



RRA - 1101

## Detalles del comportamiento acústico actual del Teatro Municipal “28 de Febrero” de la ciudad de Mercedes

María Andrea Farina<sup>(a, b)</sup>,  
Valeria Paola Cejas<sup>(a)</sup>,  
Luis Federico Jaureguiberry<sup>(a)</sup>,  
Gustavo Jorge Basso<sup>(a)</sup>.

(a) Cátedra de Acústica Musical, Facultad de Bellas Artes, Universidad Nacional de La Plata. Calle 5 N° 84, La Plata (1900), Argentina. E-mail: basso@isis.unlp.edu.ar

(b) Becaria de Perfeccionamiento, Universidad Nacional de La Plata.

### Abstract

The “Teatro 28 de Febrero” in Mercedes -Departament of Soriano, Uruguay- belongs to the typology of theater with rectangular geometry plant. This paper describes the acoustic analysis of the present state of the hall carried out by researchers of the Facultad de Bellas Artes, Universidad Nacional de La Plata. The activity program included the compilation of the existing documentation, the study of the building, the preparation of the graphical material and the measurements of the acoustic field according to the ISO 3382 Standard, completed in July, 2010.

### Resumen

El Teatro “28 de Febrero” de la ciudad de Mercedes -Departamento de Soriano, Uruguay- corresponde a la tipología de teatro con planta de geometría rectangular. El presente trabajo describe el estudio acústico del estado actual de la sala realizado por investigadores de la Facultad de Bellas Artes de la Universidad Nacional de La Plata. El programa de actividades incluyó la recopilación de la documentación existente, el relevamiento en obra, la confección del material gráfico necesario para la investigación y la medición de campo acústico según norma ISO 3382 realizada en julio de 2010.

## 1. Introducción

Desde el año 2005 se está desarrollando en la Universidad Nacional de La Plata un proyecto de investigación que pretende relevar, medir en norma y estudiar la acústica de al menos las salas más importantes de la República Argentina desde el punto de vista de su uso por la comunidad. En el año 2010 nos encontramos ante la posibilidad de extender el trabajo a la sala que nos ocupa en la República Oriental del Uruguay. El estudio y la comprensión de la acústica de estos espacios constituye una herramienta indispensable para rescatar el valor patrimonial arquitectónico e histórico desde la perspectiva acústica, fundamental a la hora de evaluar cualitativamente su significado para la comunidad.

La base de datos, que ya contiene varios teatros analizados, posee tres nítidos campos de aplicación. En primer término permitirá investigar las posibles relaciones que vinculan las características estilísticas de la música de cada localidad con los espacios concretos en los que se representa. En segundo lugar existe la intención de elaborar un mapa acústico de salas y teatros que permita configurar las hojas de ruta de las agrupaciones artísticas itinerantes -grupos instrumentales de cámara, agrupaciones corales, conjuntos sinfónicos, compañías teatrales, etc. En tercer término, la confección de una base de datos acústicos normalizados permitirá contar con un registro histórico que podrá ser consultado por diferentes motivos, por ejemplo para encarar reformas arquitectónicas o en caso de siniestro. Ante esta última posibilidad es pertinente citar el artículo de Angelo Farina y Regev Ayalon "Recording concert hall acoustics for posterity", en el que los autores destacan la importancia de haber tenido mediciones acústicas normalizadas para la reconstrucción de *La Fenice* de Venecia luego del incendio de 1996.

En este artículo se presenta una descripción general y algunos de los resultados de la medición en norma ISO 3382 del Teatro Municipal 28 de Febrero de la ciudad de Mercedes en el marco del proyecto mencionado.

## 2. La Sala

El 20 de mayo de 1857 se inaugura el primer teatro en la ciudad de Mercedes -Departamento de Soriano, Uruguay- con el nombre de "Teatro Progreso". Tuvo distintos propietarios hasta que en 1980 pasó a ser propiedad del Municipio. Las últimas obras de restauración permiten su reapertura el 19 de diciembre de 2009 cuando pasa a denominarse Teatro "28 de Febrero".

El Teatro se halla ubicado en la esquina de las calles Sarandí y Franklin D. Roosevelt, en la ciudad de Mercedes. La sala corresponde a la tipología de teatro con planta de geometría rectangular y posee una capacidad para 750 personas distribuidas en tres niveles: platea, platea alta y galería.



**Figura 1.** Vista del Teatro 28 de Febrero desde el acceso izquierdo a Platea (fotografía tomada en julio de 2010).



**Figura 2.** Vista del Teatro 28 de Febrero desde la Galería (fotografía tomada en julio de 2010).



**Figura 3.** Vista del Teatro 28 de Febrero desde el escenario (fotografía tomada en julio de 2010).

### **3. Relevamiento y medición acústica**

El programa de actividades incluyó la recopilación de toda la información histórica, arquitectónica y acústica posible, tarea que incluyó la búsqueda del material gráfico -planos y otros documentos-, el relevamiento completo de la obra, la confección del material gráfico necesario para la investigación y la medición de campo acústico según norma ISO 3382.

### 3.1 Metodología de la medición

El día de 29 julio de 2010 se realizaron las mediciones acústicas en el Teatro. Como fuente impulsiva se utilizaron petardos Cadenacci B6 y se empleó un equipo de registro -grabador digital-. La temperatura en la sala durante la medición fue similar a la que se regula en los espectáculos, de 21 °C en Platea con una variación máxima menor que +/-1 °C. La fuente se ubicó en dos puntos diferentes sobre el escenario y se realizaron veintidós registros en diferentes ubicaciones. El estado de ocupación de la sala fue vacío y en ningún momento se registraron más de 2 personas en la misma.

### 3.2 Esquema de posiciones de la fuente y puntos de medición

En la figura 4 se aprecian los puntos de medición en platea y en la figura 5 se aprecian los puntos de medición en platea alta.

En galería se ubicaron cinco puntos de medición en sitios equivalentes a los de platea alta.

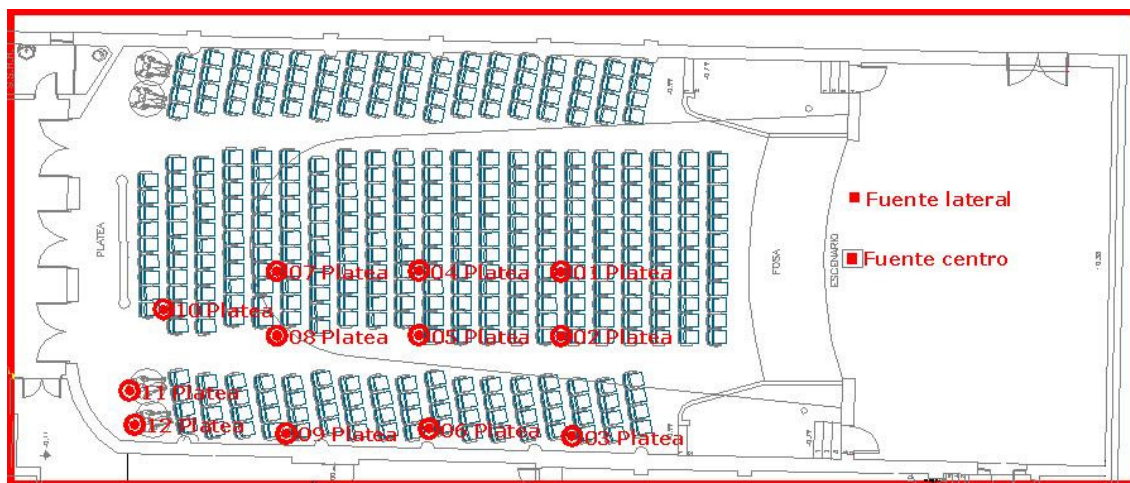


Figura 4. Puntos de medición en platea.

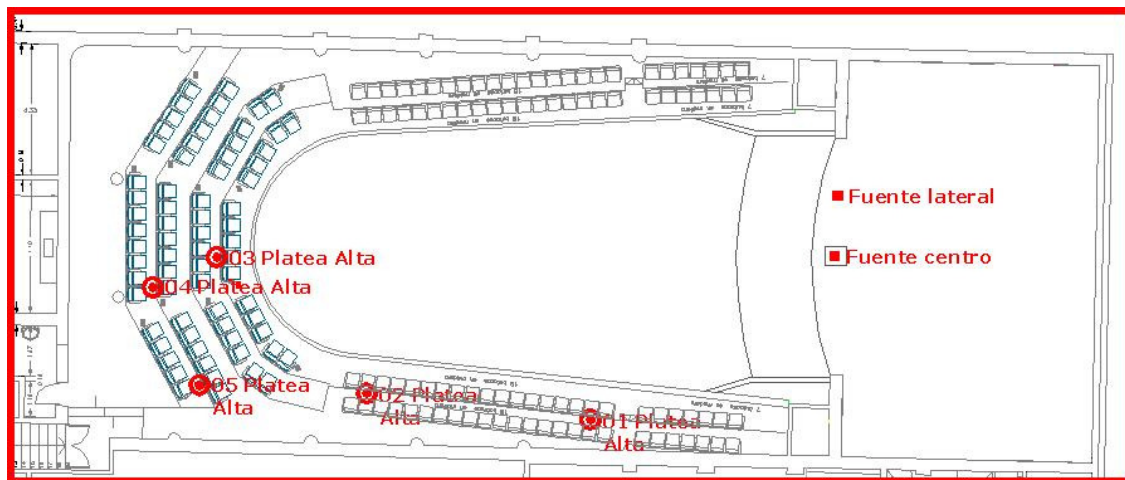


Figura 5. Puntos de medición en platea alta.

### 3.3 Resultados de la medición

Los parámetros elegidos para evaluar la sala fueron: tiempo de reverberación ( $T_{30}$ ), tiempo de decaimiento temprano (EDT) y claridad ( $C_{80}$ ). Los registros almacenados permiten el análisis futuro de otros parámetros definidos en la norma ISO 3382.



3.3.1 T<sub>30</sub>

De acuerdo con la norma ISO 3382, el Tiempo de Reverberación T<sub>30</sub> se define como dos veces el tiempo, expresado en segundos, que tarda el nivel de presión sonora en disminuir desde -5 dB hasta -35 dB a partir de su nivel inicial una vez que cesa la fuente acústica.

En la Tabla 1 se muestran los valores de T<sub>30</sub> obtenidos en todas las posiciones de adquisición con la fuente ubicada en posición lateral izquierda.

Tabla 1. T<sub>30</sub> [s] - Fuente lateral izquierdo escenario.

Posición	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz
01 Platea	1,59	1,28	1,13	1,05	1,11	1,02	0,75
02 Platea	1,61	1,30	1,11	1,02	1,09	1,03	0,78
03 Platea	1,61	1,41	1,15	1,07	1,17	1,12	0,83
04 Platea	1,56	1,30	1,08	1,06	1,12	1,07	0,79
05 Platea	1,66	1,25	1,13	1,05	1,14	1,09	0,82
06 Platea	1,79	1,32	1,12	1,08	1,19	1,11	0,87
07 Platea	1,76	1,30	1,07	1,01	1,13	1,09	0,85
08 Platea	1,67	1,39	1,14	1,04	1,22	1,16	0,82
09 Platea	2,03	1,37	1,13	1,11	1,27	1,22	0,85
10 Platea	1,82	1,35	1,13	1,06	1,18	1,13	0,85
11 Platea	1,78	1,38	1,12	1,10	1,20	1,10	0,82
12 Platea	1,57	1,41	1,11	1,06	1,18	1,11	0,85
01 Platea Alta	1,69	1,36	1,12	1,05	1,06	0,94	0,67
02 Platea Alta	1,85	1,37	1,10	1,07	1,06	0,96	0,71
03 Platea Alta	1,79	1,29	1,12	1,07	1,07	0,95	0,72
04 Platea Alta	1,81	1,32	1,11	1,05	1,06	0,95	0,72
05 Platea Alta	1,75	1,36	1,13	1,12	1,10	1,00	0,73
01 Galería	1,74	1,36	1,08	1,06	1,02	0,89	0,64
02 Galería	1,75	1,40	1,11	1,09	0,99	0,91	0,65
03 Galería	1,73	1,41	1,17	1,06	0,99	0,88	0,64
04 Galería	1,76	1,40	1,11	1,02	0,98	0,89	0,66
05 Galería	1,77	1,52	1,14	1,04	0,97	0,86	0,67

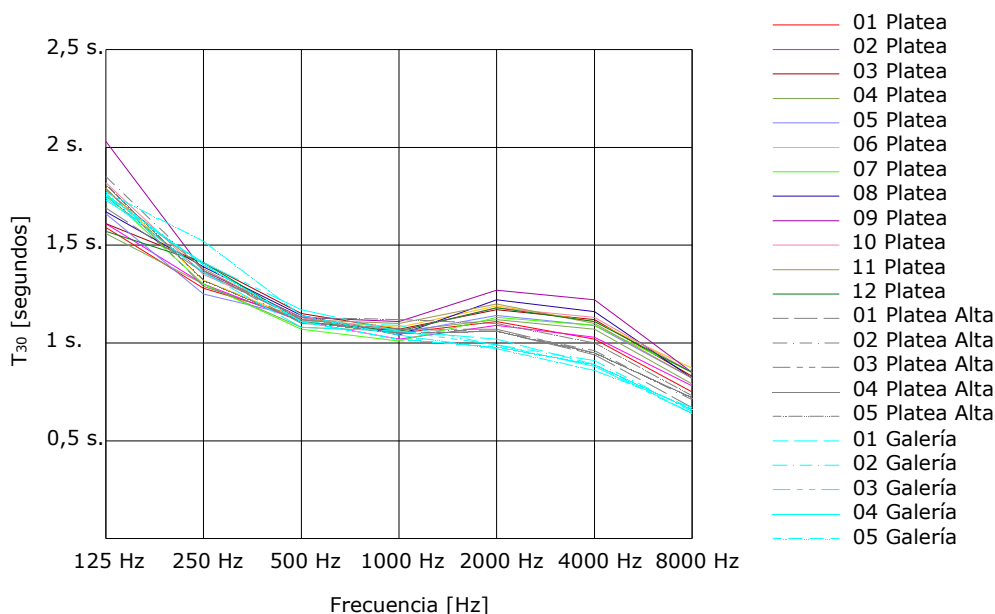


Figura 6. T<sub>30</sub> [s] - Fuente lateral izquierdo escenario.

En la Tabla 2 se muestran los valores promedio de  $T_{30}$  para dos posiciones de fuente y un promedio global de la sala. La escasa diferencia entre los valores obtenidos con las fuentes acústicas ubicadas en diferentes posiciones nos indica una gran homogeneidad espacial ante fuentes acústicas orquestales de gran tamaño o ante fuentes puntuales en movimiento, por ejemplo actores durante una representación dramática.

**Tabla 2.**  $T_{30}$  [s] - Promedio de todos los puntos de medición - Fuente centro escenario (FCE), Fuente lateral izquierdo escenario (FLIE) y Promedio global que incluye las dos ubicaciones de la fuente (AF).

	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz
<b>Promedio (FCE)</b>	1,61	1,36	1,15	1,06	1,01	1,03	0,76
<b>Promedio (FLIE)</b>	1,73	1,36	1,12	1,06	1,10	1,02	0,76
<b>Promedio (AF)</b>	1,67	1,36	1,14	1,06	1,06	1,03	0,76

### 3.3.2 EDT

De acuerdo con la norma ISO 3382, el Tiempo de Decaimiento Temprano EDT (*Early Decay Time*) es seis veces el tiempo, expresado en segundos, que tarda el nivel de presión sonora de la respuesta al impulso en disminuir los primeros 10 dB (entre 0 dB y -10 dB), a partir de su nivel inicial una vez que cesa la fuente acústica. En la tabla 3 se pueden ver los valores de EDT obtenidos en diferentes posiciones de la sala.

**Tabla 3.** EDT [s] - Fuente lateral izquierdo escenario.

Posición	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz
01 Platea	0,20	0,54	1,22	0,89	0,88	0,70	0,57
02 Platea	0,10	1,00	0,90	0,93	0,85	0,68	0,59
03 Platea	--	1,26	0,97	1,16	1,19	0,76	0,66
04 Platea	--	1,04	0,85	1,05	0,76	0,79	0,63
05 Platea	0,59	0,77	1,06	0,99	1,08	0,90	0,68
06 Platea	1,07	1,40	1,14	1,06	1,05	0,93	0,62
07 Platea	0,28	0,82	1,06	0,95	1,02	0,77	0,58
08 Platea	0,60	0,89	0,94	1,10	1,01	0,86	0,57
09 Platea	1,30	1,10	1,03	0,98	1,10	0,98	0,69
10 Platea	1,06	1,38	1,06	1,13	1,04	1,19	0,60
11 Platea	0,88	1,22	1,08	1,10	1,17	1,22	0,70
12 Platea	1,16	1,01	1,29	1,06	1,12	1,12	0,69
01 Platea Alta	0,24	1,34	1,40	0,97	0,83	0,79	0,60
02 Platea Alta	1,12	1,18	1,06	1,08	0,88	0,84	0,55
03 Platea Alta	0,60	0,82	1,04	0,75	0,80	0,74	0,49
04 Platea Alta	0,84	0,95	1,07	1,07	0,84	0,75	0,52
05 Platea Alta	0,96	0,97	1,14	1,03	0,91	0,70	0,52
01 Galería	0,19	1,03	1,13	1,10	0,86	0,76	0,46
02 Galería	1,93	1,27	1,05	0,85	0,85	0,68	0,46
03 Galería	0,90	1,36	0,87	0,81	0,77	0,51	0,42
04 Galería	1,25	0,94	1,15	0,87	0,71	0,55	0,46
05 Galería	1,46	1,21	1,09	0,84	0,75	0,72	0,49

El EDT presenta una dispersión mucho mayor que el  $T_{30}$  -el EDT es particularmente sensible a la ubicación relativa de los puntos de emisión y recepción-.

Como en el caso del  $T_{30}$ , se observa una escasa diferencia entre los valores de EDT obtenidos con las fuentes acústicas ubicadas en diferentes posiciones, que ratifica la homogeneidad espacial del escenario.

**Tabla 4.** EDT [s] - Promedio de todos los puntos de medición - Fuente centro escenario (FCE), Fuente lateral izquierdo escenario (FLIE) y Promedio global que incluye las dos ubicaciones de la fuente (AF).

	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz
<b>Promedio (FCE)</b>	0,81	1,11	1,02	0,95	0,95	0,84	0,55
<b>Promedio (FLIE)</b>	0,84	1,07	1,07	0,99	0,93	0,82	0,57
<b>Promedio (AF)</b>	0,83	1,09	1,05	0,97	0,94	0,83	0,56

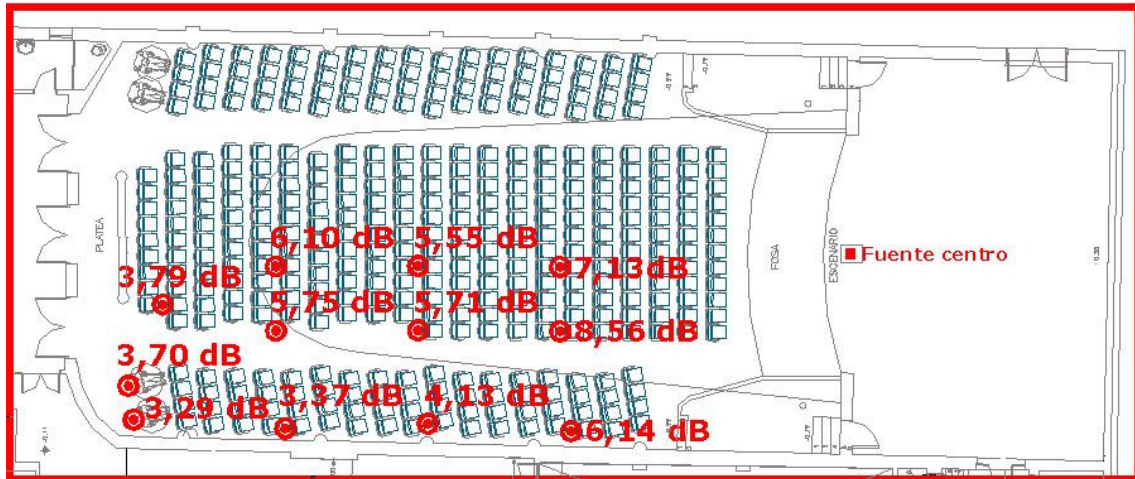
**3.3.3 C<sub>80</sub>**

De acuerdo con la norma ISO 3382, la Claridad a 80 ms C<sub>80</sub> es una relación energética que compara la energía recibida durante los primeros 80 milisegundos con la recibida durante el resto del proceso de decaimiento del campo sonoro.

Se define con la siguiente expresión:

$$C_{80} = 10 \log \frac{\int_0^{0,08} h^2(t) dt}{\int_{0,08}^{\infty} h^2(t) dt} \text{ dB}$$

En la que  $h(t)$  es la presión sonora instantánea de la respuesta impulso medida en el punto de medición.



**Figura 7.** C<sub>80</sub> [dB] - Distribución espacial de C<sub>80</sub> en platea. Fuente centro escenario.

En la figura 7 se muestran, para cada una de las ubicaciones, los promedios que corresponden a todas las bandas de octava. La distribución de los valores de C<sub>80</sub> en la platea presenta valores inferiores bajo la bandeja de la platea alta.

**4. Conclusiones**

Los valores de los parámetros medidos coinciden con los descritos en la literatura especializada para teatros para música con planta de geometría rectangular. Sin embargo, la sala no resulta espacialmente pareja tal como lo evidencian los valores de T<sub>30</sub>, EDT y C<sub>80</sub>, especialmente en el área de platea bajo la platea alta (lo cual fue corroborado en la prospección auditiva) y presenta una escasa sensibilidad al cambio de posición de las fuentes en el escenario.

Tanto en la prospección auditiva como en los registros realizados no se detectaron focalizaciones ni ecos.

La información obtenida en el *Teatro Municipal 28 de Febrero* forma parte del conjunto de datos acústicos de auditorios y teatros y será comparada sistemáticamente con el resto de las salas consignadas en la base de datos en desarrollo.

**Referencias**

- Basso et al. (2005). "Diagnóstico del comportamiento acústico actual del Salón Auditorio "Dr. Raúl Scalabrini Ortíz" del Pasaje Dardo Rocha de la Municipalidad de La Plata". *Actas del Primer Congreso Iberoamericano de Investigación Artística y Proyectual*. La Plata, Argentina.
- Basso et al. (2008). "Proyecto de remodelación del "Cine Teatro Colón" - Sala Cultural (Casa de España/ATE). Ciudad de Santa Fe. Dispositivos de control del ruido por emisión e inmisión y configuración del campo acústico interior". *Asociación de Acústicos Argentinos, Federación Iberoamericana de Acústica*. Buenos Aires, Argentina.
- Basso et al. (2008). "Estudio acústico del Auditorio "Roberto Rollié" de la Facultad de Bellas Artes de la U.N.L.P". *Asociación de Acústicos Argentinos, Federación Iberoamericana de Acústica*. Buenos Aires, Argentina.
- Basso et al. (2009). "Estudio acústico del Teatro Municipal Coliseo Podestá de la ciudad de La Plata.". *Asociación de Profesores de la Facultad de Ciencias Exactas e Ingeniería de la Universidad Nacional de Rosario*. Rosario, Argentina.
- Basso et al. (2010). "Estudio acústico del Teatro de Cámara de City Bell". *Actas de la 5ta. Jornada de Investigación en disciplinas Artísticas y Proyectuales* La Plata, Argentina.
- Beranek, Leo (1988). "Acoustical Measurements". Acoustical Society of America, Woodbury, NY.
- Beranek, Leo (1996). "Concert Halls and opera houses: How they sound", Acoustical Society of America, New York.
- Bradley, John S. (2005). "Using ISO 3382 measures, and their extensions, to evaluate acoustical conditions in concert halls". *Acoustical Science and Technology*, Vol. 26 No. 2 pp.170-178.
- Farina A., Ayalon R. (2003). "Recording Concert Hall acoustics for posterity". *24th AES International Conference: Multichannel Audio, The New Reality*, Banff, Alberta, Canada.
- Farina el al. (2010). "El Teatro Español de Magdalena a través de su acústica", en *Actas del Segundo Congreso Internacional de Acústica UNTREF*. Bs. As. Argentina
- Kuttruff, H. (1991). "Room Acoustics". Elsevier Applied Science, Londres.
- Norma ISO 3382 - 1997.