

## INFORME DE ENSAYO

### Informe N° 889.458/2014

#### Ensayo de absorción sonora en cámara reverberante

Elemento: FONAC Pro Liso con Pu de 40 [mm] de espesor nominal.

- ISO 354:2003 Acoustics – Measurement of sound absorption in a reverberation room.
- ASTM E795 – 05 Standard practices for mounting test specimens during absorption test.

#### SOLICITADO POR:

SONOFLEX SRL

Paraguay 1059 – (B1707BHK), Villa Sarmiento,  
Buenos aires, Argentina

El resultado obtenido no avala producciones, pasadas, presentes o futuras y es válido sólo para el elemento ensayado, bajo las condiciones estipuladas en el presente documento. El resultado del ensayo puede variar si se cambian los detalles constructivos.

Este informe no debe ser reproducido, excepto en su totalidad, sin la autorización escrita del laboratorio.

No se permite la utilización de la marca IDIEM o su logo, a excepción que sea autorizado en forma escrita.

<b>DIVISIÓN CONSTRUCCIÓN</b>		REF: SII.2936.2014.14-SE	Nº TOTAL DE PÁGINAS: 10
ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:	DESTINATARIO:
 Ángel Navarete T. Jefe De Unidad	Paula Araneda G. Sub-Jefe De División  Richard Inostroza M. Jefe De Sección	 Fernando Yáñez U. Director	Rodrigo Urrutia, SONOFLEX SRL.
FECHA DEL ENSAYO: 25 de abril de 2014		FECHA DEL INFORME: 05 de mayo de 2014	



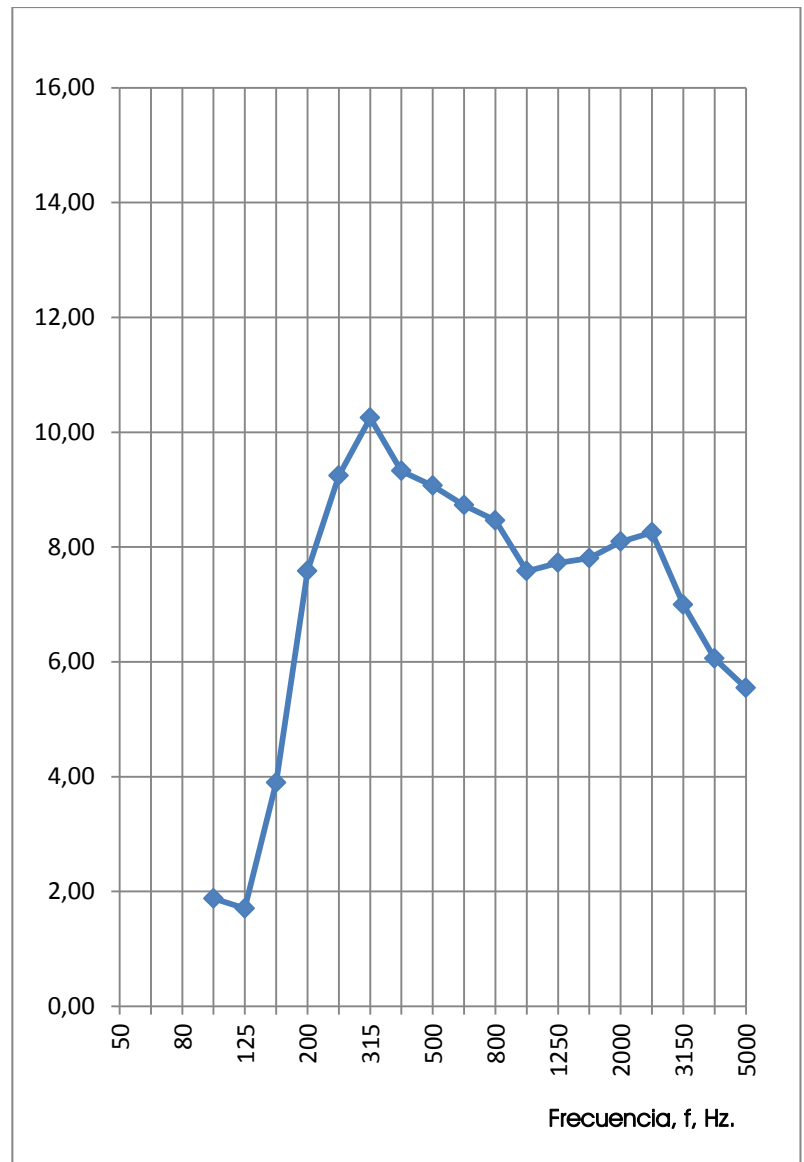
INFORME N° 889.458/2014

Resumen					
Ensayo de absorción sonora en cámara reverberante según ISO 354					
Empresa solicitante:	SONOFLEX SRL	Dirección:	Paraguay 1059 – (B1707BHK), Villa Sarmiento, Buenos aires, Argentina	Solicitado por:	Rodrigo Urrutia.
Identificación del elemento:	FONAC Pro Liso Con Pu de 40 [mm] de espesor nominal			Montado por:	Personal de IDIEM
Recinto de ensayo:	Laboratorio Acústico IDIEM, Plaza Ercilla 883, Santiago	Código de ensayo:	SII.2936.2014.14-SE	Fecha del ensayo:	25 de abril de 2014

Volumen de la cámara reverberante	252,0	m <sup>3</sup>
Tipo de material	Placa denominada por su fabricante como "fonoabsorbente" fabricado en base a espuma flexible, revestida con film de poliuretano (cara visible) de densidad media aparente de 32,0 [Kg/M3], con un largo de 1,20 [m] y un ancho de 1,20 [m] dando un Área total de 1,44 [m2] aproximadamente. Con espesor nominal de 40 [mm].	
	Cámara sin la muestra	Cámara con la muestra
Humedad Relativa	45	43
Temperatura	21,7	22,3
		%
		°C



Área de absorción equivalente por unidad,  $A_{eq}$  Sab m<sup>2</sup>



Frecuencia f [Hz]	Coefficiente de absorción sonora $\alpha$	Frecuencia f [Hz]	Coefficiente de absorción sonora $\alpha$
100	0,15	800	0,66
125	0,13	1000	0,59
160	0,30	1250	0,60
200	0,59	1600	0,61
250	0,72	2000	0,63
315	0,79	2500	0,64
400	0,72	3150	0,54
500	0,70	4000	0,47
630	0,68	5000	0,43

El resultado obtenido es válido sólo para el elemento ensayado.

**NOTA:** Este resumen no reemplaza al informe del cual forma parte.

Fecha: 05 de mayo de 2014

Unidad Acústica  
Plaza Ercilla #883, Santiago. Fono: 978 41 30  
Laboratorio de Acústica

Arica  
Iquique  
Antofagasta  
Coquimbo  
Viña del Mar  
Santiago  
Concepción  
Temuco  
[www.idiem.cl](http://www.idiem.cl)



INFORME N° 889.458/2014

## 1. ALCANCE

El presente informe de ensayo fue solicitado a IDIEM, de la Universidad de Chile, por Rodrigo Urrutia., en representación de SONOFLEX SRL, Paraguay 1059 – (B1707BHK), comuna de Villa Sarmiento, Buenos aires, Argentina.

El objetivo del ensayo es determinar, para una muestra de FONAC Pro Liso con Pu de 40 [mm] de espesor nominal, el coeficiente de absorción sonora en bandas de 1/3 de octavas y el coeficiente de absorción sonora ponderando, de acuerdo a la norma ISO 354:2003.

## 2. EQUIPOS E INSTRUMENTOS

Los equipos e instrumentos utilizados para la realización del ensayo son los siguientes:

- Sonómetro Bruel & Kjaer Type 2270
- Calibrador de nivel sonoro Bruel & Kjaer Type 4231
- Generador de ruido Larson Davis SRC20
- Caja activa JBL EON 15 800W
- Ecuilizador DOD SR231 QXLR
- Termo higrómetro Veto

## 3. INSTALACIONES

Los ensayos de absorción sonora se realizan en la cámara reverberante de Idiem, ubicada en Plaza Ercilla 883, Santiago. Las superficies internas de los muros perimetrales no son paralelas, como tampoco lo es el cielo con respecto al piso. Estos muros son de hormigón, de 40 [cm] de espesor y se encuentran desconectados mecánicamente con un material elastomérico. La cámara posee un volumen de 252 [m<sup>3</sup>] y una superficie total de 243,1 [m<sup>2</sup>], aproximadamente.

## 4. ELEMENTO ENSAYADO

En la Figura 1 se visualiza la muestra bajo prueba, cuya composición, según información proporcionada por el mandante, se detalla en la Tabla 1.



Figura 1 – Láminas de espuma flexible en recinto de ensayo

Tabla 1 – Detalle de la composición del elemento ensayado.

### Detalles

Placa denominada por su fabricante como "fonoabsorbente" fabricado en base a espuma flexible, revestida con film de poliuretano (cara visible) de densidad media aparente de 32,0 [Kg/M<sup>3</sup>], con un largo de 1,20 [m] y un ancho de 1,20 [m] dando un Área total de 1,44 [m<sup>2</sup>] aproximadamente. Con espesor nominal de 40 [mm].

La muestra fue entregada por el mandante.



INFORME N° 889.458/2014

## 5. ACONDICIONAMIENTO Y MONTAJE

Personal de SONOFLEX SRL trajo una muestra de 9 placas de material fonoabsorbente, de 1,20 [m] x 1,20 [m], cada una. Dando un total de 12,9 [m<sup>2</sup>], la cual se acondiciono a una muestra de aproximadamente 12 [m<sup>2</sup>] para el ensayo acústico. La muestra se dispuso dentro de la cámara reverberante del Laboratorio de Acústica de Ildiem, haciendo uso del sector adecuado para el ensayo. En la Figura 2 es posible visualizar el montaje dentro de la cámara.



Figura 2 – Vista del montaje del manto del material fonoabsorbente sobre el piso de la cámara.

La muestra se montó sobre la cámara el día 25 de abril de 2014.

## 6. PROCEDIMIENTO DE ENSAYO

Se determinó la absorción sonora de la muestra, según el método de la fuente interrumpida en cámara reverberante. Para esto se excitó la sala con ruido rosa y se interrumpió la señal para medir el decaimiento del nivel de presión sonora al interior de la cámara vacía y posteriormente colocando la probeta al interior de ésta. En ambas situaciones, los decaimientos se midieron utilizando una posición de fuente, diez posiciones fijas de micrófono distribuidas aleatoriamente al interior de la sala, y 1 decaimientos por posición de micrófono.

En todas las mediciones realizadas, la relación señal/ruido fue mayor a 15 dB.

## 7. DEFINICIONES Y METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN

**Curva de decaimiento promedio:** Curva obtenida mediante el promedio de los datos de decaimiento del nivel de presión sonora, por banda de frecuencia, registrados al interior de la sala después de que la fuente sonora haya cesado su emisión, según la expresión:

$$(L_i) = \frac{1}{N} \sum_{j=0}^N L_{ij} \quad (1)$$

Con:

$i, j$       Enteros,

$(L_i)$       Promedio de los niveles de presión sonora medidos para el dato  $i$ -ésimo en cada uno de los  $N$  decaimientos,

$N$           Número de decaimientos,

$L_{ij}$         Nivel de presión sonora medido en el dato  $i$ -ésimo durante el decaimiento  $j$ -ésimo.



INFORME N° 889.458/2014

**Tasa de decaimiento promedio,  $d'$ :** Negativo de la pendiente de la regresión lineal de primer orden de la curva de decaimiento promedio, determinado por:

$$d' = \frac{6}{M(M^2 - 1)\Delta t} \left[ (M + 1) \sum_{i=1}^M (L_i) - 2 \sum_{i=1}^M i(L_i) \right] \quad (2)$$

Con:

- $d'$  Tasa de decaimiento promedio (dB/s)  
 $M$  Cantidad de puntos de la curva promedio por banda de frecuencia, usados para calcular la tasa de decaimiento promedio.  
 $\Delta t$  Intervalo de salida del analizador en tiempo real, equivalente al tiempo de integración, cuando corresponda, (s).

La cantidad de puntos de la curva promedio por banda de frecuencia,  $M$ , a ser usados para calcular la tasa de decaimiento promedio, es el máximo valor del índice  $i$  para el cual:

$$(L_1) - (L_i) \leq 25 \text{ dB} \quad (3)$$

Donde  $(L_i)$  es el punto de la curva de decaimiento promedio, registrado desde 100 hasta 300 ms después de apagada la fuente de ruido en el ensayo.

**Absorción sonora:** Magnitud de la propiedad que tiene la sala de absorber energía sonora.

$$A = 0,9210 \frac{Vd}{c} \quad (4)$$

$$d = d' - d_{air} \quad (5)$$

$$d_{air} = m'c \quad (6)$$

$$c = 20,047 \sqrt{273,15 + T^\circ C} \quad (7)$$

Con:

- $A$  Absorción sonora, ( $m^2$ ),  
 $V$  Volumen de la sala reverberante, en ( $m^3$ ),  
 $c$  Velocidad del sonido en (m/s),  
 $d$  Tasa de decaimiento corregida, en dB/s,  
 $d'$  Tasa de decaimiento promedio por banda de frecuencia, calculada según el procedimiento de la norma ASTM C423, en dB/s,  
 $d_{air}$  Tasa de decaimiento debido a la absorción del aire, obtenida según la norma ANSI S1.26.  
 $T^\circ C$  Temperatura al interior de la sala en grados Celsius.



INFORME N° 889.458/2014

**Absorción del espécimen, A:** Absorción sonora incorporada a la sala, por introducir dentro de ésta el espécimen de ensayo.

$$A = A_2 - A_1 = 0,9210V \left( \frac{d'_{2} - d_{air,2}}{c_2} - \frac{d'_{1} - d_{air,1}}{c_1} \right) \quad (8)$$

Con:

- A Absorción del espécimen
- A<sub>1</sub> Absorción de la cámara reverberante vacía
- A<sub>2</sub> Absorción de la cámara con el espécimen instalado

Cuando la muestra se compone de varios objetos idénticos, la absorción sonora del objeto individual se obtiene dividiendo A por el número de objetos, n.

**Coefficiente de absorción sonora, α<sub>s</sub>:** Razón entre la absorción de la muestra de ensayo y su superficie S.

$$\alpha_s = \frac{A_2 - A_1}{S} - \alpha_1 \quad (9)$$

Donde α<sub>1</sub> es el coeficiente de absorción de la superficie de la cámara cubierta por el espécimen. Si este coeficiente de absorción de por sí es pequeño, puede despreciarse.

**Promedio de absorción sonora, SAA:** Número único de valoración de la absorción sonora, independiente de la frecuencia, el cual equivale al promedio de los coeficientes de absorción sonora del material, obtenidos según la norma ASTM C423, redondeados al múltiplo de 0,01 más cercano, considerando las bandas de 200 Hz a 2500 Hz, ambas inclusive.

**Coefficiente de reducción de ruido, NRC:** Número único de valoración de la absorción sonora, definido en versiones anteriores de la norma ASTM C423, independiente de la frecuencia, el cual equivale al promedio de los coeficientes de absorción sonora del material, obtenidos según la misma norma, redondeados al múltiplo de 0,05 más cercano, considerando las bandas de 250, 500, 1000 y 2000 Hz.

**8. CONDICIONES AMBIENTALES**

Las condiciones de temperatura y humedad registradas durante el ensayo son las siguientes:

Tabla 2 – Condiciones ambientales durante el ensayo.

Condición sala	Temperatura	Humedad
Sin muestra	21,7 °C	45%
Con muestra	22,3 °C	43%



**9. RESULTADOS**

Según el procedimiento y las condiciones descritas en este informe, el coeficiente de absorción sonora del FONAC Pro Liso Con Pu de 40 [mm] de espesor nominal y por bandas de tercio de octava se indica en la Figura 3.

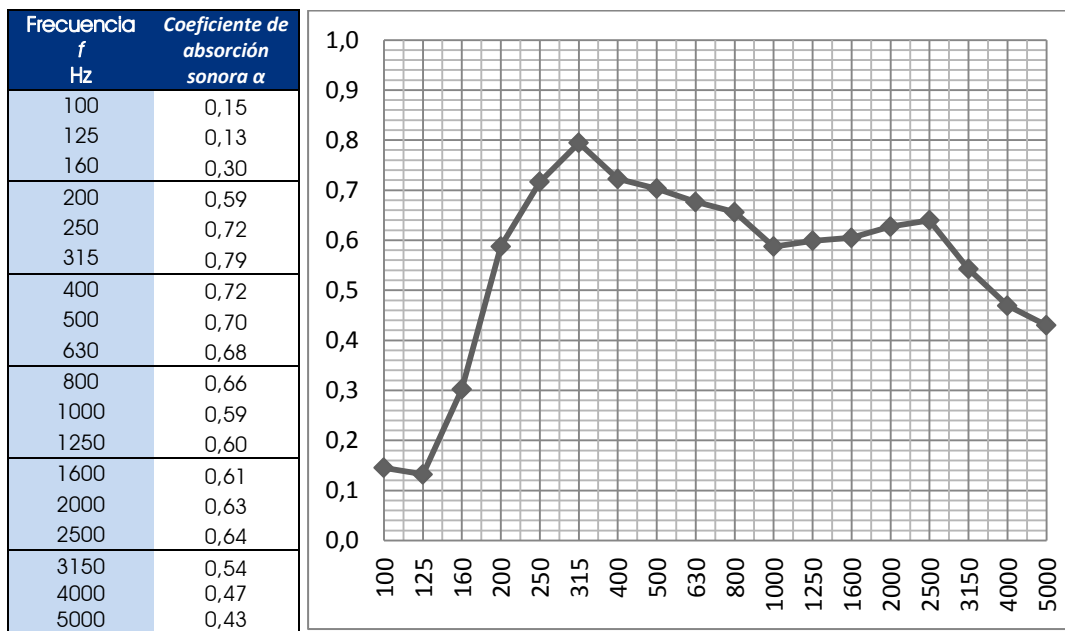


Figura 3 – Resultados en bandas de 1/3 de octava.

En la tabla 3 se observa el coeficiente de absorción sonora ponderado y la clasificación respectiva, Según lo indicado en la norma ISO 11654:1997. Además se muestra el Coeficiente de reducción de ruido NRC, según lo indicado en la norma ASTM C423.

Tabla 3 – Coeficientes de Reducción de Ruido obtenidos de las muestras.

Elemento ensayado	Coefficiente de absorción sonora ponderado $\alpha_w$	Clase de Absorción Acústica	NRC
Placa fonoabsorbente revestida con film de poliuretano	0,60	C	0,66

**Nota:**

1. La clase de absorción acústica y el coeficiente de absorción sonora ponderado no se emplea en los casos donde la aplicación no cubra todo el rango de frecuencias de la curva de referencia.



INFORME N° 889.458/2014

## 10. CONCLUSIÓN

El Coeficiente de absorción sonora por bandas de frecuencia de tercio de octava del FONAC Pro Liso Con Pu de 40 [mm] de espesor nominal de "SONOFLEX SRL." se detalla en la Tabla 4 siguiente.

Tabla 4. Coeficiente de absorción sonora.

Frecuencia f (Hz)	100	125	160	200	250	315	400	500	630
Coeficiente de absorción sonora $\alpha$	0,15	0,13	0,30	0,59	0,72	0,79	0,72	0,70	0,68

Frecuencia f (Hz)	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150	4000	5000
Coeficiente de absorción sonora $\alpha$	0,66	0,59	0,60	0,61	0,63	0,64	0,54	0,47	0,43

El coeficiente de absorción sonora ponderado es:  $\alpha_w = 0,60$

Richard Inostroza M.  
Jefe de Sección  
IDIEM – Universidad de Chile

Paula Aráñeda G.  
Sub-Jefe de División Construcción  
IDIEM – Universidad de Chile

Fernando Yáñez U.  
Director  
IDIEM – Universidad de Chile



JTR/ANT

Santiago, 05 de mayo de 2014.

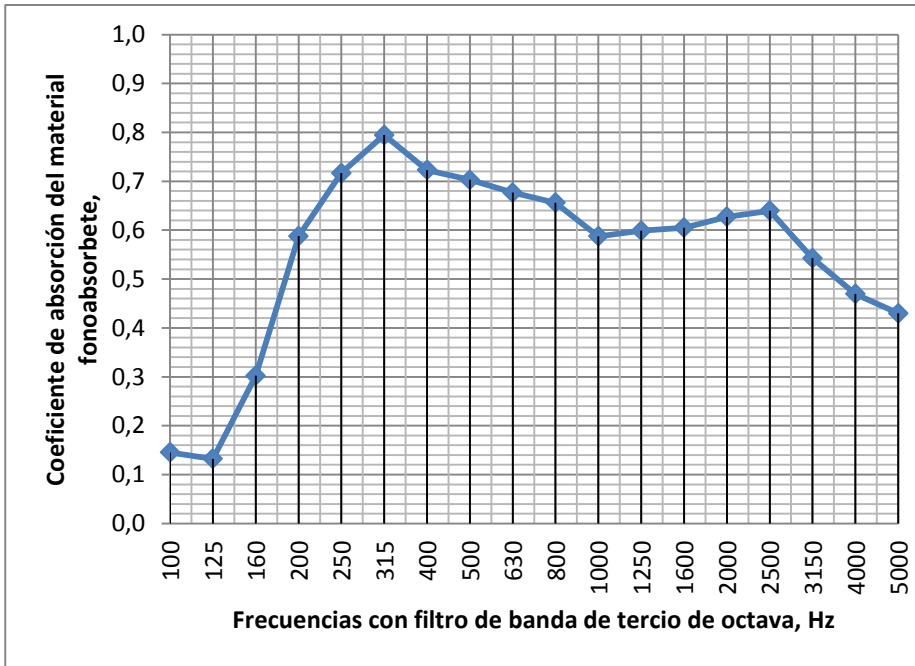




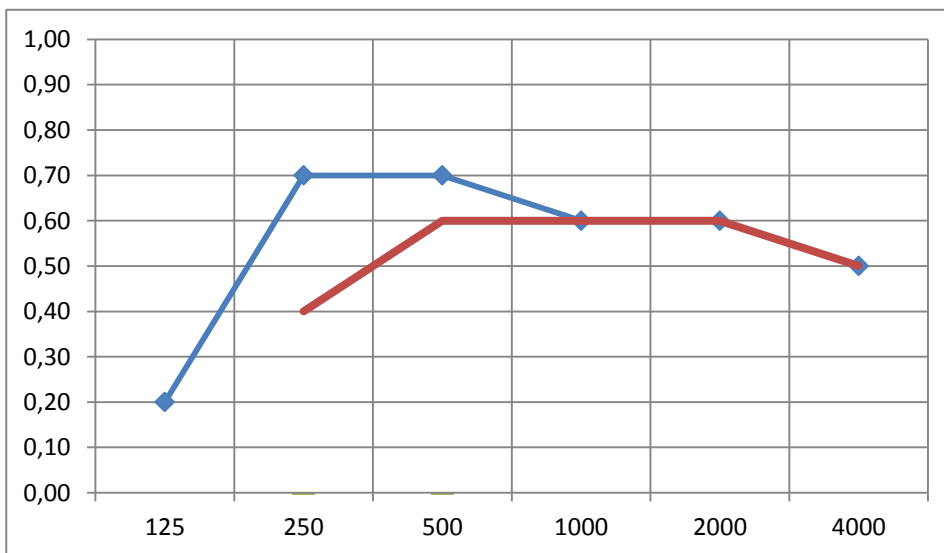
**ANEXOS**

**ANEXO A. Resultados en detalles**

**A.1 Espuma flexible revestida con film de poliuretano de [32 Kg/m<sup>3</sup>]**



Frecuencia 1/3 octava Hz	Coef. de absorción sonora del elemento, $\alpha_s$
100	0,15
125	0,13
160	0,30
200	0,59
250	0,72
315	0,79
400	0,72
500	0,70
630	0,68
800	0,66
1000	0,59
1250	0,60
1600	0,61
2000	0,63
2500	0,64
3150	0,54
4000	0,47
5000	0,43



Frecuencia 1/3 octava Hz	Coef. de absorción sonora práctico del elemento, $\alpha_p$
125	0,20
250	0,70
500	0,70
1000	0,60
2000	0,60
4000	0,50

Coeficiente de absorción Sonora ponderado
$\alpha_w$ : 0,60

Clase de absorción acústica
C

**ANEXO B. Clasificación de absorbentes acústicos**



INFORME N° 889.458/2014

C.1 Clasificación de materiales absorbentes acústicos, para uso en edificios	
Clase de absorción Sonora	$\alpha_w$
A	0,90;0,95;1,00
B	0,80;0,85
C	0,60;0,65;0,70;0,75
D	0,30;0,35;0,40;0,45;0,50;0,55
E	0,25;0,20;0,15
Sin clasificación	0,10;0,05;0,00