índice	111,638052	112,763922	112,763922
Coefficiente de Variación (CV)	10,87	8,69	46,51

Puede verse que nuevamente repetimos el procedimiento de recalcular el promedio del mes anterior para generar un relativo que sólo mida las variaciones de precios y no los cambios de informantes.

Hasta aquí hemos visto como calcular el índice de un material; ahora veremos como obtener el índice del conjunto de los materiales.

4. Cálculo del índice de materiales

Hemos llegado a la etapa final de este proceso, al momento en que mostraremos con un número todo lo trabajado hasta ahora.

Esta última parte es la más simple, sólo consiste en agregar los índices elementales ya calculados, ponderándolos por su incidencia en el capítulo en el año base. Es decir, cada índice elemental es multiplicado por su ponderación, luego se suman los resultados de estas multiplicaciones y el resultado es el índice de materiales.

³ Este signo es utilizado en el INDEC para consignar un dato no existente

Veamos un ejemplo. Supongamos que nuestro índice cuenta con solo 3 materiales:

Material	Ponderación (w_i)	Índice elemental del mes t
1 (arena)	0,5000	101,013000
2 (cemento)	0,2500	100,350000
3 (cal)	0,2500	103,250000

El índice de materiales se obtendrá por la suma de la multiplicación de cada índice elemental por su ponderación.

$$I'_M = w_1 \times I'_1 + w_2 \times I'_2 + w_3 \times I'_3 =$$

$$= 0,5000 \times 101,013000 + 0,2500 \times 100,350000 + 0,2500 \times 103,250000 =$$

$$= 101,407$$

donde:

I'_M : Índice de materiales en el mes t

w_i : Ponderación del material i

I'_i : Índice elemental del material i en el mes t

Esta etapa es simple y no presentará problemas de análisis si se han trabajado correctamente las etapas anteriores.

5 Presentación de resultados

Con respecto a la cantidad de decimales a utilizar, se debe diferenciar el trabajo de presentación de resultados del de cálculo.

Los datos se consideran con 2 decimales, tanto las cantidades fijas de los materiales como los precios de los informantes que se ingresan mes a mes.

Los cálculos, cuentas intermedias, se realizan con todos los decimales posibles y los resultados se presentan como sigue:

precios promedios:	2 decimales
relativos:	6 decimales
índices y variaciones:	1 decimal
coeficientes de variación:	1 decimal

ANEXO 1

Fórmula de cálculo del Índice del capítulo Materiales

El índice se calcula utilizando una fórmula de tipo Laspeyres.

La expresión de la fórmula Laspeyres es la siguiente:

$$ICC_M^{t,93} = \frac{\sum_i p_i^t \times q_i}{\sum_i \bar{p}_i^{-93} \times q_i} \times 100$$

donde:

$ICC_M^{t,93}$: Índice del capítulo Materiales del Índice del Costo de la Construcción en el período t con base 1993

p_i^t : precio del material i en el período t

q_i : cantidad estimada del material i para el modelo constructivo de referencia

\bar{p}_i^{-93} : precio promedio del material i en el año base 1993

En términos prácticos el cálculo del índice del capítulo Materiales se realiza agregando los índices elementales de cada material. El primer índice que se calcula es el índice del material i. Así, el índice del capítulo puede verse como promedio ponderado de los índices de todos los materiales. Es decir:

$$ICC_M^{t,93} = \sum_i w_i \times I_i^{t,93}$$

donde:

w_i : ponderación del material i en el capítulo Materiales

Estos valores

$$w_i = \frac{\bar{p}_i^{-93} \times q_i}{\sum_i \bar{p}_i^{-93} \times q_i}$$

corresponden a la proporción del costo del material i en el costo total de los materiales del capítulo, calculado para el período base.

Cálculo de los índices elementales para cada material

El procedimiento utilizado parte del cálculo de promedios simples de precios. Las variaciones mensuales se estiman relacionando el promedio simple de los precios de los informantes de cada material para un mes dado con el correspondiente promedio del mes anterior (relativo de precios):

$$\frac{p_i^t}{p_i^{t-1}}$$

donde:

$$p_i^t = \frac{\sum_{j=1}^{n_t} p_{ij}^t}{n_t} \quad \text{y} \quad p_i^{t-1} = \frac{\sum_{j=1}^{n_{t-1}} p_{ij}^{t-1}}{n_{t-1}}$$

siendo:

n_t y n_{t-1} : cantidad de precios (informantes) considerados para el mes t y $t-1$, respectivamente

p_{ij}^t y p_{ij}^{t-1} : precio del material i del informante j en los meses t y $t-1$, respectivamente

La medición mensual de las variaciones de precios resulta más flexible al operar de este modo que si se compara con respecto al año base, dado que es posible realizar tanto sustituciones, bajas o incorporación de nuevos informantes, como cambios de las especificaciones, con el fin de mejorar la representatividad y perdurabilidad del índice. Para esto, en los dos meses se consideran los mismos informantes, con lo cual $n_t = n_{t-1}$.

Por último, el cálculo del índice de precios del material i resulta del encadenamiento de relativos de promedios entre períodos sucesivos:

$$I_i^{t,93} = \frac{p_i^1}{p_i^{93}} \times \frac{p_i^2}{p_i^1} \times \dots \times \frac{p_i^t}{p_i^{t-1}} \times 100$$

de donde resulta:

$$I_i^{t,93} = \frac{p_i^t}{p_i^{t-1}} \times I_i^{t-1,93}$$

ANEXO 2

Obtención de ponderaciones

La valorización a precios del año base 1993 de las cantidades estimadas para cada material permite arribar al costo total de los materiales del capítulo. Las ponderaciones de cada material están dadas por la proporción de su costo, estimado para el año base, en el costo total del capítulo.

Dada la fórmula de Laspeyres utilizada en el cálculo del índice del capítulo, las ponderaciones son fijas, o sea que no cambian durante toda la vida del indicador.

Para la obtención de las mismas es necesario considerar:

- las cantidades requeridas de cada material y
- el promedio de precios para el año base de cada material.

La expresión de la fórmula de cálculo de las ponderaciones es la siguiente:

$$w_i = \frac{p_i^{-93} \times q_i}{\sum_i^n p_i^{-93} \times q_i}$$

siendo

$$\sum_{i=1}^n w_i = 1$$

donde:

n : cantidad de materiales

w_i : ponderación del material i

p_i^{-93} : precio promedio del material i en el año base 1993

q_i : cantidad estimada del material i para el modelo.

El precio promedio de cada material i en el año base, o promedio anual, es el promedio de los doce precios promedio mensuales del material i calculados para el año base.

Veamos un ejemplo. Supongamos que el capítulo materiales se compone de 5 elementos ($n=5$):

Material	unidad de medida	precio promedio de 1993	cantidad	costo del material en 1993	ponderación
i	u	\bar{p}_i	q_i	$\bar{p}_i \times q_i$	w_i
1. Arena fina	m ³	15,00	60,00	900,000000	0,2347
2. Madera para encofrado	m ²	6,00	4,00	24,000000	0,0063
3. Canto rodado	m ³	40,00	7,00	280,000000	0,0730
4. Ladrillo común	millar	120,00	21,00	2520,000000	0,6573
5. Cal	bolsa	5,00	22,00	110,000000	0,0287
TOTAL				3834,000000	1,0000

