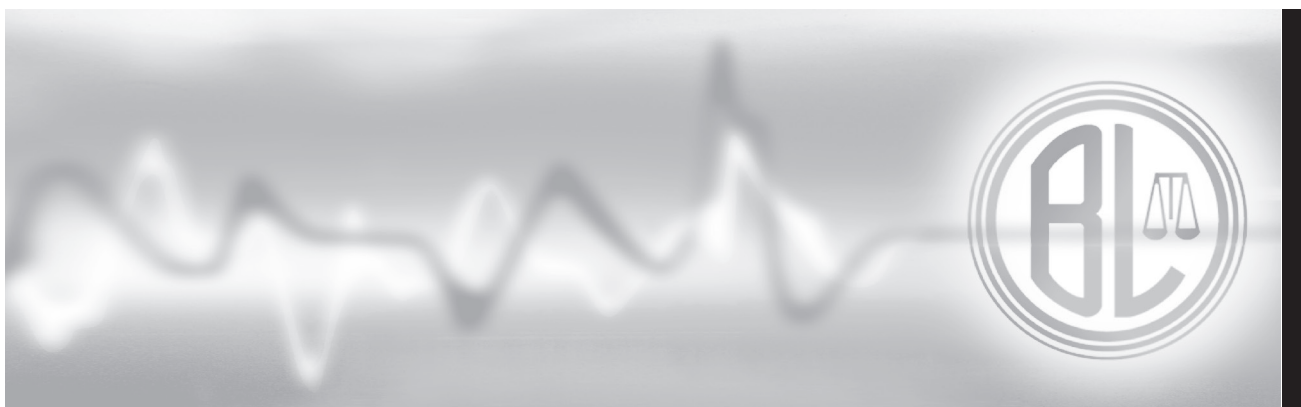


Vibration equipment division

N600

ANALIZADOR DE ESPECTRO BICANAL Y EQUILIBRADOR

MANUAL DE USO Y MANTENIMIENTO



www.cemb.com

CEMB S.p.A.
Via Risorgimento, 9
23826 MANDELLO del LARIO (Lc) Italy

**Traducción de las instrucciones originales*



ÍNDICE GENERAL

1.	DESCRIPCIÓN GENERAL	5
1.1	EQUIPAMIENTO ESTÁNDAR	5
1.2	ACCESORIOS OPCIONALES	5
1.3	CONEXIONES	6
1.4	BATERÍA	7
1.5	RECOMENDACIONES GENERALES	7
2.	VISTA GENERAL	8
2.1	FUNCIONES/BOTONES EN EL PANEL DE CONTROL	8
2.2	FUNCIONES DE CARÁCTER GENERAL	10
2.2.1	FUNCIONES ASOCIADAS CON LA FASE DE MEDIDA	10
2.2.2	FUNCIÓN "OTRAS FUNCIONES..."	10
2.2.3	FUNCIONES PARA OPERAR EN LOS GRÁFICOS	11
2.2.4	GUARDAR MEDIDAS	13
2.2.5	PARA CAPTURAR Y GUARDAR LAS IMÁGENES MOSTRADAS	14
3.	PANTALLA INICIAL (MENÚ)	15
4.	MODO SETUP	16
4.1	SETUP DE LOS SENSORES	16
4.1.1	TIPO DE SENSOR	16
4.1.2	SENSIBILIDAD DEL SENSOR	17
4.1.3	FOTOCÉLULA	17
4.2	SETUP MEDICIÓN	18
4.2.1	UNIDAD DE MEDIDA	18
4.2.2	TIPO DE MEDIDA	18
4.2.3	UNIDAD DE FRECUENCIA	19
4.2.4	FRECUENCIA MÁX	19
4.2.5	N.º DE LÍNEAS	19
4.2.6	N.º DE MEDIAS	19
4.3	GENERAL SETUP	20
4.3.1	FECHA	20
4.3.2	HORA	20
4.3.3	IDIOMA	20
4.3.4	SISTEMA DE MEDIDA	20
4.3.5	TIME ZONE	20
4.3.6	ACTUALIZACIÓN DEL FIRMWARE	20
5.	MODO VIBRÓMETRO	22
5.1	VIBRÓMETRO - PANTALLA DE MEDIDA	22
5.1.1	IMPRESIÓN DIRECTA DEL VALOR DE VIBRACIÓN (OPCIONAL)	22
5.2	MONITORIZACIÓN EN TIEMPO	23
5.3	MONITORIZACIÓN EN VELOCIDAD	23
6.	MODO ANALIZADOR FFT	25
6.1	ANÁLISIS DE ESPECTRO (FFT)	25
6.2	CURSOR ARMÓNICO	25
6.3	FUNCIÓN FORMA DE ONDA	26

6.4	SETUP TRIGGER	26
6.4.1	<i>MODOS</i>	27
6.4.2	<i>CANAL</i>	27
6.4.3	<i>UMBRAL</i>	28
7.	MODO EQUILIBRADOR	29
7.1	SELECCIÓN DEL PROGRAMA DE EQUILIBRADO	30
7.1.1	<i>NUEVO PROGRAMA - SETUP EQUILIBRADO</i>	30
7.1.1.1	<i>NÚMERO DE PLANOS</i>	30
7.1.1.2	<i>PRECISIÓN DEL FILTRO</i>	30
7.1.2	<i>CARGAR UN PROGRAMA DESDE UN ARCHIVO</i>	31
7.1.3	<i>USAR EL PROGRAMA ACTUAL</i>	31
7.1.4	<i>COPIA DEL ARCHIVO EN LA MEMORIA USB</i>	31
7.2	SECUENCIA DE CALIBRADO	32
7.3	EJECUCIÓN DE UNA MEDIDA	33
7.3.1	<i>PESO DE PRUEBA</i>	33
7.4	MEDIDA DEL DESEQUILIBRIO Y CÁLCULO DE LA CORRECCIÓN	34
7.5	DESCOMPOSICIÓN DEL PESO DE CORRECCIÓN	36
7.6	GUARDADO DE UN PROGRAMA DE EQUILIBRADO	37
8.	FUNCIONALIDAD DEL ARCHIVO	38
8.1	ABRIR PROYECTO EXISTENTE	38
8.2	CAMBIAR PUNTOS SELECCIONADOS	39
8.3	PROYECTO NUEVO	40
8.4	IMPORTAR PROYECTOS DE UNIDAD USB	40
8.5	EXPORTAR PROYECTOS A UNIDAD USB	40
8.6	ELIMINAR PROYECTOS	41
9.	FUNCIONES DEL ARCHIVO	42
9.1	CARGAR IMAGEN	42
9.2	ELIMINAR IMÁGENES	43
10.	PROGRAMA CEMB N-Pro (OPCIONAL)	44
10.1	REQUISITOS DE SISTEMA	44
10.2	INSTALACIÓN DEL SOFTWARE	44
10.3	INSTALACIÓN DE LOS DRIVER PARA LA COMUNICACIÓN CON LOS INSTRUMENTOS N100 Y N300 (SÓLO PARA VERSIÓN 1.3.4 O ANTERIOR)	45
10.4	INSTALACIÓN DE LOS DRIVER PARA LA COMUNICACIÓN CON LOS INSTRUMENTOS N100 Y N300 (SÓLO PARA VERSIÓN 1.3.5 O SUPERIOR)	46
10.5	ACTIVACIÓN DEL SOFTWARE	47
10.6	UTILIZO DEL SOFTWARE	48
10.6.1	<i>BARRA DE FUNCIONES</i>	48
10.7	CONFIGURACIONES GENERALES	49
10.8	LECTURA DE LOS DATOS DESDE EL INSTRUMENTO N100 o N300	50
10.9	ARCHIVO DE DATOS IMPORTADOS DESDE EL INSTRUMENTO N100 o N300	51
10.10	LECTURA DE DATOS DESDE EL INSTRUMENTO N600	51
10.11	VISUALIZACIÓN DE LOS DATOS PRESENTES EN EL ARCHIVO	52
10.12	FUNCIONES ESPECÍFICAS PARA LOS GRÁFICOS DEL ESPECTRO	52
10.13	MEDICIÓN DEL VALOR SÍNCRONO DE VIBRACIÓN (SÓLO PARA STRUMENTI N100 E N300)	53
10.14	DATOS DE EQUILIBRADO (SÓLO PARA STRUMENTI N100 E N300)	54
10.15	GENERACIÓN E IMPRESIÓN DE CERTIFICADOS (INFORMES)	54
10.16	GENERACIÓN E IMPRESIÓN DE CERTIFICADOS DE MEDICIONES MÚLTIPLES (MULTI-REPORT)	55



Apéndice A

DATOS TECNICOS	56
-----------------------	-----------

Apéndice B

CRITERIOS DE EVALUACIÓN	58
--------------------------------	-----------

Apéndice C

GUÍA PARA INTERPRETAR UN ESPECTRO	62
--	-----------

Apéndice D

SENSOR LÁSER PARA INSTRUMENTOS CEMB N	68
--	-----------

Apéndice E

INFORMACIÓN PARA CREAR TEMPLATE (PLANTILLAS) PERSONALIZADOS PARA LOS CERTIFICADOS GENERADOS POR EL PROGRAMA CEMB N-PRO	69
---	-----------

Anexo: Precisión de equilibrado para giratorios rígidos





1. DESCRIPCIÓN GENERAL

El equipo N600 se entrega junto con sus accesorios en un maletín especial donde conviene guardarlo después de cada uso para evitar el riesgo de dañarlo durante el transporte.



1.1 EQUIPAMIENTO ESTÁNDAR

- 2 transductores acelerómetros 100mV/g
- 2 cables de conexión para los transductores L 2,5 m
- 1 cable en espiral Heavy Duty L 2 m
- 2 bases magnéticas Ø 25 mm
- 2 puntas de prueba
- 1 fotocélula láser hi-speed 250000 rpm completa con elemento recto y base magnética
- 1 rollo de cinta reflectante
- 1 pendrive USB para transferir datos
- Regla angular
- Cargador de baterías
- Clavija universal
- Maletín con bandolera
- Manual de instrucciones

1.2 ACCESORIOS OPCIONALES

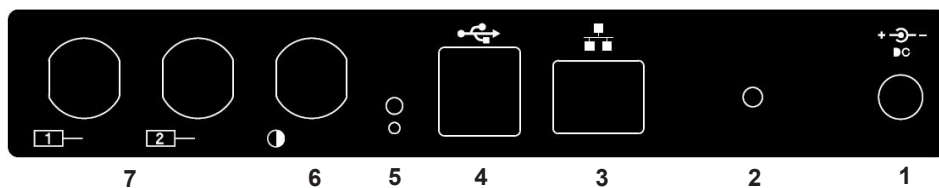
- Impresora térmica Bluetooth para imprimir directamente los certificados en papel térmico normal o adhesivo
- Funda protectora
- Transductor acelerómetro tipo DM-40 completo con cable de conexión y base magnética
- Sensor de proximidad tipo ARA-18 completo con piqueta, cable y base magnética
- Cable de conexión para transductores de 5 metros de largo
- Cable de extensión de 10 metros para transductores
- Cable de extensión de 10 metros para fotocélula
- Software CEMB ADS para archivo, gestión e impresión de datos



DESPUÉS DE LA CONEXIÓN DE LA IMPRESORA VIA BLUETOOTH ES NECESARIO ESPERAR 5 SEGUNDOS PARA COMPLETAR EL PROCESO AUTOMÁTICO DE RECONOCIMIENTO E INICIALIZACIÓN. SOLO ENTONCES SERÁ POSIBLE IMPRIMIR PULSANDO LA TECLA F3



1.3 CONEXIONES



- 1 Cargador de batería
- 2 Zona de disipación de valor interno (electrónica)
- 3 Puerto de red (útil para conectar el instrumento a un ordenador y compartir una carpeta para el intercambio de datos entre dos elementos)
- 4 2 portas USB tipo A (master)
- 5 Tecla de reset del instrumento
- 6 Led indicador de carga de la batería
- 7 Entrada fotocélula
- 8 2 entradas, para los canales de medida

Para conectar los transductores y la fotocélula, simplemente introduzca el conector en la toma correspondiente hasta oír un clic de bloqueo; asegúrese que el conector de seguridad esté correctamente alineado como se muestra en la figura.



Para extraer el conector apriete su parte final (azul o amarilla) y al mismo tiempo tire del cuerpo principal del conector (gris) para liberarlo.



ATENCIÓN!

EVITE TIRAR DEL CONECTOR CON DEMASIADA FUERZA ANTES DE HABERLO DESBLOQUEADO COMO SE DESCRIBE PUESTO QUE PODRÍA DAÑARSE.



1.4 BATERÍA

El equipo N600 dispone de una batería de litio recargable incorporada que permite una autonomía de más de 8 horas en condiciones normales de uso.

El estado de carga de la batería lo muestra un icono en la esquina superior derecha de la pantalla.



batería completamente descargada



batería parcialmente descargada



batería casi descargada (cuando aparece, el aparato todavía tiene casi una hora de autonomía)



batería agotada: se debe proceder a una recarga dentro de 5 minutos

En estas condiciones, se interrumpen las mediciones activas que aún no han sido guardadas.



ATENCIÓN!

SE RECOMIENDA FIRMEMENTE RECARGAR LA BATERÍA CON EL EQUIPO APAGADO PUESTO QUE LA CARGA TOTAL SE REALIZA EN MENOS DE 5 HORAS Y SE EVITA ASÍ QUE EL CARGADOR DE BATERÍA ESTE CONECTADO DEMASIADO TIEMPO (MÁX 12 HORAS)



ATENCIÓN!

LA BATERÍAS DE LITIO ESTÁN FABRICADAS PARA RESISTIR SIN PROBLEMAS LOS CICLOS DE CARGADESCARGA, INCLUSO DIARIOS, PERO PUEDEN DAÑARSE SI SE DESCARGAN COMPLETAMENTE. POR ESTA RAZÓN, ES RECOMENDABLE VOLVER A CARGAR LA BATERÍA POR LO MENOS UNA VEZ CADA 3 MESES, AUNQUE EL EQUIPO NO HAYA SIDO UTILIZADO



COMO EL CONSUMO ES MAYOR CUANDO EL VISUALIZADOR LCD ESTA ILUMINADO, ÉSTE SE APAGA AUTOMÁTICAMENTE DESPUÉS DE 2

MINUTOS SIN PULSAR NINGÚN BOTÓN. AL PULSAR CUALQUIER BOTÓN (EXCEPTO  Y LOS DEL TECLADO ALFANUMÉRICO) EL VISUALIZADOR SE ILUMINA DE NUEVO.

1.5 RECOMENDACIONES GENERALES

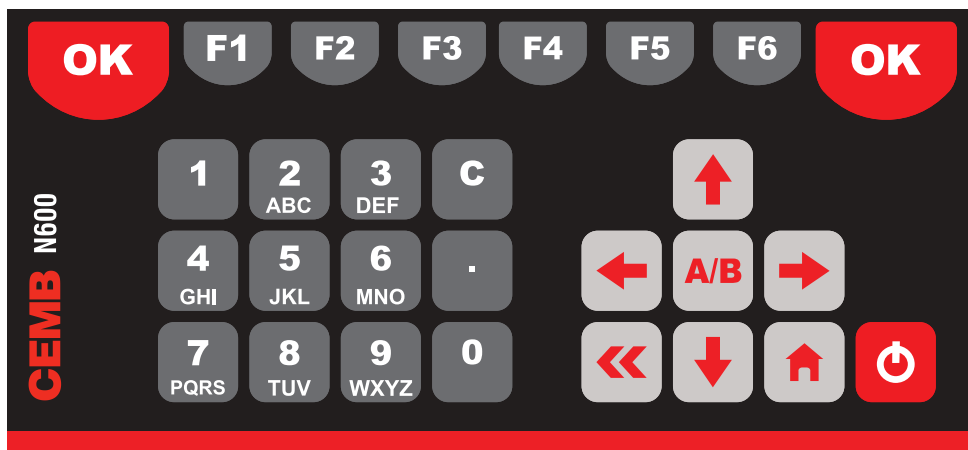
Guarde y use el equipo lejos de fuentes de calor y de campos electromagnéticos (inversers y motores eléctricos de alta potencia).

La precisión de medida se puede ver afectada por el cable de conexión entre el transductor y el equipo. Por lo tanto se recomienda lo siguiente:

- no permita que el cable pase cerca de cables de alimentación
- coloque siempre los cables de forma perpendicular cuando se crucen con cables de potencia
- use siempre el cable más corto posible; las líneas flotantes pueden actuar como antenas activas o pasivas.

2. VISTA GENERAL

2.1 FUNCIONES/BOTONES EN EL PANEL DE CONTROL



El panel de control del equipo CEMB N600 tiene un teclado en el que varias funciones o botones pueden ser subdivididos por funciones:

► Botón on / off



Pulse este botón para conectar el equipo; pulsándolo durante más de 3 segundos el equipo se apaga, luego libere el pulsador



DESPUÉS DE PULSAR , EL EQUIPO ESTÁ LISTO SOLO PARA EL USO DESPUÉS DEL PROCEDIMIENTO DE PUESTA EN MARCHA, SEÑALADO POR LA APARICIÓN DE LA PANTALLA PRINCIPAL ( **PANTALLA INICIAL - MENÚ**).

DESPUÉS DE HABER APAGADO EL APARATO DEBE ESPERARSE UNOS 30 SEGUNDOS ANTES QUE SEA POSIBLE VOLVER A ENCENDERLO..

► Botones para navegar por las páginas



Al pulsar este botón en la pantalla de ajustes se confirman los ajustes seleccionados, permitiendo pasar a la siguiente pantalla. En cambio, en la pantalla de medida tiene la función de iniciar/detener la medida actual ( **INICIAR / DETENER LA ADQUISICIÓN**).



PARA FACILITAR EL USO DEL EQUIPO A LOS ZURDOS, EL BOTÓN  ESTÁ SITUADO A AMBOS LADOS DE LA PANTALLA.



Cuando se pulsa este botón, se sale de la pantalla actual para regresar a la anterior sin tomar en cuenta ningún cambio en los ajustes

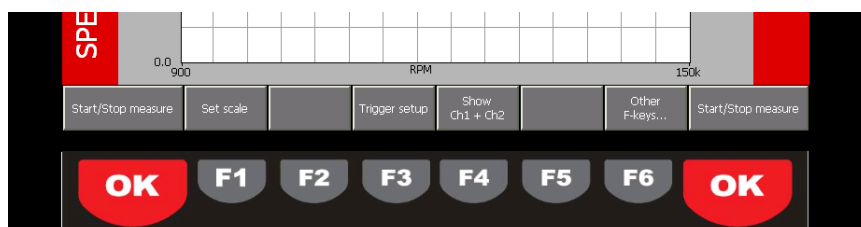


Se usa para regresar a la página principal, desde cualquier otra página.

► Teclas de función



Cada tecla de función está unida a varias funciones en diferentes pantallas. Estas funciones están indicadas en cada caso individual por las inscripciones mostradas en el interior de la pantalla: cada una de estas funciones son activadas pulsando la tecla situada debajo de ellas.

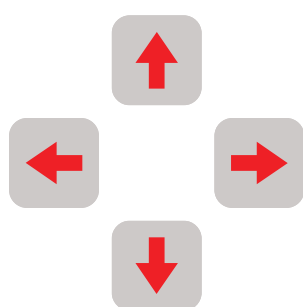


En las pantallas de ajuste son usadas para ajustar varios parámetros, cada uno indicado por un número correspondiente a la tecla de función que ha de ser pulsada para modificarlo.

► Tecla tab

A/B Esta tecla solo puede ser usada cuando se muestran dos gráficos en la misma página; al pulsarla cambia el gráfico activo en el cual las funciones seleccionadas se van a aplicar. El gráfico activo puede ser identificado por el símbolo situado en su parte derecha.

► Teclas cursor



Cuando se muestra un gráfico, estas teclas incrementan o decrementan respectivamente el valor mínimo o máximo del eje X (,) o del eje Y (,). En cambio, cuando se introduce un valor para un parámetro, cambian el cursor a la derecha o la izquierda (,) e incrementan o decrementan el valor en cuestión (,).

► Teclado alfanumérico

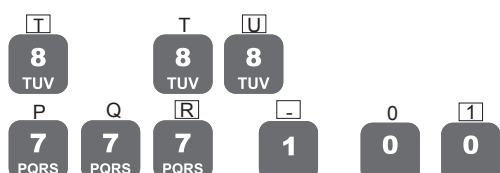


Este teclado sirve para introducir caracteres alfanuméricos en los campos que no permiten solo selecciones por defecto. Cuando es posible introducir solo números, funciona como un teclado numérico normal.

Para introducir un carácter, pulse una tecla repetidamente para cambiar los caracteres asignados a éste (por ejemplo. M N O 6) hasta que aparezca el deseado. El cursor pasa automáticamente a la siguiente posición después de una pausa de un segundo, o al pulsar otra tecla.

Con **C** es posible borrar el carácter a la izquierda del cursor.

Por ejemplo, para escribir "TUR-1" se pulsa:





EL ICONO  INDICA QUE LAS MAYÚSCULAS ESTÁN ACTIVADAS (SELECCIONABLE CON LA TECLA ) O MINÚSCULAS 
(SELECCIONABLES CON ).

► Tecla de captura de imágenes



Pulsando esta tecla es posible capturar la imagen presente en la pantalla, abriendo una pantalla que permite almacenarla ( **CAPTURA Y ALMACENADO DE IMÁGENES MOSTRADAS**).

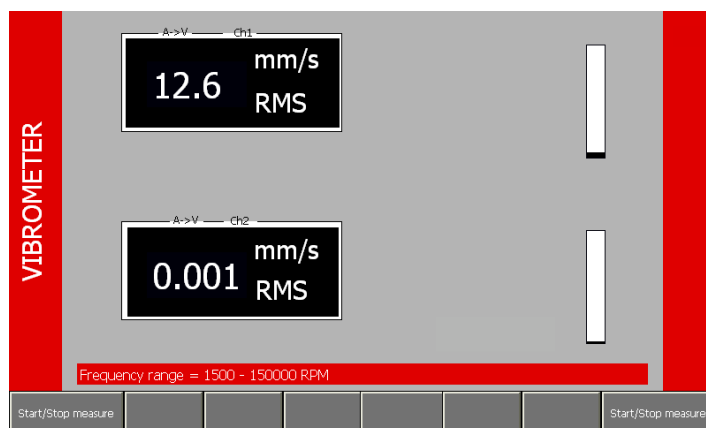
2.2 FUNCIONES DE CARÁCTER GENERAL

Además de muchas funciones específicas para cada propósito diferente y descritas en sus respectivas secciones, hay algunas funciones de carácter general que se describen a continuación.

2.2.1 FUNCIONES ASOCIADAS CON LA FASE DE MEDIDA

► Iniciar / detener la adquisición

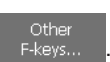
En todos los cuadros de medida se inicia la adquisición pulsando  y se finaliza pulsando nuevamente . El estado activo de adquisición es fácilmente reconocible (excepto en la función de equilibrado) por la presencia de una barra indicadora de nivel de la señal en entrada para cada uno de los canales activados.



En cambio, en las funciones de equilibrado, este estado es señalado por una indicación de la calidad de medida en progreso ( **EJECUCIÓN DE LA MEDIDA**).

2.2.2 FUNCIÓN “OTRAS FUNCIONES...”

Con más de seis funciones accesibles en una pantalla, no hay suficientes teclas de función para todas; en estos casos, la

tecla  hace la función de .

Pulsando esta tecla se sustituyen las funciones correspondientes a   con otras cinco. Las cinco primeras pueden recuperarse pulsando nuevamente .



2.2.3 FUNCIONES PARA OPERAR EN LOS GRÁFICOS

► Fijar la escala

Set scale	permite seleccionar la función para la modificación de los valores mínimos y máximos de los ejes en un gráfico; de este modo es posible mostrar solo la zona de mayor interés. Su activación hace disponibles las siguientes subfunciones:
Back	abandonar la función Fijar la escala
xmin	prefijar el valor mínimo del eje x
xmax	prefijar el valor máximo del eje x
Ymin	prefijar valor mínimo del eje y
Ymax	prefijar el valor máximo del eje y
Autoscale	fijar los límites de ejes para que sean coherentes con los datos del gráfico.

El valor del límite seleccionado ($x_{\min}$, $x_{\max}$, $Y_{\min}$ o $Y_{\max}$, mostrado en letras blancas sobre fondo negro), puede ser incrementado o disminuido pulsando las teclas , para el eje X, Y , para el eje Y.



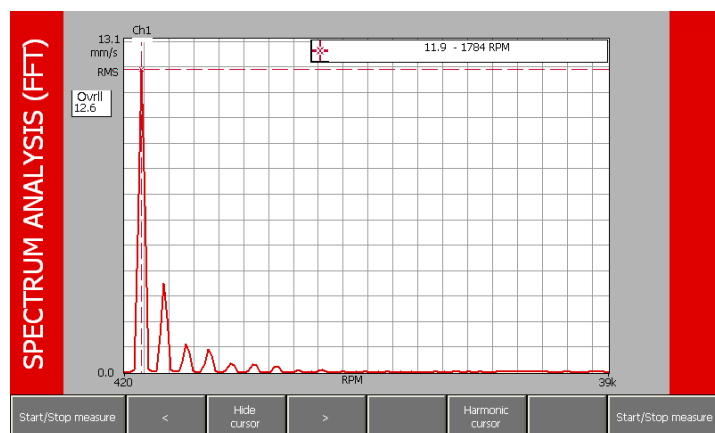
LA MEDIDA PUEDE SER INICIADA CON AINCLUSO CUANDO FIJAR ESCALA ESTÁ ACTIVADO, PERO SE SALE INMEDIATAMENTE DE ESTA FUNCIÓN..



CUANDO APARECEN DOS GRÁFICOS AL MISMO TIEMPO EN PANTALLA, LAS FUNCIONES DE ESCALA OPERAN EN EL GRÁFICO ACTIVO (IDENTIFICADO POR EL SÍMBOLO). PARA CAMBIAR EL GRÁFICO ACTIVO, PULSE LA TECLA .

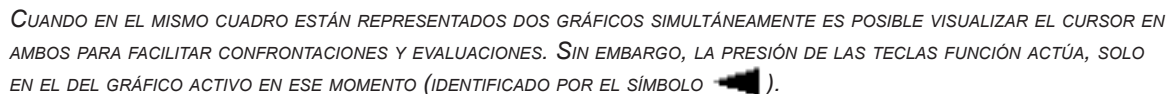
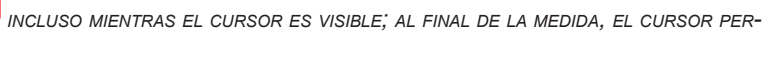
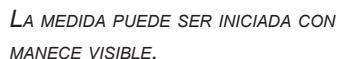
► Uso del cursor

Para una mejor lectura e interpretación de los datos mostrados, con F2 es posible introducir el cursor en cualquier gráfico, siempre y cuando la parte visible no esté vacía. Una ventana en la esquina superior derecha del gráfico contiene las coordenadas del punto donde está el cursor.



El cursor puede desplazarse un paso a la derecha o a la izquierda usando respectivamente las teclas F1 o F3 .

Para alcanzar rápidamente los puntos desde la posición actual, mantenga pulsado F1 o F3 . Con F2 se oculta el cursor.

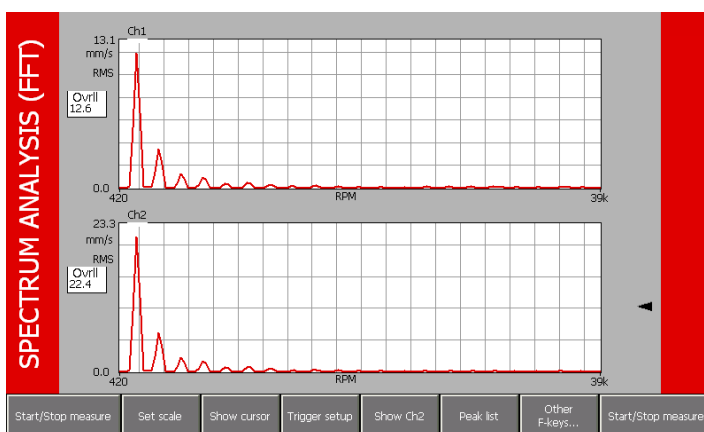


EL GRÁFICO ACTIVO PUEDE CAMBIARSE PULSANDO LA TECLA **A/B**.

► **Cambio del canal mostrado**

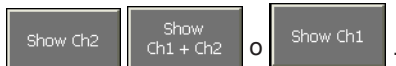
Si están habilitados los dos canales de medida, son posibles varios tipos de presentación:

- solo gráfico del canal 1
- solo gráfico del canal 2
- gráficos de los canales 1 y 2 simultáneamente



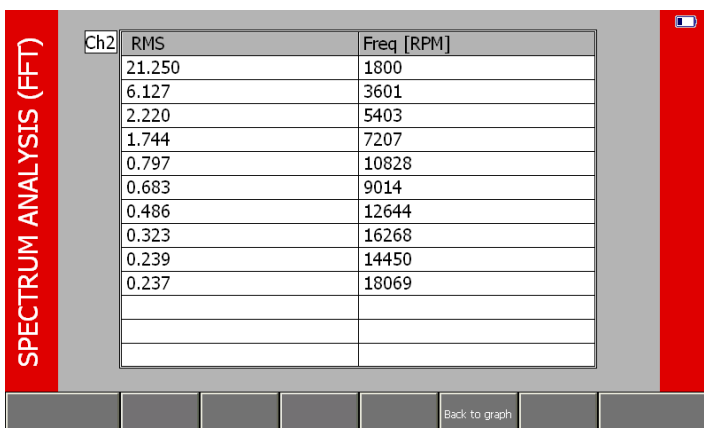
Para pasar de una presentación a otra pulse repetidamente

que corresponde en cada caso a las opciones

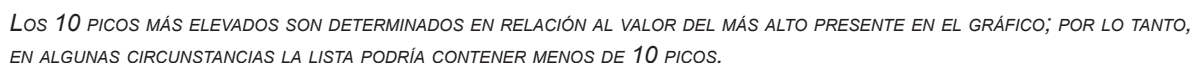


► **Lista de picos**

Seleccionado esta función aparece una tabla con los 10 picos de valor más elevado presentes en la zona del gráfico visualizada, asociados a la posición correspondiente. Su valor se calcula aplicando al gráfico un algoritmo de interpolación que permite por ejemplo individuar en una FFT incluso picos no situados en correspondencia de una de las líneas del espectro (uso más frecuente).



Pulsando F5 [Back to graph](#) se sale de esta función y vuelve a proponer el/los gráfico/s.



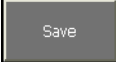


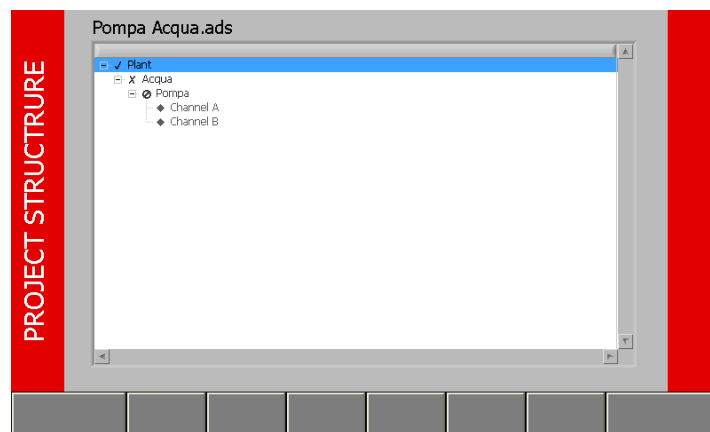
SI SE VEN LOS GRÁFICOS DE LOS DOS CANALES, LA LISTA DE PICOS ES CALCULADA POR EL ACTIVO, (IDENTIFICABLE POR EL SÍMBOLO ).

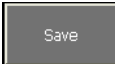
2.2.4 GUARDAR MEDIDAS

El instrumento N600, estructurado según la lógica de las rutas (recorridos) de medición, permite guardar fácilmente los datos adquiridos; para ello, hay disponibles dos tipos de rutas (**FUNCIONALIDAD DEL ARCHIVO**):

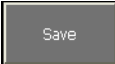
- route soft
- route strict

Si se utiliza el tipo Route Soft, la presión de  permite visualizar la pantalla ESTRUCTURA OBJETO relativa al eje correspondiente a la ruta activada en ese momento. Todos los puntos de medición individuales, identificados con el símbolo , permite guardar los datos varias veces.



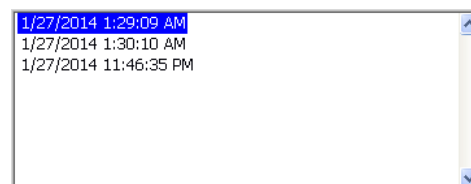
La selección del punto de medición en que se guardará la medida tomada se realiza con las flechas  y , luego, basta presionar  para guardar la medida en el punto seleccionado.

Si se ha hecho una adquisición bicanal, la medida de los dos canales se guarda automáticamente en el mismo archivo.

Si se utiliza el tipo Route Strict, al pulsar la tecla F5  aparecerá una ventana emergente para indicarle al usuario que la medida se ha guardado correctamente.



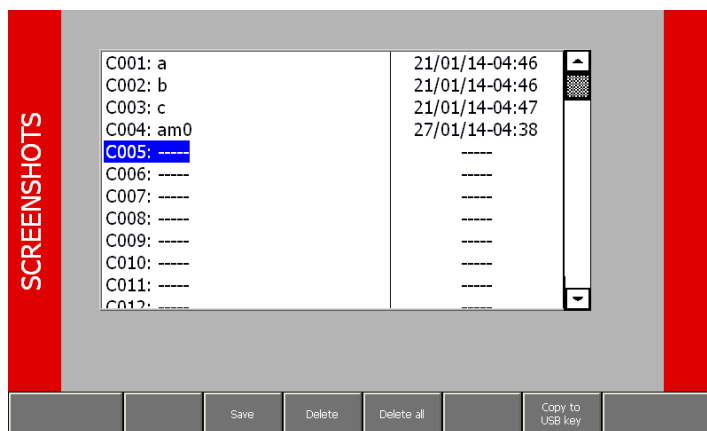
LA TECLA , ACCESIBLE PULSANDO LA TECLA , PERMITE RECARGAR LAS MEDIDAS PREVIAMENTE ELABORADAS.

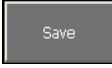


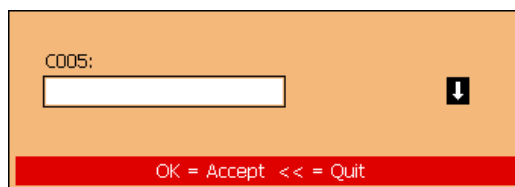
MEDIANTE LAS FLECHAS  Y , SELECCIONAR LA MEDIDA QUE SE QUIERE RECARGAR (INDICADA POR LA FECHA MM/DD/AAAA Y LA HORA HH:MM:SS DE ADQUISICIÓN) Y CONFIRMAR PULSANDO LA TECLA .

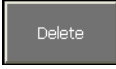
2.2.5 PARA CAPTURAR Y GUARDAR LAS IMÁGENES MOSTRADAS

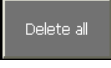
En todas las pantallas del equipo N600, la imagen mostrada en la pantalla puede ser capturada con  y guardada en formato png en un archivo apropiado. Esta imagen puede ser usada luego para acompañar la documentación producida por el operador.



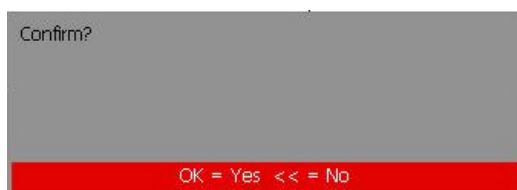
Para seleccionar la posición donde guardar pulse las flechas  y , y luego pulse F2  para mostrar el pop-up donde introducir el nombre requerido, como se explica en **TECLADO ALFANUMÉRICO**.



Para borrar una imagen y vaciar la correspondiente posición en el archivo, simplemente pulse la tecla F3 .

En cambio con F4  es posible vaciar completamente el archivo de imágenes.

Al presionar las teclas de arriba, aparecerá la siguiente ventana emergente para solicitar que se confirme la operación mediante la tecla  o bien que se abandone mediante la tecla .



Por último, pulsando la tecla F6 , todos los archivos de imágenes guardados en el instrumento se copiarán en una carpeta "Screenshots" que se creará automáticamente en la unidad USB conectada al instrumento.



CADA VEZ SE QUIERAN GUARDAR IMÁGENES NUEVAS DE LOS CUADROS EN LA MISMA UNIDAD **USB**, SE CREARÁN EN LA CARPETA "SCREENSHOTS" OTRAS SUBCARPETAS NOMBRADAS CON FECHA Y HORA.

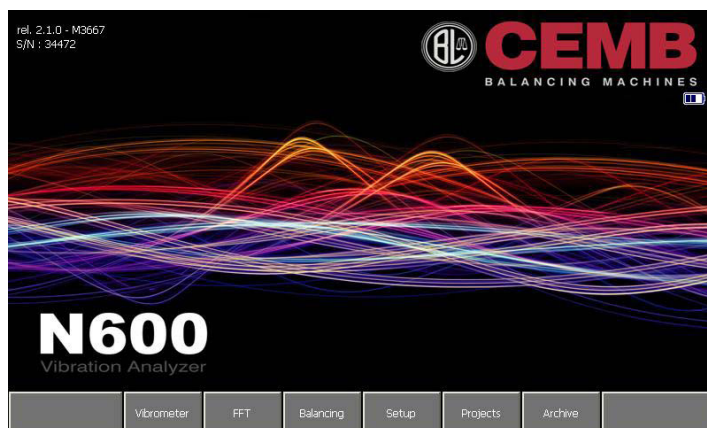


LAS TECLAS  Y , INCREMENTAN O DISMINUYEN RESPECTIVAMENTE DE 10 EN 10 LA POSICIÓN SELECCIONADA, POR LO QUE SON USADAS PARA UN DESPLAZAMIENTO RÁPIDO POR LA LISTA.



3. PANTALLA INICIAL (MENÚ)

Después de encendido el equipo N600, en la pantalla principal aparece:



que además muestra la siguiente información:

- logo del fabricante y nombre del equipo
- número de serie (S/N) del equipo
- versión del programa instalado
- estado de la batería:

> completamente cargada

> parcialmente cargada

> casi descargada

> descargada

> aparato en carga (conexión al cargador de baterías suministrado)

como todo un menú que nos permite seleccionar los modos disponibles, que son los siguientes:

► Modo vibrómetro

- medida del valor total y del sincrónico de vibración
- medida y memorización de la marcha en vibración en función del tiempo o la velocidad del giratorio

► Modo analizador FFT

- descomposición de la vibración en las frecuencias de sus componentes
- indicación de la forma de onda de la vibración

► Modo equilibrado

- equilibrado de giratorios

► Modo Setup

- ajuste de las características de los sensores conectados al equipo
- ajuste de los parámetros generales de funcionamiento del equipo

► Gestión de proyectos

- apertura de un proyecto existente
- modificación de los puntos de medición seleccionables en un proyecto durante una campaña de mediciones en campo
- creación de un proyecto nuevo (solo Route Soft)
- importación de proyectos nuevos (Route Soft y Route Strict) de unidad USB
- almacenamiento de proyectos con datos guardados en la unidad USB
- eliminación de proyectos existentes

► Archivo

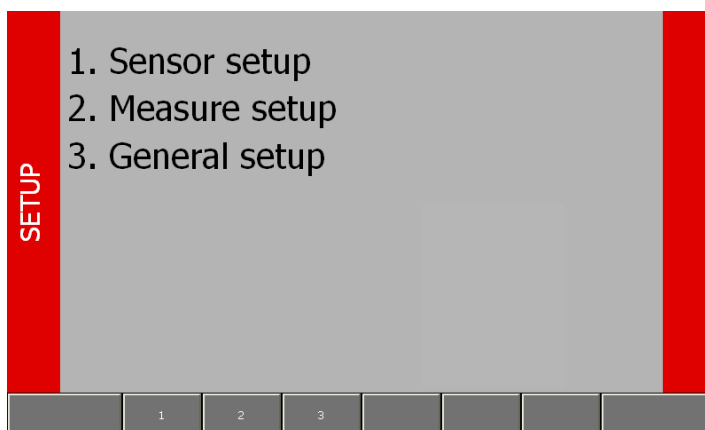
- cargar una imagen de la pantalla previamente capturada
- eliminar una o todas las imágenes de la pantalla previamente capturadas



ES POSIBLE REGRESAR A ESTA PANTALLA DESDE CUALQUIER OTRA PULSANDO



4. MODO SETUP

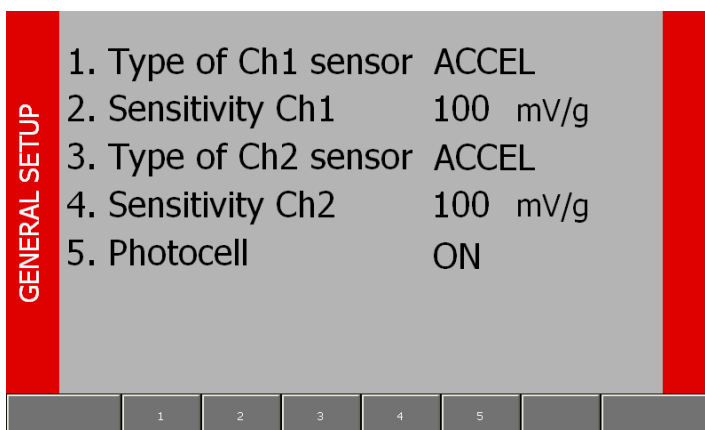


Esta función permite hacer todos los ajustes de configuración posibles en el instrumento N600.

En específico, dichos ajustes son:

- Setup sensores: configuración de los sensores que dialogan con el instrumento mediante una interfaz
- Setup medición: configuración de los parámetros de medición
- Setup general: configuración de los parámetros de uso general del equipo.

4.1 SETUP DE LOS SENSORES



El equipo N600 puede ser usado con varios tipos y modelos de sensores. Por lo tanto, para asegurar una medida correcta, es necesario fijar de forma exacta el tipo de sensibilidad de los sensores actualmente conectados.



AUNQUE EL EQUIPO PUEDE FUNCIONAR CORRECTAMENTE CON CUALQUIER COMBINACIÓN DE SENSORES, ES ACONSEJABLE CONECTAR SENSORES DEL MISMO TIPO Y MODELO EN LOS DOS CANALES.

4.1.1 TIPO DE SENSOR

Puede seleccionarse cualquiera de las siguientes posibilidades:

- **OFF** : sensor no presente (o mantener este canal apagado)
- **ACCEL** : acelerómetro
- **VELOC** : sensor de velocidad
- **DISPLC** : sensor de proximidad (sin-contacto)



NO ES POSIBLE FIJAR LOS DOS CANALES EN **OFF**; AL MENOS UNO DE LOS DOS DEBE ESTAR ACTIVADO.



AUNQUE LA UNIDAD DE MEDIDA REQUERIDA PUEDE DIFERIR DE LA NORMAL DEL SENSOR, SON POSIBLES SOLO LAS SIGUIENTES COMBINACIONES.

TIPO DE SENSOR	MEDIDA REQUERIDA
ACCEL	aceleración, velocidad, desplazamiento
VELOC	velocidad, desplazamiento
DISPLC	desplazamiento



EL INSTRUMENTO N600 ESTÁ EN CONDICIONES DE DETERMINAR AUTOMÁTICAMENTE SI A UN CANAL HABILITADO (ES DECIR, NO PLANTEADO EN OFF EN EL SETUP SENSORES) NO ESTÁ CONECTADO NINGÚN SENSOR Y LO INDICA MOSTRANDO EL SÍMBOLO  EN PROXIMIDAD DE LA BARRA DE SEÑAL DEL CANAL CORRESPONDIENTE (SOLO DURANTE LA MEDIDA). PARA EVITAR SU VISUALIZACIÓN SE ACONSEJA DESHABILITAR EL CANAL EVENTUALMENTE NO UTILIZADO, PLANTEANDO OFF.



ATENCIÓN!

LA APARICIÓN DE ESTE SÍMBOLO PARA UN CANAL AL CUAL UN SENSOR EN REALIDAD ESTÁ CONECTADO, INDICA UN POSIBLE MALFUNCIONAMIENTO DEL SENSOR O UN PROBLEMA EN LA CONEXIÓN (POR EJEMPLO EL CABLE PUEDE HABERSE CORTADO).

EN ESTE CASO ES ACONSEJABLE HACER ALGUNAS PRUEBAS CONECTANDO AL CANAL EN CUESTIÓN UN SENSOR SE FUNCIONAMIENTO SEGURO, SI LA INDICACIÓN PERSISTE, CONTACTE A LA ASISTENCIA CEMB.

4.1.2 SENSIBILIDAD DEL SENSOR

Es el número de voltios por unidad producidos por el sensor; para los diferentes tipos se expresa en:

TIPO DE SENSOR	SENSIBILIDAD	VALOR TÍPICO
ACCEL	mV/g	100
VELOC	mV/(mm/s)	21,2
DISPLC	mV/μm	4



ATENCIÓN!

ALGUNOS MODELOS PUEDEN TENER UNA SENSIBILIDAD DISTINTA DE LA DE LOS VALORES TÍPICOS; PRESTE ATENCIÓN A LA DOCUMENTACIÓN DEL SENSOR Y FÍJELO CORRECTAMENTE.

4.1.3 FOTOCÉLULA

Es posible configurar la activación, o bien el circuito de alimentación de la fotocélula. Configurando el parámetro en ON, la fotocélula recibirá alimentación constante desde el momento en que se conecta al instrumento.



EN CASO DE QUE LA FOTOCÉLULA NO ESTÉ HABILITADA AL SELECCIONAR UN PROGRAMA QUE REQUIERE DE SU USO, UNA VENTANA EMERGENTE SOLICITARÁ SU ACTIVACIÓN.

4.2 SETUP MEDICIÓN

En caso de análisis mediante el uso de una Route Soft, esta función permite configurar las programaciones necesarias tanto para obtener una medida correcta de valor global (overall), por medio de la función Vibrómetro, como para resaltar en el espectro las informaciones significativas, separándolas del ruido de fondo que no puede eliminarse, relacionadas con la función FFT.

MEASURE SETUP	1. Measurement unit	mm/s						
	2. Measurement type	RMS						
	3. Unit of frequency	RPM						
	4. Max frequency	150000						
	5. N° of lines	800						
	6. N° of averages	1						
Accept		1	2	3	4	5	6	Accept



EN CASO DE ANÁLISIS MEDIANTE ROUTE STRICT, ESTA FUNCIÓN SOLO PERMITE VERIFICAR LOS PARÁMETROS CONFIGURADOS, PERO

SIN PODER MODIFICARLOS. EL SÍMBOLO  PERMITE IDENTIFICAR UN AJUSTE RELATIVO A UNA ROUTE STRICT.

MEASURE SETUP	1. Measurement unit	mm/s						
	2. Measurement type	RMS						
	3. Unit of frequency	RPM						
	4. Max frequency	6000						
	5. N° of lines	100						
	6. N° of averages	1						
Accept								Accept



4.2.1 UNIDAD DE MEDIDA

Seleccionar la unidad de medida en la que se quiere obtener el valor de la vibración; las posibilidades son las siguientes:

- aceleración (g) - exalta las frecuencias más altas y atenúa las bajas
- velocidad (mm/s o inch/s)
- desplazamiento (µm o mils) - exalta las frecuencias más altas y atenúa las bajas.

4.2.2 TIPO DE MEDIDA

Es el modo en que se provee cada componente (línea) del espectro, y puede ser:

- **RMS** (Root Mean Square): valor cuadrado medio
Es el valor medio de la vibración previamente elevada al cuadrado
Es el que suelen utilizar en las normativas europeas, especialmente para medidas de aceleración o velocidad
Es un índice directo del contenido “energético” de la vibración: en la práctica, representa la potencia que la vibración lleva consigo y que se descarga en los soportes o apoyos de la estructura vibrante
- **PK** (Peak): valor de pico
Es el valor máximo alcanzado por la vibración en un cierto intervalo de tiempo
Para señales puramente sinusoidales, equivale al valor RMS multiplicado por 1,41
- **PP** (Peak-to-Peak): valor de pico a pico
Es la diferencia entre los valores máximo y mínimo alcanzados por la vibración en un cierto intervalo de tiempo
para señales puramente sinusoidales, equivale al valor RMS multiplicado por 2,82
Suele utilizarse para las medidas de desplazamiento.



4.2.3 UNIDAD DE FRECUENCIA

La selección puede ser:

- Hz - ciclos (revoluciones) por segundo
- RPM - revoluciones por minuto



ENTRE LAS DOS UNIDADES EXISTE, EVIDENTEMENTE, LA RELACIÓN $1 \text{ Hz} = 60 \text{ RPM}$

4.2.4 FRECUENCIA MÁX

Es la frecuencia máxima de interés en el fenómeno analizado; en la práctica, es la frecuencia máxima visualizable en el espectro. Puede seleccionarse entre los valores predefinidos 100, 500, 1000, 2500, 5000 y 10000 Hz, en base a los cuales el instrumento N600 elige la frecuencia adecuada para la adquisición de los datos.



LA SELECCIÓN TÍPICA, ADECUADA PARA LA GRAN MAYORÍA DE SITUACIONES, ES 1000 Hz (60.000 RPM), CONFORME A LO INDICADO POR LA NORMA ISO 10816-1.

UNA CONSIDERACIÓN PRÁCTICA HABITUALMENTE EMPLEADA ES LA DE VERIFICAR QUE LA FRECUENCIA MÁXIMA CONFIGURADA SEA AL MENOS 20-30 VECES LA DE ROTACIÓN DEL EJE ANALIZADO. ESTO PERMITE INCLUIR TAMBIÉN EN EL ESPECTRO LA ZONA DE ALTA FRECUENCIA, DONDE SUELEN MANIFESTARSE PROBLEMAS ASOCIADOS A LOS COJINETES.

PERMANECIENDO IGUALES LAS DEMÁS CONDICIONES, LA SELECCIÓN DE UNA FRECUENCIA MÁXIMA BAJA (INFERIOR A 1000 Hz) PROVOCA UN AUMENTO SIGNIFICATIVO DE LOS TIEMPOS NECESARIOS PARA LA ADQUISICIÓN Y LA MEDICIÓN.

4.2.5 N.º DE LÍNEAS

Este parámetro define el número de líneas utilizadas en el algoritmo de FFT, asociado a la resolución en frecuencia del espectro. Esta determina cuán cerca puede estar la frecuencia de dos picos para que ambos sigan siendo picos distintos en la gráfica de FFT. Dicha resolución equivale a:

$$\frac{f_{\max}}{N_{\text{linee}}}$$

Por consiguiente, para mantenerla constante, si se aumenta la frecuencia máxima, hay que aumentar también el número de líneas.

Es útil recordar que el tiempo necesario para adquirir el número correcto de muestras equivale exactamente a la inversa de la resolución; luego, hay que añadirle lo necesario para la elaboración de los datos. Un ejemplo de la relación entre resolución y tiempo de adquisición se desprende de la siguiente tabla:

Resolución [Hz]	tAdquisición [sec]
5	0,2
2,5	0,4
1,25	0,8
0,625	1,6
0,3125	3,2



EL USO DE UN NÚMERO DE LÍNEAS DEMASIADO ALTO NO ES RECOMENDABLE, SALVO EN SITUACIONES EN LAS QUE SEA INDISPENSABLE UNA RESOLUCIÓN EXTREMA. ESTA SELECCIÓN SE TRADUCE, DE HECHO, EN UN AUMENTO DE LOS TIEMPOS DE CÁLCULO Y DEL ESPACIO NECESARIO PARA GUARDAR LOS DATOS, CON FRECUENCIA SIN AÑADIR INFORMACIONES PARTICULARES. UNA SELECCIÓN RAZONABLE ES USAR 200, 400 O, COMO MÁXIMO, 800 LÍNEAS, PRESTANDO ATENCIÓN A CONFIGURAR UNA FRECUENCIA MÁX. COHERENTE CON LA SITUACIÓN ANALIZADA.

4.2.6 N.º DE MEDIAS

Es el número de espectros/datos que se deben calcular y promediar entre sí para aumentar la estabilidad de la medición. Cuatro medias son más que suficiente para las medidas de vibración normales en máquinas rotativas.

Presionando  se confirman los ajustes configurados.

4.3 GENERAL SETUP

GENERAL SETUP	1. Date (dd/mm/yyyy)	17/02/2014
	2. Time (hh:mm:ss)	06:29:00
	3. Language	ENGLISH
	4. Measuring system	g; mm/s; μ m
	5. Time zone	Greenwich Standard Time
	6. Firmware update	

Accept	1	2	3	4	5	6	Accept
--------	---	---	---	---	---	---	--------

En esta página se fijan los parámetros de uso general.



PULSANDO LA TECLA  APARECE EL POP-UP **SYSTEM INFO** QUE CONTIENE LAS INFORMACIONES COMPLETAS SOBRE EL SISTEMA. APRETANDO CUALQUIER TECLA ES POSIBLE CERRAR ESTA VENTANA.

4.3.1 FECHA

Use el teclado alfanumérico para introducir la fecha en formato DD/MM/AAAA.

4.3.2 HORA

Use el teclado alfanumérico para entrar la hora en formato HH:MM:SS.

4.3.3 IDIOMA

Seleccione uno de los idiomas disponibles:

- ITALIANO
- ENGLISH
- DEUTSCH
- FRANÇAIS
- ESPAÑOL

4.3.4 SISTEMA DE MEDIDA

Las unidades de medida para la aceleración, velocidad y valores de desplazamiento pueden ser las siguientes respectivamente:

- g; mm/s; μ m: unidades métricas
- g; inc/s; mils: unidades imperiales.

4.3.5 TIME ZONE

Permite configurar el huso horario. Este ajuste es importante en caso de que el instrumento se asocie al software de elaboración de datos CEMB Advanced Diagnostic Software.

4.3.6 ACTUALIZACIÓN DEL FIRMWARE

Apretando la tecla  no se ajusta ningún parámetro, pero permite actualizar el programa (firmware) en el interior del aparato, si se hace necesario. Cada nueva versión del firmware está constituida por un archivo con extensión fmw, que debe ser copiado en el directorio principal en la llave USB suministrada. Es suficiente introducir la pendrive en uno de los

puertos USB del aparato y sucesivamente pulsar  para iniciar el procedimiento de actualización automática, al final de la cual el pop-up:

Firmware update in progress.

Don't switch off the device
and don't unplug the USB key.



Unplug the USB key, then press OK.
The device will be automatically restarted.

Press OK, please

indica que se ha efectuado la transferencia del archivo y requiere apagar y volver a encender el aparato para completar la operación.



ATENCIÓN!

LA ACTUALIZACIÓN DEL FIRMWARE ES UNA OPERACIÓN DELICADA QUE PUEDE DURAR VARIOS MINUTOS Y DEBE EFECTUARSE ATENIÉNDOSE ATENTAMENTE A LAS INSTRUCCIONES DADAS PARA NO CAUSAR MALFUNCIONAMIENTOS O PÉRDIDAS DE DATOS.

POR EST RAZÓN SE REQUIERE UNA CONFIRMACIÓN EXPLÍCITA ANTES E ACTIVAR ESTE PROCEDIMIENTO.

Firmware update must be performed carefully,
in order not to cause improper working.
Don't switch off the device during the update.

OK = Update << = Quit

Es necesario utilizar solo firmwares obtenidos directamente de la asistencia CEMB y conviene extraer la llave USB antes de volver a encender el aparato.

Si no se utiliza un firmware válido, aparecerá la siguiente ventana emergente.

Firmware invalid for N600 device

Press OK, please



ATENCIÓN!

SI LA OPERACIÓN E ACTUALIZACIÓN AUTOMÁTICA NO ES SATISFACTORIA, CONTACTE A LA ASISTENCIA CEMB INDICANDO EL TIPO DE ERROR ENCONTRADO.

5. MODO VIBRÓMETRO

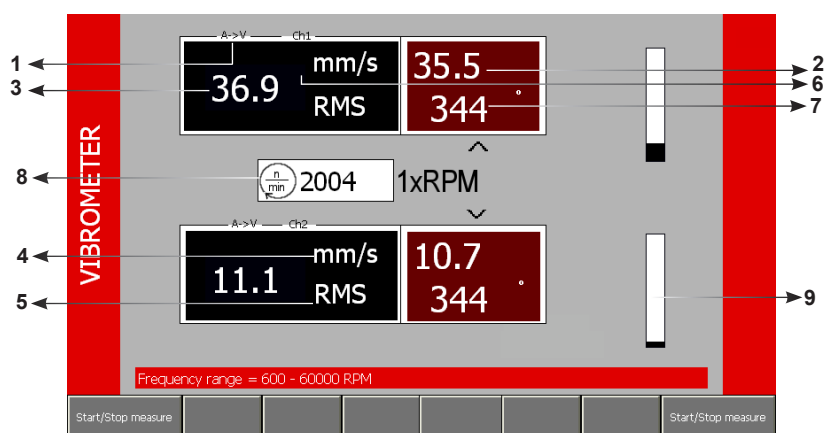
Una de las más simples, pero a la vez más significativa información en el análisis de vibraciones es el valor total, de vibración actual. De hecho, normalmente es el primer parámetro que consideramos al evaluar las condiciones de trabajo del motor, ventilador, bomba, máquina herramienta.

Con las tablas apropiadas se puede distinguir si el estado es óptimo, bueno, correcto, tolerable, no permitido, o incluso peligroso (👉 **APÉNDICE B - EVALUATION CRITERIA**).

En cambio en algunas situaciones puede ser interesante conocer los valores de módulo y fase de la vibración sincrónica (1xRPM), esto corresponde a la velocidad de rotación del giratorio. El modo Vibrómetro está diseñado para realizar este tipo de medidas, además, están disponibles dos funciones extras de monitorización, para observar la tendencia de la vibración con respecto al tiempo, o a la velocidad del giratorio.

5.1 VIBRÓMETRO - PANTALLA DE MEDIDA

La pantalla de medida nos proporciona una serie de informaciones organizadas como se muestra en la siguiente figura:

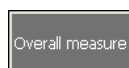


1. Información de medida: indica la unidad del sensor (A, V o D) y cualquier conversión hecha para suministrar el valor de vibración total (por ejemplo A→V significa que la medida se realiza con un acelerómetro, pero la vibración se muestra en velocidad)
2. Canal medido
3. Valor total de vibración
4. Unidad de medida
5. Tipo de medida
6. Valor de la vibración sincrónica
7. Fase de la vibración sincrónica
8. Velocidad de rotación del giratorio
9. Barra de nivel de señal



LOS VALORES OBTENIDOS DE ESTE MODO PUEDEN UTILIZARSE PARA EVALUAR EL ESTADO OPERATIVO DE LA MÁQUINA USANDO, POR EJEMPLO, LAS TABLAS Y GRÁFICOS INCLUIDOS EN EL APÉNDICE B DE ESTE MANUAL.

La medida por efecto es la del valor total de vibración pero pulsando F4 **1xRPM measure** es posible pasar a la medida del valor sincrónico: de este modo aparecen las informaciones en el módulo, la fase y la velocidad de rotación. La presión de F4



permite regresar a la medida del overall.



PARA EFECTUAR UNA MEDIDA SINCRÓNICA ES NECESARIO CONECTAR LA FOTOCÉLULA Y CONTROLAR QUE ESTÉ COLOCADA CORRECTAMENTE (👉 **MONITOREO EN VELOCIDAD**).

5.1.1 IMPRESIÓN DIRECTA DEL VALOR DE VIBRACIÓN (OPCIONAL)

Conectando la impresora portátil suministrada (opcional) y pulsando F3



es posible imprimir directamente en campo los valores de vibración mostrados en la página VIBRÓMETRO.



5.2 MONITORIZACIÓN EN TIEMPO

La función de monitorización en tiempo permite observar (y memorizar si se desea) la tendencia de la vibración total en un tiempo. Para ello, es necesario prefijar un valor adecuado para el parámetro F5  dentro de una de las siguientes posibilidades:

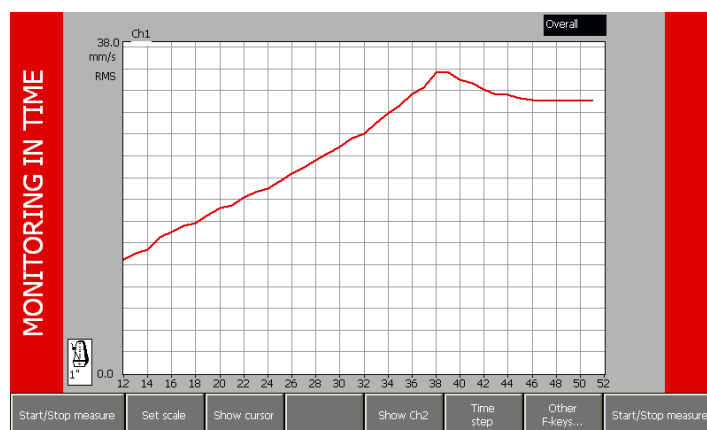
- 1" - un segundo
- 10" - diez segundos
- 1' - un minuto
- 15' - quince minutos

Después de pulsar  se realiza una medida del valor total, indicado por un punto en el gráfico; cada medida se repite automáticamente de acuerdo con el tiempo preestablecido, y un nuevo punto es mostrado en el gráfico. La disponibilidad de una nueva medida es señalada mostrando el intervalo de tiempo en blanco sobre fondo negro (bajo el icono de un metrónomo ).

Cuando el número de medidas excede de cuarenta, en el gráfico se muestran solo los últimos cuarenta.

La monitorización se detiene pulsando  a partir de este momento las funciones típicas de control de gráficos ya están disponibles ( **FUNCIONES DE OPERACIÓN EN LOS GRÁFICOS**).

- Fijar escala (con la cual es posible mostrar todas las medidas realizadas)
- Mostrar el cursor
- Cambiar el canal mostrado
- Lista de picos



Cuando se selecciona F6  y luego F4  la monitorización entera se puede archivar para un análisis sucesivo.

Si está habilitada la adquisición para ambos canales, el almacenamiento se efectúa automáticamente para los dos canales en el mismo archivo.



COMO A LA FUNCIÓN **MONITORIZACIÓN EN TIEMPO** SE ACCEDE DESDE LA PANTALLA **VIBRÓMETRO**, LOS AJUSTES UTILIZADOS PARA EL CÁLCULO DEL VALOR TOTAL SON LOS SELECCIONADOS EN LA PANTALLA **SETUP DEL VIBRÓMETRO**.



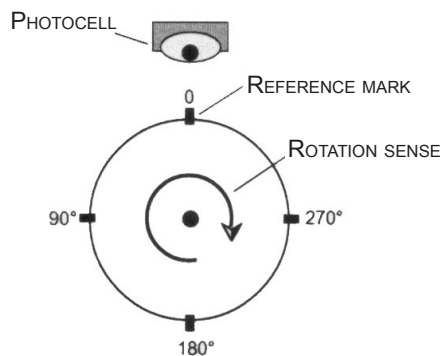
LA MEMORIA RESERVADA A UN SOLO MONITOREO PERMITE MEMORIZAR AL MÁXIMO **1024** VALORES POR CANAL. ALCANZADO EL LÍMITE LA ADQUISICIÓN, SE DETIENE AUTOMÁTICAMENTE PARA NO PERDER DATOS. POR ESTE MOTIVO ES IMPORTANTE UTILIZAR LA CADENCIA MÁS ADECUADA SOBRE LA BASE DE LA DURACIÓN DEL FENÓMENO EXAMINADO.

5.3 MONITORIZACIÓN EN VELOCIDAD

En algunas situaciones puede ser útil asociar el valor de vibración total a la velocidad de rotación de un eje; de este modo es posible investigar por ejemplo, como varía el valor total durante el arranque o parada, para identificar eventuales zonas críticas o zonas con riesgo de resonancia, que es mejor evitar.

Para habilitar el uso de esta función, es esencial tener la señal tacométrica; para ello es necesario:

- Aplicar una cinta reflectante en el giratorio como marca de referencia (0°). Iniciando desde esta posición, se procede a medir los ángulos en la dirección opuesta al sentido de rotación



- Conecte la fotocélula y colóquela correctamente (50 – 400 mm), hasta que el led ubicado detrás se encienda una sola vez por revolución cuando la marca de referencia esté iluminada por el haz de luz. Si no funciona correctamente, acerque o separe la fotocélula, o también inclínela respecto a la superficie de la pieza **APÉNDICE D - Sensor láser para instrumentos CEMB N.**

La monitorización en velocidad puede efectuarse según dos modalidades distintas:

- monitorización de la vibración global (overall)
- monitorización de módulo y fase de la vibración sincrónica a la velocidad de rotación (1xRPM)

Un icono a la alta de la página indica la modalidad actualmente seleccionada, que puede cambiarse pulsando **F3**.

En un monitoreo sincrónico aparecen siempre dos gráficos simultáneamente que pueden ser:

- módulo y fase de la vibración del canal 1
- módulo y fase de la vibración del canal 2
- módulos de la vibración de ambos canales

El paso entre las varias modalidades es posible pulsando **F4**

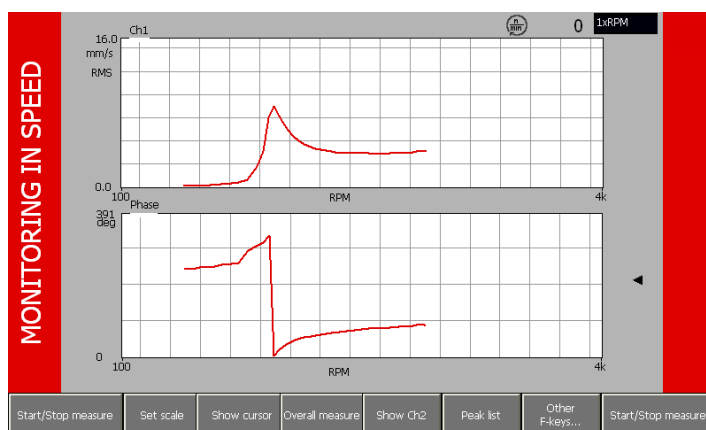
Después de pulsar **OK** se efectúan una medida de vibración y una lectura de la velocidad, representándolas luego con un punto en el gráfico; estas medidas se repiten automáticamente y cada vez se añade un nuevo punto al gráfico.

Arriba a la derecha, al lado del símbolo  aparece por comodidad laa velocidad actual del giratorio expresada en RPM.

La monitorización en velocidad se detiene pulsando nuevamente **OK**, se hacen disponibles las típicas funciones de

gestión de los gráficos (**FUNCIONES DE OPERACIÓN EN LOS GRÁFICOS**)

- Fijar escala
- Muestra el cursor
- Cambio del canal visualizado
- Lista de picos



Seleccionando **F4** **Save** puede guardarse toda la monitorización en un archivo para sucesivos análisis. Si está ha-

bilitada la adquisición para ambos canales, el almacenamiento es efectuado automáticamente para los dos canales en el mismo archivo.



LA PRESIÓN DE **F4** **Save** PERMITE GUARDAR LA MEDIDA SELECCIONANDO EL PUNTO DE MEDIDA APROPIADO EN EL ELEMENTO DEL EJE RELATIVO A LA RUTA ACTUALMENTE SELECCIONADA.

LA TECLA **F2** **Load measure** PERMITE RECARGAR LAS MEDIDAS PREVIAMENTE ELABORADAS POR EL INSTRUMENTO.



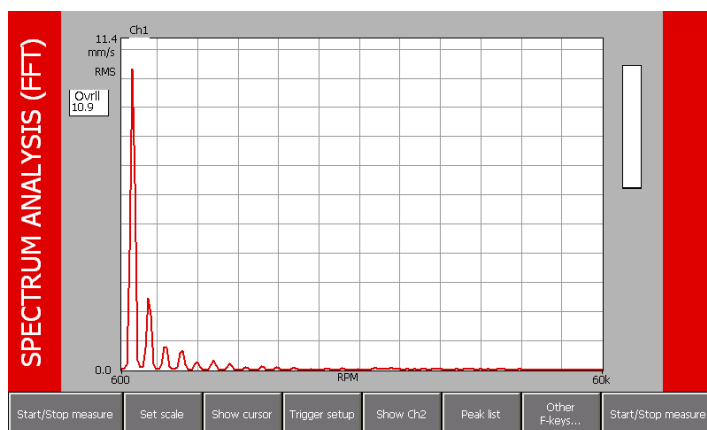
6. MODO ANALIZADOR FFT

Un análisis completo de la vibración no es correcto si no se tienen en cuenta todos los factores que contribuyen al valor total. Por lo tanto, es esencial poder llevar a cabo un análisis del espectro con el algoritmo FFT (Fast Fourier Transform). Esta técnica, permite descomponer y memorizar una señal medida dentro de las frecuencias de los componentes en cierto período de tiempo, haciendo muy fácil descubrir sus causas.

El análisis de los picos más altos del espectro, junto con el análisis de las frecuencias a las que corresponden permiten determinar cuáles son las principales fuentes de vibración y por lo tanto, dónde se debe actuar para reducir la vibración. Aunque un espectro contiene una serie de informaciones muy importantes, su interpretación requiere cierta experiencia y atención; para este propósito, puede ser muy útil el material entregado en el **APÉNDICE C - GUÍA RÁPIDA PARA INTERPRETAR UN ESPECTRO**.

6.1 ANÁLISIS DE ESPECTRO (FFT)

El llamado algoritmo FFT se aplica a las señales adquiridas con respecto a los ajustes realizados; de acuerdo con las recomendaciones derivadas del tratamiento matemático del cual han sido tomadas, cada procesamiento es precedido por la aplicación de la ventana Hanning a la señal adquirida. Esto permite atenuar el efecto de borde causado por la digitalización así como reducir el fenómeno del fugado en el espectro. La página de medida es similar a la mostrada en la figura. Esta organizada para maximizar todo lo posible el área dedicada a la representación del gráfico FFT.



A la izquierda está presente el cuadro Ovrll donde se indica el valor total (overall) de la señal para el canal visualizado; sus unidades de medida son las mismas de la FFT. Esta información permite tener bajo control la vibración total incluso durante el análisis de cada uno de los componentes.

Además de las funciones usuales de control de gráfico (👉 **FUNCIONES OPERANDO EN LOS GRÁFICOS**):

- Fijar escala
- Mostrar cursor
- Cambio del canal mostrado
- Lista de picos para visualizar la lista de los picos más elevados en el espectro (👉 **LISTA DE PICOS**)

Además, están disponibles las siguientes:

- Forma de ondas (👉 **FORMA DE ONDAS**)
- Setup trigger para fijar un trigger para ser usado para iniciar la adquisición (👉 **SETUP TRIGGER**).

6.2 CURSOR ARMÓNICO

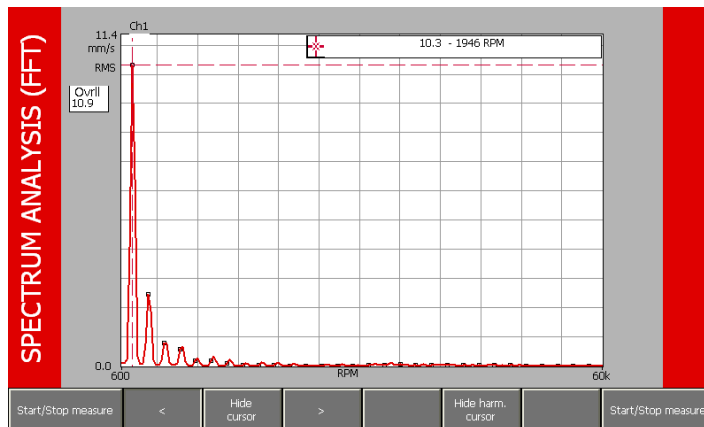
La visualización del cursor en un gráfico FFT (👉 **USE OF THE CURSOR**), hace disponible una modalidad particular llamada cursor armónico.

La frecuencia a la cual el cursor se encuentra al momento de pulsar F5  es considerada como la fundamental de la señal en examen y en el gráfico se marcan todas las armónicas de orden superior (2a, 3a, 4a, ...)

El desplazamiento del cursor, que varía la frecuencia considerada fundamental, provoca la actualización automática de la posición de todas las múltiples.

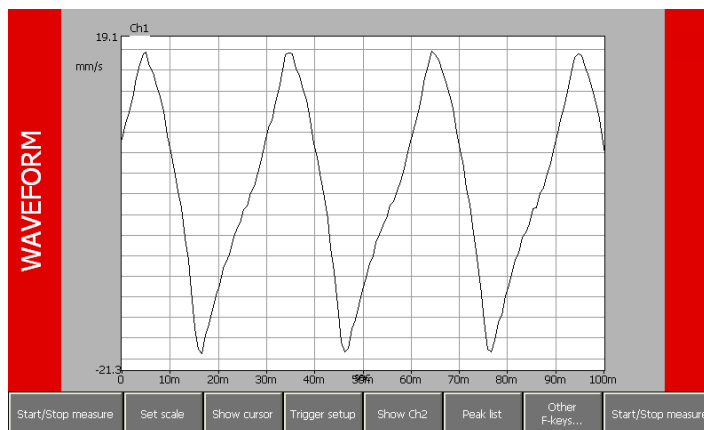
El uso del cursor armónico permite reconocer fácilmente en el espectro familias de picos en correspondencia de frecuencias

múltiplos entre ellas y típicamente indicativas de particulares defectos. (👉 **APÉNDICE C**).



6.3 FUNCIÓN FORMA DE ONDA

En la segunda serie de funciones (accesible pulsando F6 **Other F-keys...**) esta presente F1 **Waveform** lo cual permite acceder a la página donde las señales de vibración son mostradas en relación al tiempo.



En esta modalidad el aparato N600 puede usarse como un verdadero osciloscopio y enriquece ulteriormente la variedad de informaciones ostensibles de las señales de vibración.

También están presentes aquí todas las típicas funciones de gestión de gráficos (👉 **FUNCIONES QUE OPERAN EN LOS GRÁFICOS**). El regreso a la página ANÁLISIS ESPECTRO es posible seleccionando F6 **Other F-keys...** y luego F1 **Back to FFT**.

6.4 SETUP TRIGGER

En algunos casos puede ser útil para la adquisición no empezar pulsando la tecla **OK** sino con ciertas condiciones asociadas con el fenómeno que se está observando; esto es posible habilitando el llamado disparador. De esta manera, la

medida no se inicia inmediatamente después de pulsar **OK**, sino cuando la señal del canal del disparador excede un umbral prefijado.

La operación del disparador puede ser habilitada de dos formas distintas:

- Cont. (modo continuo)
- Single (única medida)

y requiere el preajuste de

- un canal
- un umbral

Uno de los usos más frecuentes es el llamado Test de impacto: se usa un martillo para excitar la estructura y causar una vibración para determinar las frecuencias naturales. Para esto, debe colocarse un sensor en la zona a examinarse y el valor umbral seleccionado, que debe ser más alto que las lecturas de ruido de fondo pero más bajo que la producida por el martillazo con el cual se excita la estructura.



DESPUÉS DE HABILITAR EL DISPARADOR Y HABER SELECCIONANDO LOS AJUSTES REQUERIDOS, PULSE **OK** PARA VOLVER A LA PÁGINA DE MEDIDA EN LA CUAL ESTÁ ESPECIFICADO EL MODO SELECCIONADO PARA EL DISPARADOR POR UN ICONO:



MODO CONTINUO

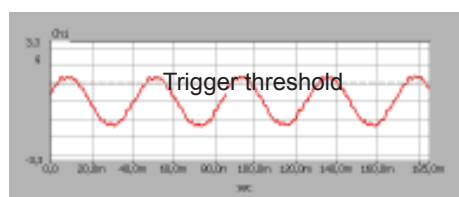
MODO "MEDIDA ÚNICA"

Ahora simplemente pulse **OK**, y espere que el umbral del disparador esté excedido. Si es necesario detener manualmente el procedimiento (antes o después de exceder el umbral), solo pulse nuevamente **OK**.

6.4.1 Modos

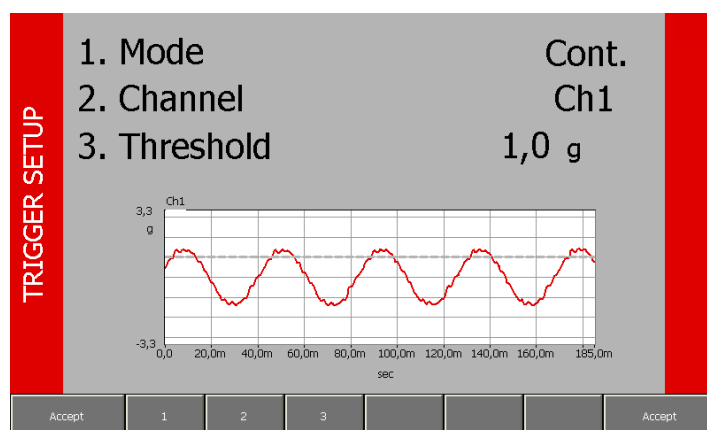
Es el parámetro que indica que el disparador está:

- OFF (desconectado): la medida es iniciada y detenida manualmente por el operador pulsando **OK**
- Cont. (habilitado en modo continuo): la adquisición se inicia cuando la señal excede el umbral del disparador, y continúa hasta que el operador la detiene manualmente pulsando **OK**
- Single (habilitado en modo "medida única"): cuando la señal excede el umbral del disparador, se realiza una medida única (observando convenientemente los parámetros fijados para el FFT), luego la adquisición se detiene automáticamente; es el modo más usado normalmente porque permite analizar fenómenos de tipo transitorio; prefijando convenientemente los parámetros FFT, es posible obtener un tiempo de adquisición suficientemente largo que contenga toda la información importante.



Las adquisiciones siguientes solo capturan ruido, lo que resultara contraproducente.

- Si el disparador está habilitado, los siguientes ajustes se hacen visibles en la página SETUP TRIGGER:
- Canal
- Umbral



6.4.2 CANAL

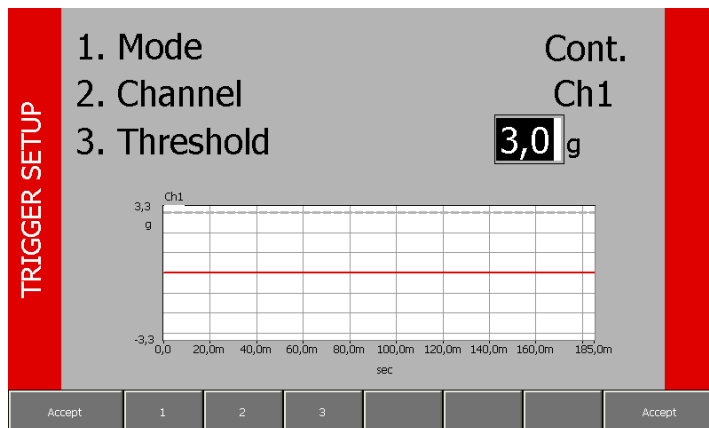
Indica en qué canal (C1 ó C2) se realiza la comparación entre el valor de señal y el valor de umbral para activar la adquisición.



SI SOLO ESTA HABILITADO UNO DE LOS 2 CANALES DE MEDIDA, OBIAMENTE LA SELECCIÓN DEL CANAL DEL DISPARADOR ES OBLIGATORIO, DE AQUÍ QUE SE FUERCE AUTOMÁTICAMENTE.

6.4.3 UMBRAL

Es el nivel que debe exceder la señal (en la onda de subida) para que la adquisición se inicie automáticamente. La selección del valor adecuado es normalmente una de las operaciones más delicadas, pero usando el equipo N600 se simplifica considerablemente. La línea en la parte inferior de la página nos muestra en tiempo real la señal del canal del disparador (en línea continua) y el umbral actual (línea discontinua). Por lo tanto, el efecto de varios valores puede ser establecido inmediatamente, facilitando así una selección rápida del valor considerado más apropiado.



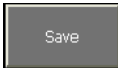
Después de pulsar **F3** el valor de umbral puede ser fijado de dos maneras:

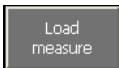
- digitándolo con el teclado numérico (solo después de pulsar **OK**, es posible cambiar la línea discontinua en el gráfico)
- usando  y , para aumentar o disminuir el valor de un solo dígito, que puede ser seleccionado con  y  (la línea discontinua en el gráfico es cambiada inmediatamente aunque al final, debe pulsarse **OK** para confirmar).



EL UMBRAL DEL DISPARADOR DEBE SER FIJADO EN LA UNIDAD DE MEDIDA NATURAL DEL SENSOR. SIN EMBARGO, EN LA PÁGINA DE MEDIDA LA VIBRACIÓN PUEDE DARSE EN OTRAS UNIDADES AUNQUE NO SE ACONSEJA EN CASO DE MEDIDA CON EL DISPARADOR ACTIVADO.



LA PRESIÓN DE **F5**  PERMITE GUARDAR LA MEDIDA SELECCIONANDO EL PUNTO DE MEDIDA APROPIADO EN EL ELEMENTO DEL EJE RELATIVO A LA RUTA ACTUALMENTE SELECCIONADA.

LA TECLA **F2**  PERMITE RECARGAR LAS MEDIDAS PREVIAMENTE ELABORADAS POR EL INSTRUMENTO.



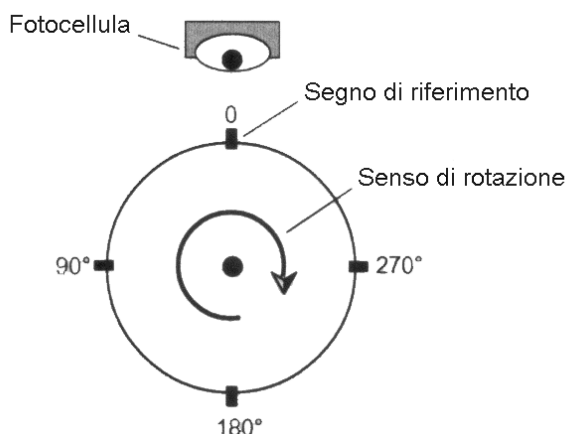
7. MODO EQUILIBRADOR

En la práctica, una de las causas más frecuentes de la vibración, es el desequilibrio de una pieza giratoria (falta de uniformidad de la masa respecto a su eje de rotación) que puede ser corregido con un procedimiento de equilibrado.

El equipo N600 permite equilibrar un giratorio en condiciones de servicio en uno o dos planos, usando uno o dos transductores de vibración y una fotocélula. Para las situaciones más frecuentes (equilibrado en un plano con un sensor y equilibrado en dos planos con dos sensores) se han realizado procedimientos ad hoc que guían al operador paso a paso a través de las operaciones. Un procedimiento de guiado general está disponible para los demás casos (raramente usados).

Deben observarse algunas normas para realizar un equilibrado correcto:

- coloque los sensores lo cerca posible de los soportes del giratorio a equilibrarse, usando la base magnética o fijándolo por medio de un agujero roscado para asegurar una buena repetibilidad
- aplique una cinta reflectante en el giratorio como marca de referencia (0°). A partir de esta posición, los ángulos son medidos en dirección opuesta a la rotación del eje



- conecte la fotocélula y colóquela en la posición correcta (50 - 400 mm), de modo que el led en la parte trasera de la fotocélula se encienda una vez a cada vuelta cuando el haz de luz ilumina la marca de referencia. Si el funcionamiento es incorrecto, acerque o separe la fotocélula o inclínela respecto a la superficie de la pieza ([👉 APÉNDICE D - Sensor láser para instrumentos CEMB N](#)).

Para mayores informaciones, vea el folleto adjunto Precisión de equilibrado para giratorios rígidos.

El procedimiento de equilibrado se compone de dos partes:

- calibrado: una serie de lanzamientos permite determinar los parámetros necesarios para el equilibrado de un giratorio en concreto
- medida del desequilibrio y cálculo de la corrección..

Como el calibrado normalmente es un proceso laborioso, los parámetros derivados pueden ser memorizados y llamados nuevamente en caso de otro trabajo de equilibrado en la misma máquina. Esto es posible a través de los programas de equilibrado: un programa se define con una serie de ajustes para trabajar en un giratorio en concreto y contiene toda la información y datos en éste. En cualquier momento es posible guardar el programa actual en un tipo de archivo especial y recuperarlo más adelante.

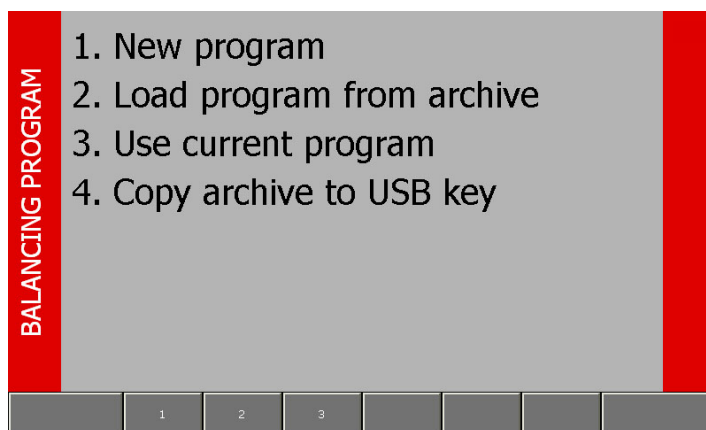


SI SE QUIEREN USAR LOS DATOS Y PARÁMETROS DE UN PROGRAMA GUARDADO PREVIAMENTE, ES NECESARIO MONTAR TODOS LOS SENSORES EXACTAMENTE EN LA MISMA POSICIÓN.

7.1 SELECCIÓN DEL PROGRAMA DE EQUILIBRADO

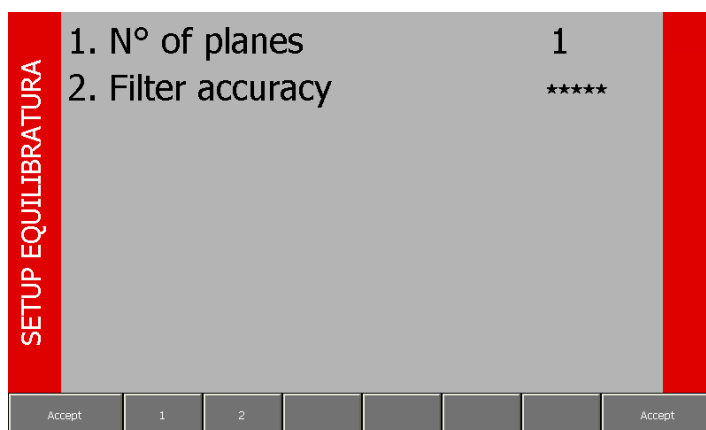
Cuando se selecciona la función de equilibrado, se presenta al operador una página en la cual se selecciona el programa de equilibrado a ser usado, escogiéndolo entre las siguientes opciones:

- nuevo programa.
- carga de un programa desde un archivo.
- usar el programa actual (solo disponible si el programa ha sido previamente creado o cargado).
- copia del archivo en la memoria USB



7.1.1 NUEVO PROGRAMA - SETUP EQUILIBRADO

La creación de un nuevo programa requiere realizar el ajuste de una serie de parámetros en la pantalla SETUP EQUILIBRADO.



7.1.1.1 NÚMERO DE PLANOS

Es el número de planos en los cuales actuar para corregir el desequilibrio del giratorio. El número de planos puede ser 1 ó 2.

7.1.1.2 PRECISIÓN DEL FILTRO

El equilibrado bajo condiciones de señal no muy estables es seguramente crítico y necesita tiempos más largos de adquisición para obtener una medida de calidad satisfactoria. Esto puede conseguirse actuando en la precisión del filtro:



adquisición realizada con filtro ancho: más rápido, pero válido solo para condiciones de señal muy estable (valores de desequilibrio muy altos)



adquisición realizada con filtro estrecho: válido en la mayoría de las condiciones



adquisición realizada con filtro muy estrecho: válido para condiciones de señal particularmente críticas (valores de desequilibrio muy bajos); requiere tiempos más largos.

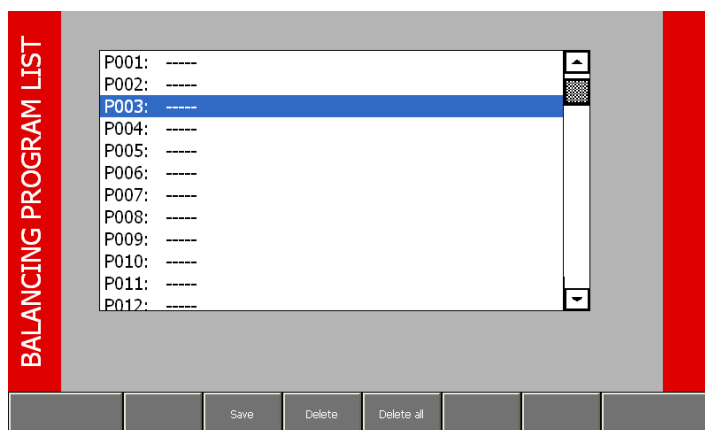


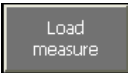
SOBRE LA BASE DE LA PRECISIÓN SELECCIONADA PARA EL FILTRO, EL APARATO DETERMINA AUTOMÁTICAMENTE EL NÚMERO DE VUELTAS NECESARIAS PARA CADA ADQUISICIÓN. COMO EN ALGUNAS SITUACIONES PUEDEN SER NECESARIAS HASTA 100 VUELTAS, EL TIEMPO NECESARIO PARA CADA MEDIDA PUEDE TAMBIÉN SER EQUIVALENTE A VARIAS DECENAS DE SEGUNDOS. CONSIDERANDO QUE SON NECESARIAS ALGUNAS ADQUISICIONES CONSECUTIVAS PARA QUE LA CALIDAD DE LA MEDIDA ALCANCE NIVELES ACEPTABLES, EN EL CASO DE GIRATORIOS LENTOS EL TIEMPO NECESARIO PARA UNA ADQUISICIÓN PUEDE SER DE VARIOS MINUTOS. POR EJEMPLO, PARA UN GIRATORIO A 600 R.P.M. PUEDEN SER NECESARIOS HASTA 10 SEGUNDOS ANTES QUE APAREZCA EL PRIMER RESULTADO DE MEDIDA.

La confirmación de los ajustes realizados (con ) crea un nuevo programa de equilibrado no asociado con ningún nombre, viéndose así como directamente accesible como programa actual. Solo al guardarlo como archivo, se pregunta al operador el nuevo nombre que los caracterizara a partir de ese momento.

7.1.2 CARGAR UN PROGRAMA DESDE UN ARCHIVO

Cuando se selecciona esta opción se accede a la lista de programas.



Los cursores  y  permiten movernos entre 10 posiciones disponibles, y así seleccionar el programa requerido (visible en negativo, es decir en letras blancas sobre fondo negro); el programa será cargado pulsando F1 .

Si no es posible llevar a cabo la operación correctamente (por ejemplo, intentando cargar un programa de una posición vacía, indicada por el símbolo ----), aparece un mensaje de error en una banda negra en la parte inferior de la página. Después de la carga, aparece:

- la pantalla de medida y corrección del desequilibrio, si el procedimiento de calibrado ha sido completado
- la pantalla de calibrado en caso contrario.

7.1.3 USAR EL PROGRAMA ACTUAL

Esta opción permite reanudar el último programa usado (nuevo o cargado), exactamente desde el punto en que fue abandonado.



ATENCIÓN!

AL APAGAR EL EQUIPO SE PIERDEN LOS DATOS NO ALMACENADOS (Y POR CONSIGUIENTE TAMBIÉN DEL PROGRAMA CORRIENTE); POR LO TANTO, ESTA OPCIÓN NO ESTÁ DISPONIBLE INICIALMENTE AL ARRANCAR NUEVAMENTE EL EQUIPO; SOLO ESTÁ DISPONIBLE DESPUÉS DE HABER CREADO UN PROGRAMA NUEVO O HABER CARGADO UNO DESDE EL ARCHIVO.

7.1.4 COPIA DEL ARCHIVO EN LA MEMORIA USB

Permite exportar en una memoria USB todos los programas de equilibrado prededentemente salvos. Va a crear un archivo "Unb_Data.ini", con la que después se pueden hacer del informe de balancear personalizado.

7.2 SECUENCIA DE CALIBRADO

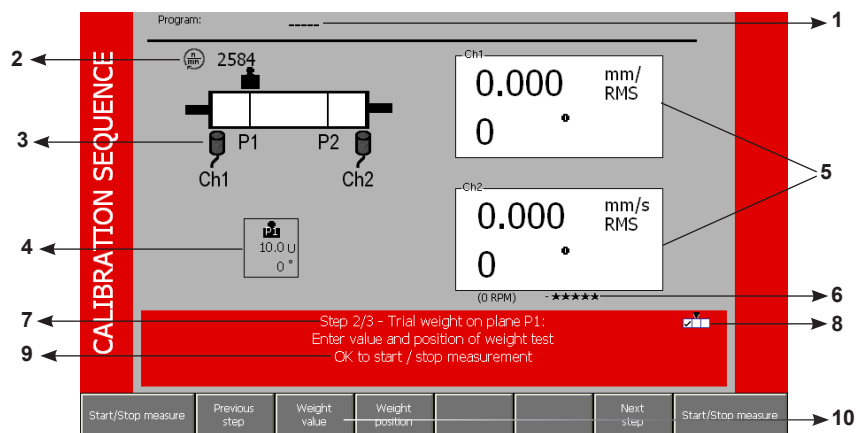
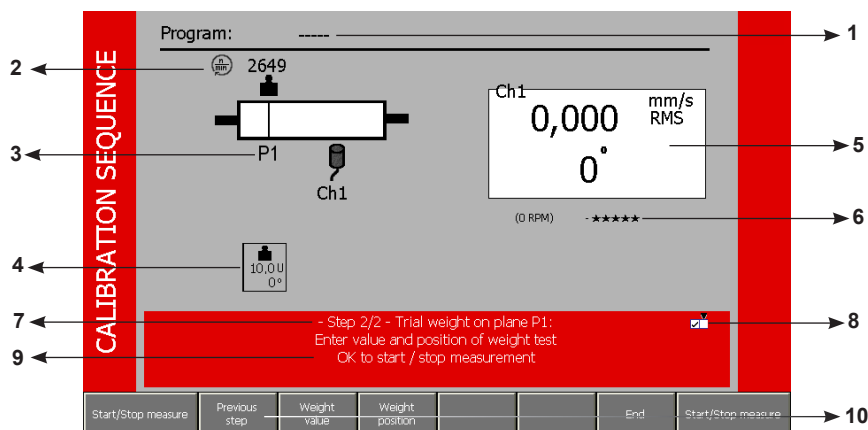
La operación de calibrado, necesaria para establecer el desequilibrio de un giratorio, normalmente es un procedimiento en varios pasos. Sobre todo, para los dos casos más comunes, que consisten en:

- calibrado para equilibrado en un plano:
 - > primer lanzamiento sin peso de prueba
 - > segundo lanzamiento con peso de prueba en el plano de equilibrado
- calibrado para equilibrado en dos planos:
 - > primer lanzamiento sin peso de prueba
 - > segundo lanzamiento con peso de prueba solo en el primer plano de equilibrado
 - > tercer lanzamiento con peso de prueba solo en el segundo plano de equilibrado

Para las dos configuraciones:

- corrección en un plano con un sensor
- corrección en dos planos con dos sensores

La secuencia de la pantalla de calibrado en el equipo N600 esta organizada como en las figuras:



1. número y nombre del programa de equilibrado (si ha sido cargado desde un archivo), de otra forma ----
2. velocidad actual de rotación, en RPM
3. esquema de la posición de los sensores y planos de corrección en el giratorio; indicación del plano en el que se aplica el peso de prueba



ESTA REPRESENTACIÓN ES APROXIMADA; LOS SENSORES Y PLANOS DE CORRECCIÓN PUEDEN SER SELECCIONADOS EN CUALQUIER POSICIÓN RELATIVA CON RESPECTO AL OTRO (SENSORES EXTERNOS O SENSORES EN EL INTERIOR DE LOS PLANOS,...) PUESTO QUE EL CALIBRADO SIRVE ESPECIALMENTE PARA DETERMINAR LOS PARÁMETROS CORRECTOS PARA EQUILIBRAR EN CUALQUIER CONFIGURACIÓN.

4. valor y posición angular de cualquier peso de prueba
5. indicación del componente de vibración sincrónico con la rotación (desequilibrio) en valor y fase para cada canal de medida
6. velocidad media de rotación y precisión del filtro con el cual la vibración ha sido medida



EL VALOR MEDIO DE VELOCIDAD ES MUY IMPORTANTE PORQUE EL PROCEDIMIENTO DE CALIBRADO SOLO PUEDE SER COMO CORRECTAMENTE REALIZADO SI ENTRE UN PASO Y OTRO, DICHA VELOCIDAD NO HA VARIADO MÁS DE UN 5%. EL OPERADOR DEBE ENCARGARSE DE COMPROBAR ESTA CONDICIÓN.



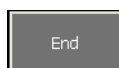
7. indicación del número de paso de calibrado seleccionado.
8. indicación del estado de los pasos de calibrado
 - > completado
 - > a efectuarse
9. instrucciones para el paso actual de calibrado
10. funciones para seleccionar el paso de calibrado



(F1): ir al paso precedente



(F6): ir al paso siguiente (si es paso actual es el último de la secuencia, esta función, indicada con F6



termina el calibrado y carga la página de medida de desequilibrio)



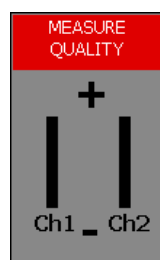
CUANDO YA SE HA SELECCIONADO UN PASO COMPLETO, LOS DATOS DISPONIBLES APARECEN EN EL MONITOR (VIBRACIÓN, VELOCIDAD MEDIA MEDIDA,...). ESTAS INFORMACIONES SON ÚTILES INCLUSO EN UN SEGUNDO MOMENTO PARA DECIDIR ENTRE REPETIR O NO LA MEDIDA.



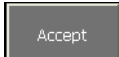
AUNQUE ES ACONSEJABLE REALIZAR LOS PASOS DE CALIBRADO EN EL ORDEN EN QUE APARECEN, TAMBIÉN ES POSIBLE SELECCIONAR UN ORDEN DISTINTO SEGÚN LAS NECESIDADES.

7.3 EJECUCIÓN DE UNA MEDIDA

Para iniciar la medida en cualquiera de estos pasos, pulse ; aparece un panel pop-up que muestra en tiempo real la calidad de la medida actual (para cada canal).



Cuanto más alto sea el nivel de las barras, mejor será la calidad de la medida (promediada en tiempo). Después de alcanzar el nivel requerido, detenga la medida pulsando otra vez .

Si el operador decide aceptar el valor, debe pulsar  que corresponde a la opción , que parpadea para avisar al operador de la importancia de pulsarlo.

Cuando la medida es aceptada, el paso correspondiente de calibrado se indica como completado .



*LAS SEÑALES INESTABLES PRODUCEN MEDIDAS CUYA CALIDAD NO LOGRA ALCANZAR NIVELES ACEPTABLES; BAJO ESTAS CONDICIONES, ES ACONSEJABLE INCREMENTAR LA PRECISIÓN DEL FILTRO ( **PRECISIÓN DEL FILTRO**) Y CONSECUENTEMENTE REPETIR TODO EL PROCEDIMIENTO.*

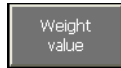


SI LA CALIDAD DE UNA MEDIDA EN CONCRETO HA SIDO ALTERADA POR UN SUCESO ESPECIAL (POR EJEMPLO UN IMPACTO), EL TIEMPO REQUERIDO PARA VOLVER ATRÁS PUEDE SER EXCESIVAMENTE LARGO; PARA ACELERARLO, LA MEDIDA PUEDE SER REINCIDIDA MANUAL-

MENTE PULSANDO



7.3.1 PESO DE PRUEBA

El calibrado requiere el uso de un peso de prueba, a aplicarse sucesivamente en varios planos de corrección. Estos dos parámetros deben ser fijados con las teclas de función F2  y F3  introduciendo los valores apropiados

con el teclado numérico, y confirmando con **OK**.

Para cubrir las varias exigencias de uso, en el caso de equilibrado en dos planos es posible especificar una masa test distinta (valor y posición angular) en el plano 1 y en el plano 2.



EL VALOR DEL PESO DE PRUEBA DEBE SER INDICADO EN UNIDADES GENÉRICAS **U**. EL OPERADOR PUEDE DECIDIR INDEPENDIEN-
TEMENTE HACER QUE ESTA **U** CORRESPONDA A LAS UNIDADES FÍSICAS QUE PREFIERE (POR EJEMPLO GRAMOS), TENIENDO EN CUENTA
QUE EL DESEQUILIBRIO Y LA CORRECCIÓN NECESARIA SERÁN INDICADOS EN LA MISMA UNIDAD **U**.



ATENCIÓN!

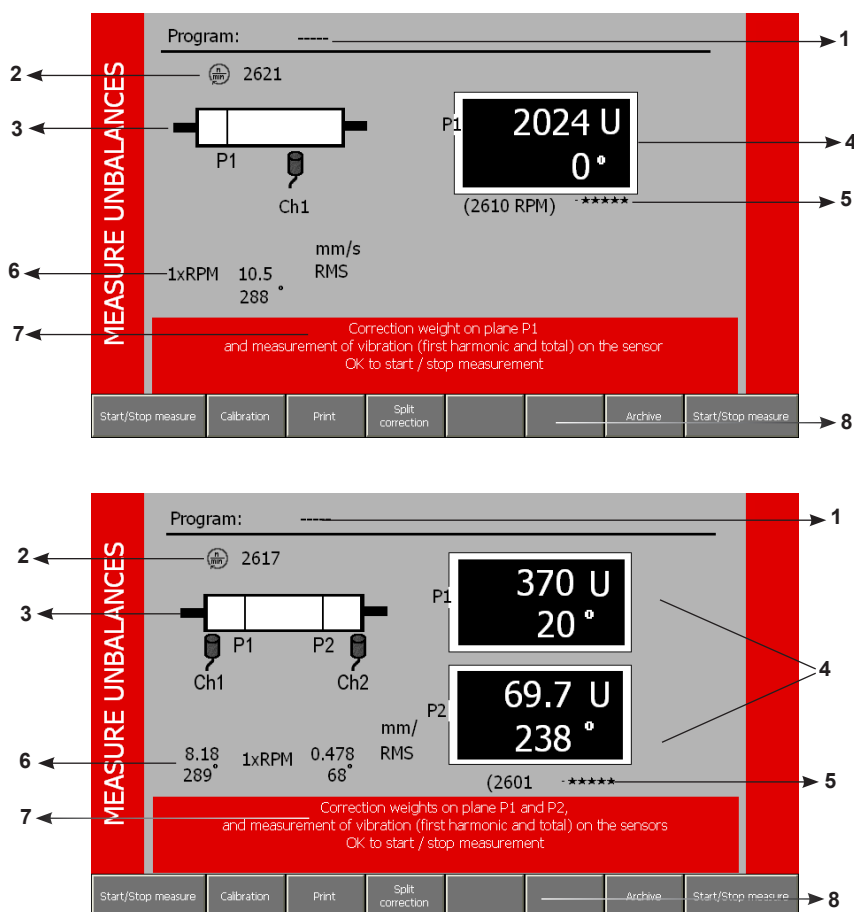
EL PESO DE PRUEBA SE HABRÁ ESCOGIDO CORRECTAMENTE SI EN CADA UNO DE LOS LANZAMIENTOS PRODUCE UNA VARIACIÓN SUFICIENTE
DE LA VIBRACIÓN COMPARADA CON EL LANZAMIENTO INICIAL.

PUEDE CONSIDERARSE SATISFACTORIO SI SE CUMPLE POR LO MENOS UNA DE LAS SIGUIENTES CONDICIONES:

- VARIACIÓN DEL MÓDULO DE POR LO MENOS EL **30%**
- VARIACIÓN DE LA FASE DE POR LO MENOS **30°**

7.4 MEDIDA DEL DESEQUILIBRIO Y CÁLCULO DE LA CORRECCIÓN

La página MEDIDA DEL DESEQUILIBRIO es parecida a la página de calibrado:



y muestra las siguientes informaciones:

1. número y nombre y del programa de equilibrado (si se ha cargado desde el archivo), de otra manera ----
2. velocidad actual de rotación, en RPM
3. posición de los sensores y planos de corrección en el giratorio



ESTA REPRESENTACIÓN ES APROXIMADA; LOS SENSORES Y PLANOS DE CORRECCIÓN PUEDEN SELECCIONARSE EN CUALQUIER POSICIÓN RELATIVA ENTRE ELLAS (SENSORES EXTERNOS O SENSORES EN EL INTERIOR DE LOS PLANOS,...) YA QUE EL CALIBRADO SIRVE ESPECIALMENTE PARA DETERMINAR LOS PARÁMETROS CORRECTOS PARA EL EQUILIBRADO EN CUALQUIER CONFIGURACIÓN.

4. indicación del peso de corrección, en valor y posición en cada plano



EL MÓDULO ES INDICADO EN UNIDADES GENERALES U , QUE CORRESPONDEN A LAS USADAS EN EL PESO DE AJUSTE. COMO EL PROGRAMA USA LA CORRECCIÓN POR MEDIO DE LA ADICIÓN DE MATERIAL, LA POSICIÓN INDICADA ES DONDE SE DEBE AÑADIR EL PESO DE CORRECCIÓN. CUANDO ES NECESARIO SACAR MATERIAL, QÚITELO EN UNA POSICIÓN DIAMETRALMENTE OPUESTA (AÑADA 180° A LA POSICIÓN MOSTRADA)

5. velocidad promedio de rotación y precisión del filtro con que se ha medido el desequilibrio



ATENCIÓN!

EL VALOR DE VELOCIDAD PROMEDIO ES IMPORTANTE PORQUE PERMITE COMPROBAR QUE LA MEDIDA SE EFECTÚE A UNA VELOCIDAD NO MUY DIFERENTE A LA USADA EN LOS CICLOS DE CALIBRADO (DIFERENCIAS INFERIORES A UN 5%). A CAUSA DE LAS PEQUEÑAS DESVIACIONES DE LINEALIDAD SIEMPRE PRESENTES EN LA PRÁCTICA, NO ES ACONSEJABLE CALCULAR LA CORRECCIÓN A UNA VELOCIDAD MUY DISTINTA DE LA VELOCIDAD DE CALIBRADO. POR LO TANTO EL OPERADOR DEBE CONTROLAR ESTA CONDICIÓN.

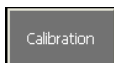
6. valor y fase de la vibración sincrónica con la rotación (1xRPM) y total (Total) medida a través de los sensores



ESTA INFORMACIÓN ES MUY IMPORTANTE COMO INDICADOR DE LA BONDAD DEL EQUILIBRADO, EN LA PRÁCTICA LO QUE INTERESA ES REDUCIR LA VIBRACIÓN HASTA QUE ESTÉ POR DEBAJO DE UN VALOR DEFINIDO COMO TOLERABLE (👉 APÉNDICE B). DICHA REDUCCIÓN DEL DESEQUILIBRIO TIENE EFECTO SOLO EN EL COMPONENTE 1xRPM. UN VALOR POR DEBAJO DE ESTE COMPONENTE, ACOMPAÑADO POR UN ALTO VALOR TOTAL INDICA PROBLEMAS DISTINTOS DEL DESEQUILIBRIO, QUE NO PUEDEN SER CORREGIDOS CON EL EQUILIBRADO.

7. instrucciones para la medida del desequilibrio y cálculo de la corrección

8. funciones disponibles.



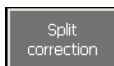
(F1): procedimiento de calibrado



SI EL PROCEDIMIENTO DE CALIBRADO NO SE HA COMPLETADO, ESTE BOTÓN ES INTERMITENTE, PARA AVISAR AL OPERADOR QUE ES NECESARIO REGRESAR AL PROCEDIMIENTO DE CALIBRADO ANTES DE PODER EFECTUAR MEDIDAS DE DESEQUILIBRIO. EN CASO CONTRARIO SE INDICAN LOS PESOS DE CORRECCIÓN Y LAS POSICIONES DONDE ACTUAR, OBTENIDAS DE LOS LANZAMIENTOS DE CALIBRADO.



(F2): impresión directa de un certificado de equilibrado, utilizando la impresora portátil suministrada (opcional). En el certificado están indicados los desequilibrios en los planos de corrección (en unidades U), además de los valores de vibración (global y sincrónica) a los mismos planos. Un ejemplo de este certificado es el siguiente:



(F3): función de descomposición del peso de corrección en dos ángulos planteables (👉 DESCOMPOSICIÓN DEL PESO DE CORRECCIÓN).

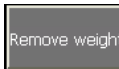


(F6): muestra el archivo de programas (para permitir guardar o eliminar un programa).

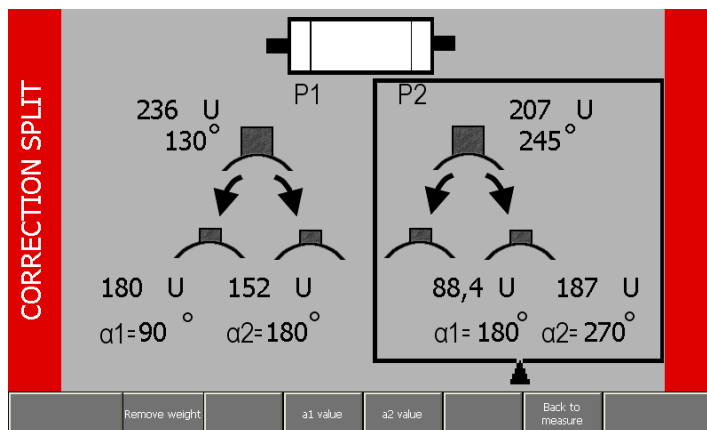
Como en el calibrado, para iniciar o parar las medidas, pulse ; mientras la medida está activa, aparece un pop-up para indicar la calidad de medida en cada canal. Una vez efectuadas las correcciones indicadas es posible repetir el procedimiento medida-corrección hasta que las condiciones sean respetadas (típicamente vibración en los sensores inferior a cierto valor).

7.5 DESCOMPOSICIÓN DEL PESO DE CORRECCIÓN

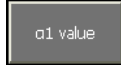
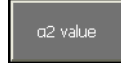
En esta página es posible escoger entre las modalidades de corrección:

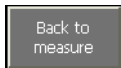
- para añadir material 
 - para extraer material 
- pulsando respectivamente los pulsadores F1  y  respectively.

En algunas situaciones prácticas no es posible corregir en la posición calculada en teoría como la optimal: por ejemplo, en caso de un ventilador, esta posición puede caer en el espacio entre dos aspas, donde evidentemente resulta imposible añadir o sacar material. Sin embargo, a menudo, incluso para giratorios uniformes se prefiere corregir en correspondencia de agujeros ya presentes o en todo caso evitar actuar en zonas particulares.



La función de descomposición del instrumento N600 calcula los pesos a aplicarse o a extraerse en correspondencia de dos posiciones cualesquiera α_1 e α_2 , de modo que sus efectos sean equivalentes a los de la corrección calculada por el algoritmo de equilibrado.

Pulsando F3  o F4  el usuario puede asignar a estas dos posiciones el valor más oportuno, eligiendo entre aquellos efectivamente disponibles en la práctica para el giratorio en particular. Pulsando  se calculan automáticamente y se muestran los dos pesos de corrección correspondientes. Esta operación puede efectuarse separadamente en cada uno de los planos después de haber seleccionado el deseado pulsando .

Presionando F6  la pantalla regresa a la página del desequilibrio residual.

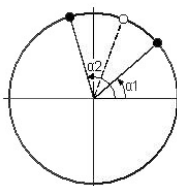


ATENCIÓN!

CUALQUIERA QUE SEA EL VALOR DE α_1 Y α_2 , EL ÁNGULO DE VUELTA RESULTA SUBDIVIDIDO EN DOS PARTES, UNA DE LAS CUALES CONVEXA ($<180^\circ$) Y LA OTRA CÓNCAVA ($>180^\circ$).

PARA HACER POSIBLE LA DESCOMPOSICIÓN, LOS ÁNGULOS α_1 Y α_2 DEBEN ESCOGERSE DE MODO QUE LA POSICIÓN DE LA CORRECCIÓN CALCULADA EN EQUILIBRADO ESTÉ CONTENIDA EN LA ZONA CONVEXA.

EN CASO CONTRARIO ESTA DESCOMPOSICIÓN ES IMPOSIBLE Y EL INSTRUMENTO N600 INDICA CERO COMO PESO DE CORRECCIÓN PARA LAS DOS POSICIONES α_1 Y α_2 .



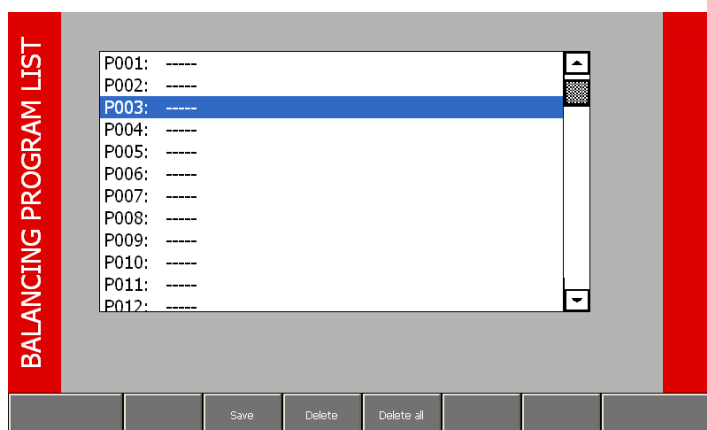


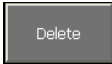
Es ÚTIL OBSERVAR QUE CUANTO MÁS SE ALEJAN LAS POSICIONES $\alpha 1$ Y $\alpha 2$ DE LA CALCULADA EN EQUILIBRADO, MÁS ELEVADOS SERÁN LOS VALORES DE LOS PESOS CORRESPONDIENTES. POR LO TANTO ES ACONSEJABLE ESCOGER $\alpha 1$ Y $\alpha 2$ LO MÁS CERCA POSIBLE DEL ÁNGULO DE CORRECCIÓN OBTENIDO DEL EQUILIBRADO Y EN TODO CASO HACER DE MODO QUE ESTOS DIFIERAN DE MENOS DE 150°.

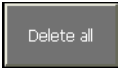
7.6 GUARDADO DE UN PROGRAMA DE EQUILIBRADO

Después de mostrar el programa archivo, seleccione con  y  la posición en la cual se guardará el programa actual.

Al pulsar F2  un pop-up aparece en el cual introducir el nombre del programa, como se explicó en **TECLADO ALFANUMÉRICO**.



Si en vez de esto se pulsa F3  el programa seleccionado será eliminado, mientras no sea el actual.

Con F4  en cambio es posible eliminar todos los programas de equilibrado presentes en el archivo.

8. FUNCIONALIDAD DEL ARCHIVO

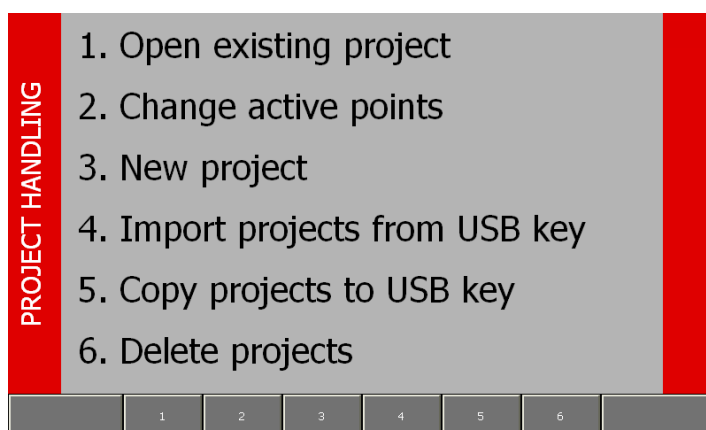
El instrumento N600 trabaja siguiendo la lógica de las rutas (recorridos de trabajo), en la cual se pueden guardar todos los datos elaborados y recopilados por el instrumento de medición.

Dichas rutas se dividen en dos tipos:

- Route Soft (se puede crear con el software Route Manager. Es posible crear una ruta “simplificada” directamente en el instrumento - **PROYECTO NUEVO**)
- Esta se distingue por crear dos puntos de medida, cuyas características de ajuste de la medida pueden cambiarse en cualquier momento)
- Route Strict (solo puede crearse mediante el Route Manager. Se distingue por el hecho de que los puntos de medida creados tienen ajustes de medida configurados por software y, por tanto, no modificables durante la adquisición de los datos).

La presión de **Projects** propone al operador un cuadro de GESTIÓN DE PROYECTOS en el que es posible elegir entre las siguientes opciones:

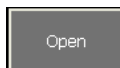
- abrir proyecto existente (seleccionar de una lista los proyectos disponibles)
- cambiar puntos seleccionados (seleccionar un punto de medida en el elemento del eje del proyecto seleccionado)
- proyecto nuevo (crear una nueva Route Soft)
- importar proyectos de unidad USB (importar un Route Soft/Strict creado mediante software y previamente guardado en la unidad USB)
- exportar proyectos a unidad USB (exportar una ruta del instrumento a la unidad USB)
- eliminar proyectos (eliminar un proyecto existente en el instrumento)

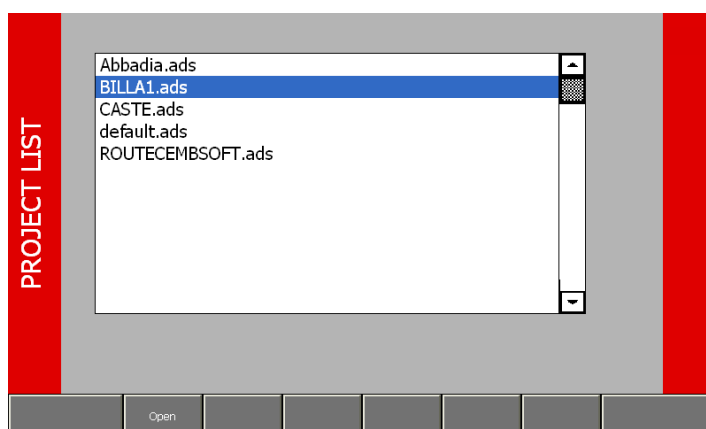


8.1 ABRIR PROYECTO EXISTENTE

Los proyectos (Route) guardados en el instrumento N600 pueden seleccionarse por medio de esta función. Para cambiar

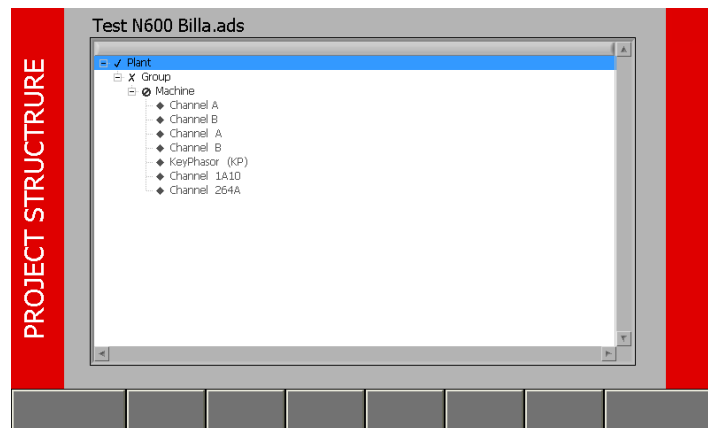
el proyecto activo, recorrer la lista con las flechas  y  ; seleccionar el proyecto deseado (reconocible por el texto

blanco sobre fondo azul) y confirmar mediante la tecla F1 .





Si se selecciona una ruta de tipo Route Strict, aparecerá la pantalla ESTRUCTURA PROYECTO; recorrer la lista de puntos de medida con las flechas  y  y seleccionar el primer punto de la lista mediante la tecla F2 .

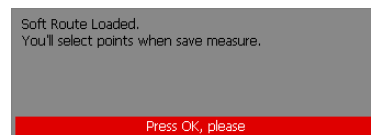


La medida adquirida será configurada según los modos establecidos durante la creación de la ruta; las funciones de medición (vibrómetro, FFT, waveform, monitor_T y monitor_V) se identificarán por el logo , y las gráficas indicarán en la parte superior el hombre del punto de medida.



EN CASO DE ANÁLISIS MEDIANTE ROUTE STRICT, ESTA FUNCIÓN DE AJUSTE DE LA MEDIDA SOLO PERMITE VERIFICAR LOS PARÁMETROS CONFIGURADOS, PERO SIN PODER MODIFICARLOS. EL SÍMBOLO  PERMITE IDENTIFICAR UN AJUSTE RELATIVO A UNA ROUTE STRICT.

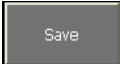
SI SE SELECCIONA UNA ROUTE SOFT, APARECERÁ UNA VENTANA EMERGENTE QUE INDICARÁ AL OPERADOR EL TIPO DE RUTA SELECCIONADO Y EL MODO DE ALMACENAMIENTO DE LOS DATOS ADQUIRIDOS.



PRESIONAR  PARA CONFIRMAR LA VENTANA EMERGENTE.

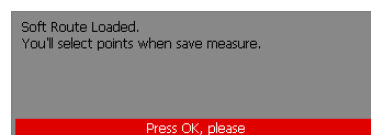
8.2 CAMBIAR PUNTOS SELECCIONADOS

De estar activada una Route Strict en el instrumento N600, esta función permite cambiar los puntos del elemento del eje relativo a la ruta seleccionada. Para cada punto de medida seleccionado, se adquirirá la medida según los ajustes configurados durante la creación del recorrido mediante el software Route Manager.

Accediendo a la función, existe la posibilidad de visualizar la pantalla ESTRUCTURA PROYECTO relativa al eje correspondiente a la ruta actualmente activada; moverse con las flechas  y  para seleccionar el punto de medida deseado; basta pulsar el mando F5  para confirmar el punto de medida.



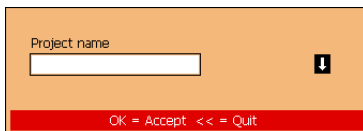
EN CASO DE ANÁLISIS CON ROUTE SOFT ACTIVADA, ACCEDIENDO A ESTA FUNCIÓN APARECE UNA VENTANA EMERGENTE QUE INDICA AL OPERADOR QUE LOS PUNTOS DE MEDIDA A LOS QUE SE ATRIBUIRÁ Y EN LOS QUE SE GUARDARÁ LA LECTURA SE SELECCIONAN AL MOMENTO DE GUARDAR LA MEDIDA. PRESIONANDO , EL INSTRUMENTO REGRESA A LA PANTALLA INICIAL.



8.3 PROYECTO NUEVO

Por medio de esta función, es posible crear directamente en el instrumento N600 una ruta de tipo Route Soft caracterizada por solo dos puntos de medida.

Aparecerá una ventana emergente para introducir el nombre deseado, según se aplica en  **TECLADO ALFANUMÉRICO**.



Introducir el nombre deseado y confirmar presionando . Entonces, se activará automáticamente la Route Soft previamente creada.

8.4 IMPORTAR PROYECTOS DE UNIDAD USB

Con esta función, todos los proyectos guardados en la unidad USB conectada al instrumento N600 se copiarán en la memoria interna de este. Una ventana emergente indicará al operador que la operación se ha realizado correctamente. Confirmar

presionando .

Puesto que el instrumento se caracteriza por un sistema operativo interno basado en Windows, cualquier unidad USB formateada para este sistema operativo podrá conectarse al instrumento.



ATENCIÓN!

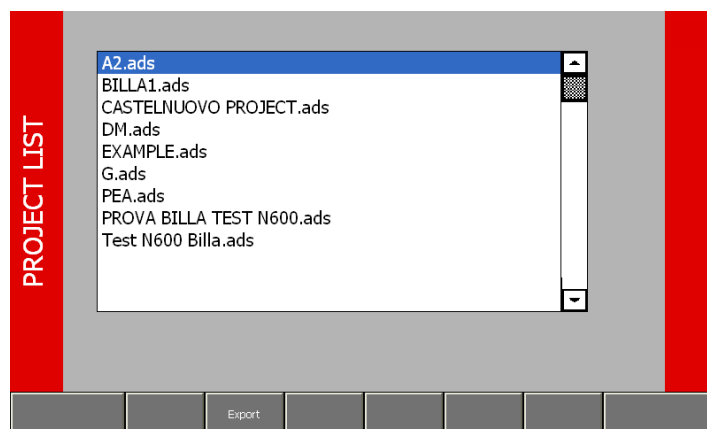
SI SE ACCEDE A LA FUNCIÓN SIN HABER CONECTADO ANTES UNA UNIDAD **USB** EN EL PUERTO PREVISTO,
UNA VENTANA EMERGENTE INDICARÁ AL OPERADOR QUE DEBE CONECTARLA.

8.5 EXPORTAR PROYECTOS A UNIDAD USB

Permite exportar a una unidad USB las rutas guardadas en el instrumento N600. Accediendo a la función mediante 

aparece la pantalla Lista de Proyectos: moverse con las flechas  y  hasta evidenciar la ruta que se quiere copiar

en la unidad USB (texto blanco sobre fondo azul). Al confirmar presionando F2 , una ventana emergente indicará al operador que la operación se ha realizado correctamente. Cerrar la ventana emergente presionando la tecla .



SI SE QUIERE COPIAR EN UNA UNIDAD **USB** UN PROYECTO QUE YA SE HA GUARDADO EN ELLA, UNA VENTANA EMERGENTE SOLICITARÁ QUE SE CONFIRME LA SOBRESCRITURA DEL ARCHIVO

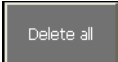


SI SE ACCEDE A LA FUNCIÓN SIN HABER CONECTADO ANTES UNA UNIDAD **USB**, UNA VENTANA EMERGENTE INDICARÁ AL OPERADOR QUE DEBE CONECTARLA.

8.6 ELIMINAR PROYECTOS

Permite eliminar proyectos guardados en el instrumento. La cancelación de un solo proyecto se logra presionando la tecla

F5 , seleccionándola en la pantalla Lista de Proyectos y moviéndose con las flechas  y  hasta evidenciar el proyecto que se quiere eliminar.

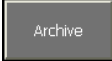
En cambio, con la tecla F6  es posible eliminar completamente todos los proyectos guardados en el instrumento.



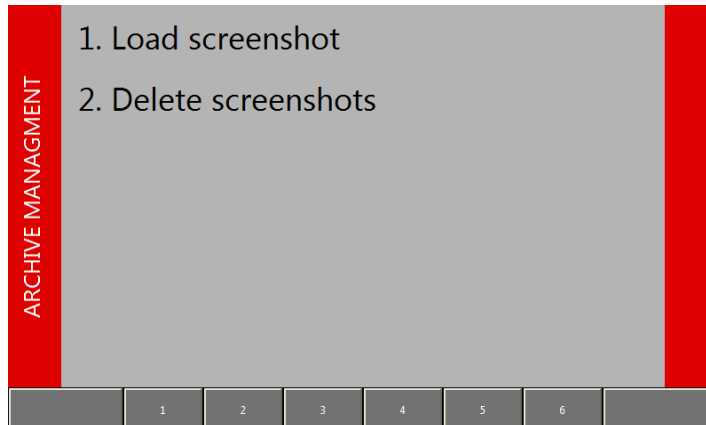
NO ES POSIBLE ELIMINAR DE LA LISTA EL PROYECTO ACTUALMENTE ACTIVADO.

9. FUNCIONES DEL ARCHIVO

El instrumento N600 permite visualizar y gestionar las imágenes de la pantalla previamente guardadas mediante la presión de , utilizando esta función específica a la cual se accede directamente desde el cuadro inicial.

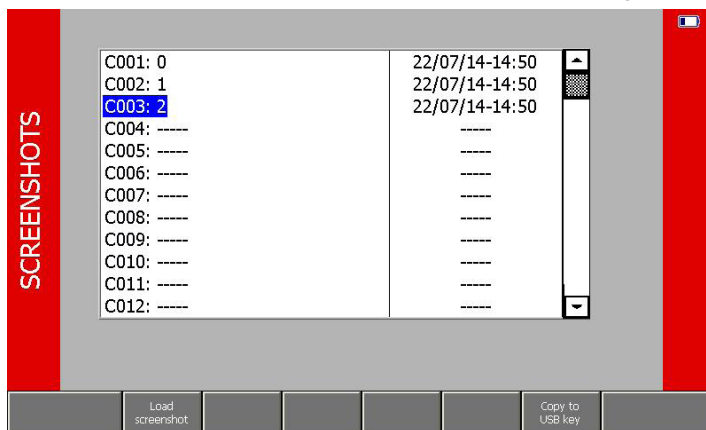
La presión de la tecla F6  propone al operador el cuadro ARCHIVO en el que puede elegir entre distintas posibilidades:

- cargar imagen (visualizar las imágenes de la pantalla previamente guardadas)
- eliminar imágenes (eliminar una o todas las imágenes archivadas).



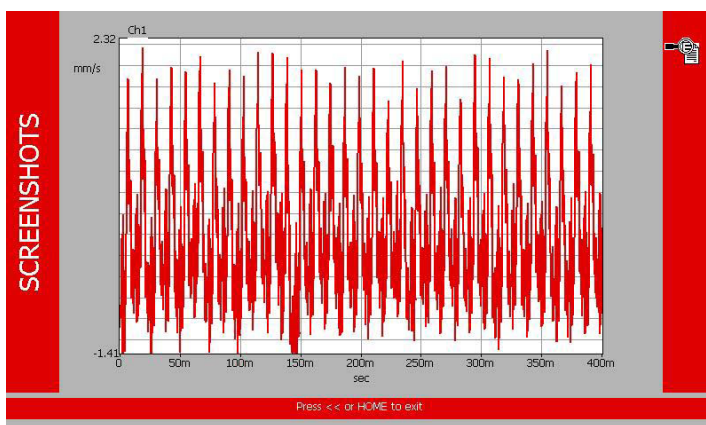
9.1 CARGAR IMAGEN

Permite cargar y ver nuevamente en la pantalla las imágenes previamente archivadas. La pantalla se presenta como una lista de posiciones donde se han archivado las imágenes:



La selección de la imagen que se quiere cargar se realiza mediante las flechas  y ; luego basta presionar F1

 para cargar la imagen seleccionada.





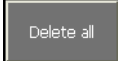
Para regresar a la lista de imágenes archivadas, basta presionar  o bien presionar  para regresar al cuadro principal.

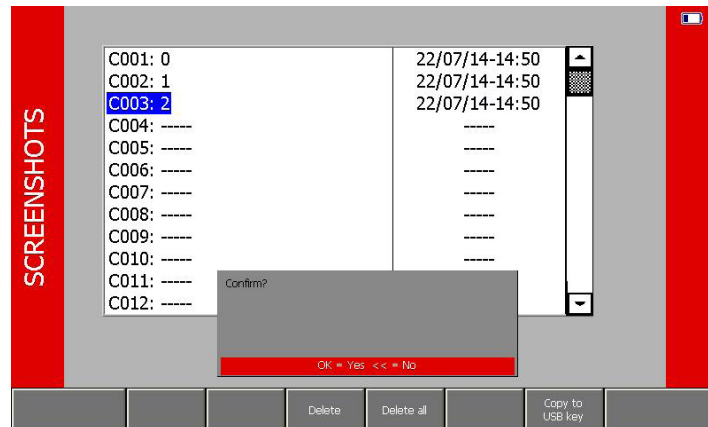


LAS IMÁGENES CARGADAS SE IDENTIFICARÁN CON EL ICONO , PARA INDICAR, PRECISAMENTE, QUE NO SE ESTÁ VISUALIZANDO UN DATO, SINO UNA IMAGEN PREVIAMENTE ADQUIRIDA.

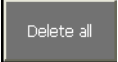
9.2 ELIMINAR IMÁGENES

La cancelación de una imagen y el vaciado de la posición correspondiente en el archivo se obtienen presionando F3

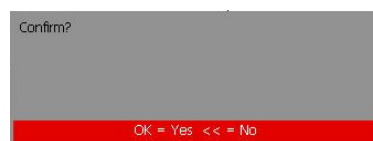
. Con F4  es posible vaciar completamente el archivo de imágenes. La pantalla se presenta como una lista de posiciones donde se han archivado las imágenes.

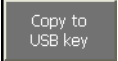


La selección de la imagen que se quiere eliminar se realiza mediante las flechas  y ; luego basta presionar F3  para eliminar la imagen seleccionada.

La presión de la tecla F4 , permite eliminar en una sola operación todas las imágenes archivadas.

Al presionar las teclas de arriba, aparecerá la siguiente ventana emergente para solicitar que se confirme la operación mediante la tecla  o bien que se abandone mediante la tecla .



Tanto en la función Cargar imagen como en la función Eliminar imágenes, al presionar la tecla F6  todos los archivos de imagen guardados en el instrumento se copiarán en una carpeta "Screenshots" que se creará automáticamente en la unidad USB conectada al instrumento.



CADA VEZ QUE SE QUIERAN GUARDAR IMÁGENES NUEVAS DE LOS CUADROS EN LA MISMA UNIDAD **USB**, SE CREARÁN EN LA CARPETA "SCREENSHOTS" OTRAS SUBCARPETAS NOMBRADAS CON LA FECHA Y LA HORA.



LAS TECLAS  Y , QUE RESPECTIVAMENTE AUMENTAN Y DISMINUYEN EN 10 LA POSICIÓN SELECCIONADA, PUEDEN UTILIZAR SE PARA RECORRER RÁPIDAMENTE EL ARCHIVO.

10. PROGRAMA CEMB N-Pro (OPCIONAL)

Los datos guardados en los aparatos N100 y N300, se pueden transferir fácilmente a un PC, organizar y guardar en el disco duro y sucesivamente se pueden analizar, comparar, imprimir.

Estas operaciones son posibles gracias al software CEMB N-Pro (Professional Environment for N-Instruments), disponible para sistemas operativos Microsoft Windows.

Su interfaz ha sido estudiada cuidadosamente para que su uso sea intuitivo y por consiguiente extremadamente simple también para los usuarios poco expertos.



EN ESTE CAPÍTULO SE UTILIZAN LAS EXPRESIONES GENÉRICAS DE “INSTRUMENTO N” O “APARATO N” CON LAS CUALES SE INDICAN SOLAMENTE LOS MODELOS **N100** Y **N300** CON LOS CUALES SE PUEDE UTILIZAR EL SOFTWARE **CEMB N-Pro** (COMUNICACIÓN, ORGANIZACIÓN DE DATOS EN EL ARCHIVO, IMPRESIÓN, ...).

AL CONTRARIO, NO ES POSIBLE UTILIZAR EL PROGRAMA **CEMB N-Pro** CON OTROS INSTRUMENTOS **CEMB**, AUNQUE PERTENEZCAN A LA FAMILIA **N**.

10.1 REQUISITOS DE SISTEMA

La instalación y el uso del programa CEMB N-Pro exigen:

- procesador: por lo menos Intel Pentium IV 1GHz o equivalente Athlon;
- memoria: 512MB (aconsejada: 1GB o más);
- espacio libre en disco: por lo menos 400MB libres antes de la instalación (no se incluye el espacio sucesivamente ocupado por el archivo de datos);
- sistema operativo:
 - > Microsoft Windows 2000 por lo menos Service Pack 4
 - > Microsoft Windows XP por lo menos Service Pack 2
 - > Microsoft Windows Vista
 - > Microsoft Windows 7 (32 y 64 bit)
 - > Microsoft Windows 8 y 8.1 (32 y 64 bit)
- resolución vídeo 1024x768 o más.

10.2 INSTALACIÓN DEL SOFTWARE

La instalación del software CEMB N-Pro se debe efectuar iniciando el programa setup.exe, presente en el CD-ROM, y seguidamente haciendo clic en el botón  cambiar ninguna opción.

De esta manera se instala el software en el directorio predeterminado para los programas.



ATENCIÓN!

(SÓLO PARA INSTRUMENTOS **N100** Y **N300**):

DURANTE LA INSTALACIÓN DEL SOFTWARE SE CREA UNA CARPETA QUE CONTIENE LOS DRIVER PARA LA COMUNICACIÓN USB; POR LO TANTO ES IMPORTANTE INSTALAR EL SOFTWARE **CEMB N-Pro ANTES DE CONECTAR EL APARATO (**N100** o **N300**) AL PC, EN CASO CONTRARIO PUEDEN PRODUCIRSE MAL FUNCIONAMIENTOS.**



EN EL CASO DE ACTUALIZACIÓN DE VERSIONES ANTERIORES A LA **1.3.3** EN SISTEMAS OPERATIVOS **WINDOWS VISTA**, **WINDOWS 7** Y **WINDOWS 8**, ES NECESARIO COMPLETAR LAS SIGUIENTES OPERACIONES PARA PODER UTILIZAR EL SOFTWARE:

- HAGA CLIC CON EL BOTÓN DERECHO DEL RATÓN EN EL ICONO DEL PROGRAMA **CEMB N-Pro** EN EL ESCRITORIO
- SELECCIONE EL MENÚ ‘COMPATIBILIDAD’
- COMPRUEBE QUE LA OPCIÓN ‘EJECUTAR PROGRAMA EN MODO DE FUNCIONAMIENTO PARA:’ ESTÉ INHABILITADA
- COMPRUEBE QUE LA OPCIÓN ‘EJECUTAR PROGRAMA COMO ADMINISTRADOR’ ESTÉ INHABILITADA



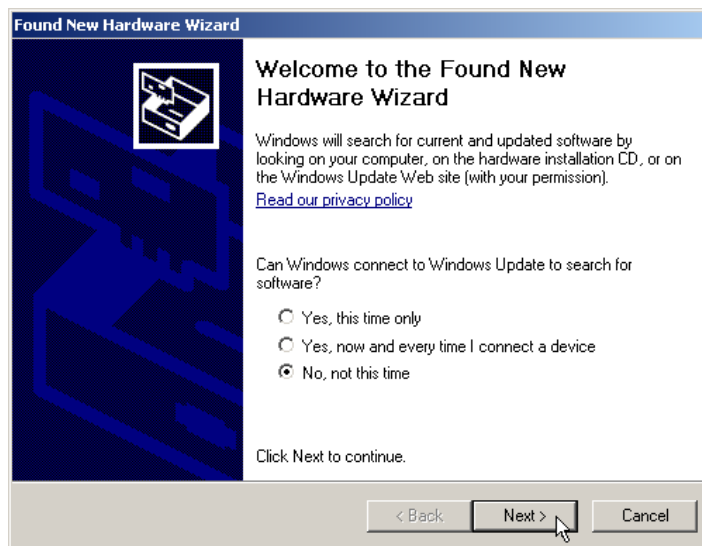
- PULSE OK

10.3 INSTALACIÓN DE LOS DRIVER PARA LA COMUNICACIÓN CON LOS INSTRUMENTOS N100 Y N300 (SÓLO PARA VERSIÓN 1.3.4 O ANTERIOR)

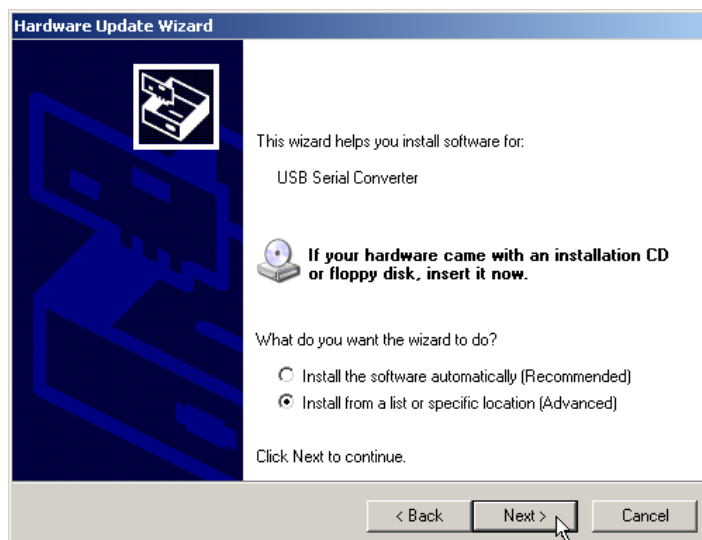
Sólo después de haber instalado correctamente el software CEMB N-Pro, conecte el aparato N al PC utilizando el cable USB suministrado; al cabo de unos segundos se mostrará el mensaje:

Encontrado nuevo hardware USB <-> Serie

- en la barra de aplicaciones de Windows (esquina de abajo a la derecha).
- Luego aparecerá la ventana del proceso guiado de agregación de nuevo hardware.
- A la pregunta de autorizar Windows para conectarse a Internet para buscar los driver, seleccione la opción 'No, esta vez no' y pulse 'Siguiente>'



- Seleccione 'Instalar desde una posición específica (Avanzado)' y pulse de nuevo 'Siguiente >'



Habilite las opciones 'Buscar el mejor driver en estas rutas de acceso' e 'Incluir esta ruta de acceso en la búsqueda'. Con el botón 'Buscar' seleccione la subcarpeta 'USB driver' en aquella donde está instalado el software CEMB N-Pro. Sólo ahora pulse 'Siguiente >'.

Al final de este proceso guiado el hardware 'USB Serial Converter' estará instalado correctamente.

Espere que en la barra de aplicaciones de Windows se muestre un nuevo mensaje:

Encontrado nuevo hardware Puerto serie USB

y que aparezca una segunda ventana para el proceso guiado de agregación de nuevo hardware.

Repita exactamente los mismos pasos para instalar el hardware 'USB Serial Converter'.

Sólo ahora es posible la comunicación entre PC y los aparatos N100 y N300 de la manera correcta.

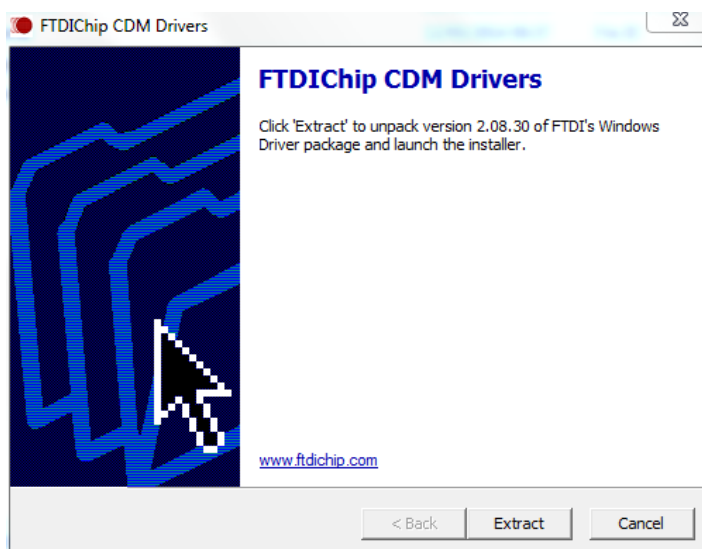


PARA PODER EFECTUAR CORRECTAMENTE LA INSTALACIÓN DEL SOFTWARE Y DE LOS DRIVER ES NECESARIO TENER LOS DERECHOS DE ADMINISTRADOR EN EL PC QUE SE UTILIZA; ESTOS ES POSIBLE EFECTUANDO UN LOGIN COMO USUARIO ADMINISTRATOR.

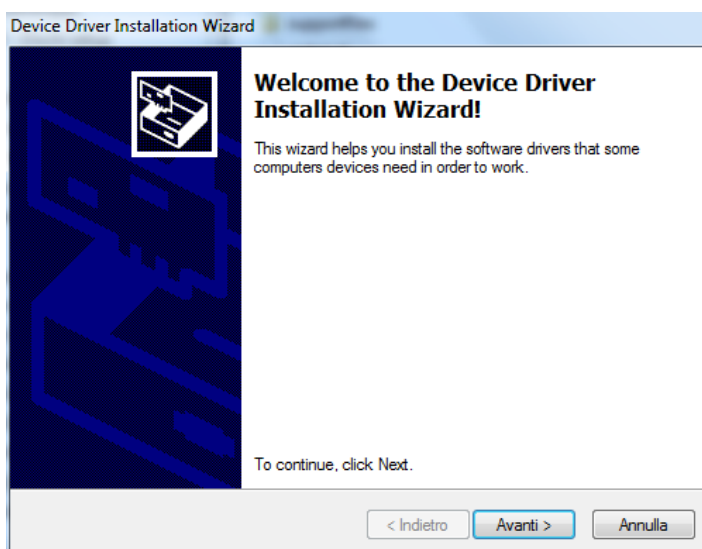
10.4 INSTALACIÓN DE LOS DRIVER PARA LA COMUNICACIÓN CON LOS INSTRUMENTOS N100 Y N300 (SÓLO PARA VERSIÓN 1.3.5 O SUPERIOR)

Desde la versión 1.3.5, los driver USB para la comunicación con los instrumentos N100 y N300 se instalan automáticamente con el programa N-Pro.

Después de la instalación del programa, verá la ventana "FTDIChip MDL Drivers" para la instalación de los driver USB. Pulsar Extract:



Al final, se muestra automáticamente la ventana "Welcome to the Device Driver Installation Wizard!". Pulsar "Avanti>".



La instalación correcta se indica mediante la siguiente imagen:

Driver Name	Status
✓ FTDI CDM Driver Packa...	Ready to use
✓ FTDI CDM Driver Packa...	Ready to use



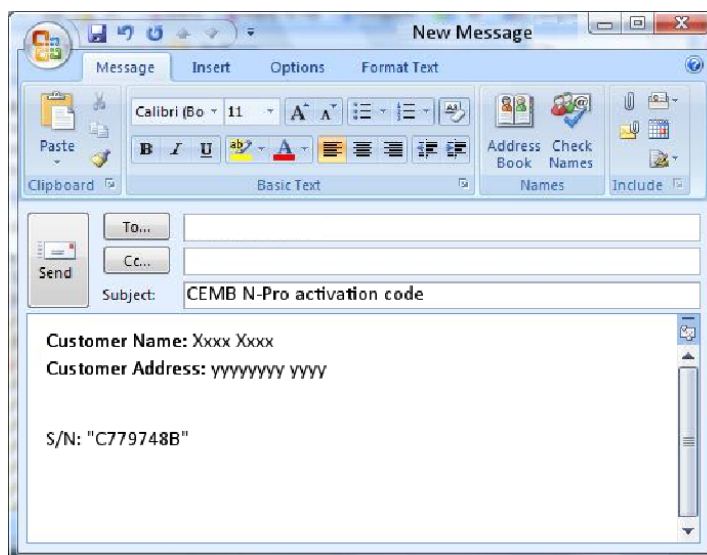
10.5 ACTIVACIÓN DEL SOFTWARE

La primera vez que se ejecuta el software aparece un pop-up con el número de serie (S/N) del software y se pide que se introduzca el código de activación correspondiente.

Dicho código se puede conseguir contactando por e-mail con el servicio técnico CEMB división Análisis Vibraciones (www.cemb.com) especificando el asunto: "CEMB N-Pro activation code" e indicando en el mensaje los propios datos y el número de serie (S/N) mostrado en el pop-up.

La asistencia CEMB contestará con un e-mail que contiene el correspondiente código de activación (AC)

Éste se deberá insertar para completar el procedimiento de Registro y consentir el uso del software.



ATENCIÓN!

PARA PODER COMPLETAR CON ÉXITO EL REGISTRO DEL SOFTWARE **CEMB N-Pro**, ES NECESARIO EJECUTARLO CON LOS DERECHOS DE ADMINISTRADOR PARA EL **PC**. SUCESIVAMENTE, EL PROGRAMA LO PODRÁN EJECUTAR TAMBIÉN USUARIOS CON DERECHOS MÁS LIMITADOS.



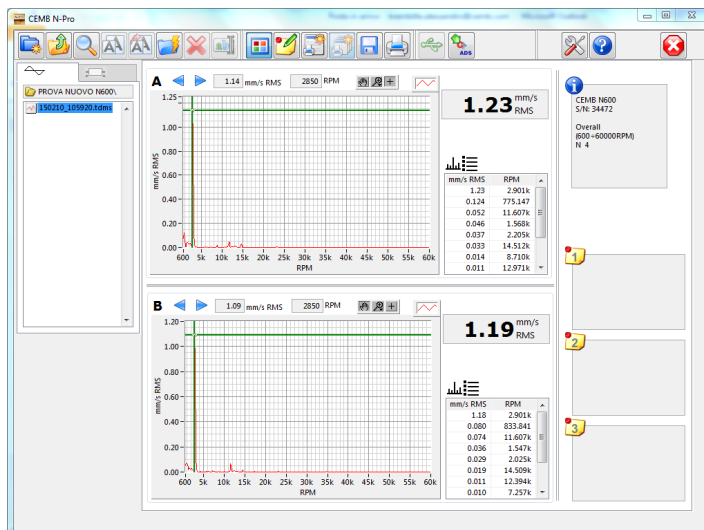
*PULSANDO "REGISTRAR MÁS ADELANTE" SE PUEDE UTILIZAR TEMPORALMENTE EL SOFTWARE A LA ESPERA DE RECIBIR EL CÓDIGO DE ACTIVACIÓN CORRECTO DE LA ASISTENCIA **CEMB***



ATENCIÓN!

LA INSTALACIÓN DEL SOFTWARE **CEMB N-Pro** EXIGE UN CÓDIGO DE ACTIVACIÓN DIFERENTE EN CADA **PC**, CADA UNO DE LOS CUALES SE DEBE PEDIR A **CEMB** CON LAS MODALIDADES DESCRITAS MÁS ARRIBA.

10.6 UTILIZO DEL SOFTWARE



Es posible el acceso completo a todas las funciones disponibles en el software CEMB N-Pro a través de los botones de la barra de funciones situada en la parte superior de la página.

En el lado izquierdo está siempre mostrado el contenido del archivo de datos, dividido en:

-  mediciones de vibración (overall o bien síncronas)
-  equilibrados (sólo para instrumentos N300)

Todo el espacio que queda está reservado para informaciones contextuales a la función activa en cada momento, como descrito en los párrafos siguientes.

10.6.1 BARRA DE FUNCIONES

En la barra de funciones los botones están agrupados según su tipo:

• Funciones referentes al archivo de datos:



crear una nueva carpeta



visualizar el contenido de la carpeta superior



buscar en el archivo



copiar el elemento seleccionado



desplazar el elemento seleccionado



pegar en la posición visualizada el elemento a copiar o desplazar



borrar el elemento seleccionado



renombrar el elemento seleccionado

• Funciones para la visualización de los elementos del archivo:



visualizar el elemento seleccionado



modificar las notas asociadas con el elemento (medición de vibración o equilibrado) visualizado. Para la máxima flexibilidad, con cada elemento pueden estar asociadas 3 notas diferentes: el usuario puede poner la información que considera más oportuna según el caso



generar y visualizar un report del elemento seleccionado



generar y visualizar un multi-report de los elementos seleccionados



guardar el report (o multi-report) generado



imprimir el report (o multi-report) generado

- **Función para importar datos desde los aparatos N100 y N300:**



iniciar / abandonar el proceso automático de importación de datos desde el aparato N a través del enlace USB

- **Función para importar datos desde el aparato N600:**



iniciar el proceso automático de importación de datos desde el aparato N600, previamente guardados en llave USB

- **Funciones de uso general:**



abrir la ventana Configuraciones



visualizar un panel con las informaciones acerca del software (productor, versión, ...)

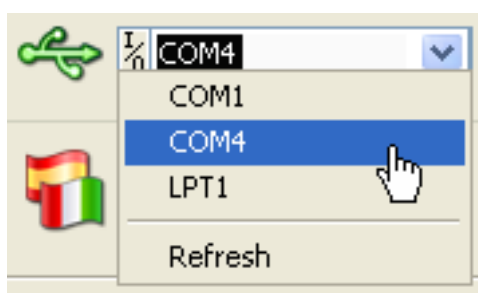


salir del programa.

10.7 CONFIGURACIONES GENERALES

En esta ventana se deben configurar los parámetros generales de funcionamiento del software CEMB N-Pro, como:

- el puerto del PC al cual se conectará el aparato N que será uno de los serie COMx disponibles, y que se muestran haciendo clic en el menú desplegable (sólo para los instrumentos N100 y N300).



PARA SELECCIONAR CORRECTAMENTE EL PUERTO SE ACONSEJA PROCEDER COMO SIGUE:

- CON EL INSTRUMENTO N (N100 o N300) NO CONECTADO AL PC, HAGA CLIC EN EL MENÚ DESPLEGABLE Y SELECCIONE "REFRESH", TOMANDO NOTA DE LA LISTA DE LOS PUERTOS DISPONIBLES
- CONECTE EL INSTRUMENTO N (N100 o N300) AL PC Y ESPERE UNOS SEGUNDOS
- HAGA CLIC DE NUEVO EN EL MENÚ DESPLEGABLE Y SELECCIONE "REFRESH"
- EL PUERTO AL CUAL SE HA CONECTADO EL APARATO ES AQUÉL QUE SE HA AÑADIDO CON RESPECTO A LA LISTA DE LA CUAL SE HA TOMADO NOTA ANTES.



ATENCIÓN!

SE ACONSEJA CONECTAR EL INSTRUMENTO N (N100 o N300) SIEMPRE AL MISMO PUERTO USB DEL PC. EN CASO CONTRARIO SERÁ NECESARIO MODIFICAR EL NÚMERO DEL PUERTO COM EN LA VENTANA DE CONFIGURACIONES GENERALES Y, EN ALGUNOS CASOS, HASTA SE DEBERÁ REPETIR LA INSTALACIÓN DE LOS DRIVER USB.

- el idioma de los mensajes que se puede seleccionar en un menú desplegable entre:
 Italiano
 English
 Français
 Deutsch
 Español
- El modo de visualización de los valores de frecuencia puede elegirse utilizando la casilla de selección correspondiente de la siguiente manera:
 > seleccionada: muestra las frecuencias expresadas en kRPM o kHz
 > no seleccionada: muestra las frecuencias expresadas en RPM o Hz
- la ruta de acceso de la carpeta base (DB_N-Pro) del archivo de datos en el PC dentro de la cual el programa crea las subcarpetas
 > vibr: para las mediciones de vibración
 > bal: para los datos de equilibrado (sólo para instrumento N300)

Después de haber configurado los valores deseados, pulse .

Para salir de la ventana sin efectuar ninguna configuración, pulse .

10.8 LECTURA DE LOS DATOS DESDE EL INSTRUMENTO N100 o N300

Después de haber conectado el instrumento N al PC, de haber comprobado y eventualmente modificado la configuración del puerto USB, con el software CEMB N-Pro es posible efectuar, de manera automática, la lectura de todas las mediciones

presentes en el archivo del instrumento N, simplemente pulsando .

Una vez hecho esto, basta esperar el mensaje que señala que ha terminado dicha operación, sin pulsar ningún botón. El progreso de la lectura de datos está señalado por el paulatino llenado de una barra horizontal. Este procedimiento crea en cada uno de los dos archivos (vibración y equilibrado) una carpeta cuyo nombre se crea partiendo de la fecha y hora actuales en el formato AAMMGG_hhmmss donde:

- AA = últimas dos cifras del año
- MM = mes del año (01 enero; 02 febrero; ... 12 diciembre)
- GG = día del mes
- hh = hora del día (00 ... 23)
- mm = minutos (00 ... 59)
- ss = segundos (00 ... 59)

De esta manera las mediciones serán visualizadas automáticamente por orden de importación.

Los usuarios que tienen exigencias particulares o más avanzadas pueden renombrar esta carpeta como prefieran, como también pueden copiar o desplazar todo o parte de su contenido donde lo deseen.



PULSANDO  ANTES DE QUE TERMINE LA TRANSFERENCIA, SE PROVOCA EL CIERRE INMEDIATO DE ESTA OPERACIÓN, QUE POR LO TANTO NO SERÁ COMPLETADA.

*LA LECTURA DE LOS DATOS DESDE EL INSTRUMENTO NO MODIFICA DE NINGUNA MANERA EL ARCHIVO PRESENTE EN EL PROPIO APARATO. DESPUÉS DE HABER COMPROBADO QUE SEA CORRECTA LA IMPORTACIÓN EN EL PC, EL OPERADOR PODRÁ DECIDIR SI ELIMINARLOS DEL INSTRUMENTO, COMO DESCRITO EN **ARCHIVO DE MEDICIONES**.*

LOS DATOS DE EQUILIBRADO ESTÁN DISPONIBLES SÓLO PARA EL APARATO N300. AL CONTRARIO, EL MODELO N100 EFECTÚA Y MEMORIZA SÓLO MEDICIONES DE VIBRACIÓN.



10.9 ARCHIVO DE DATOS IMPORTADOS DESDE EL INSTRUMENTO N100 o N300

El software CEMB N-Pro subdivide el archivo de datos en el PC en dos sub-archivos, uno para las mediciones de vibración (símbolo ) y uno para los datos de equilibrado () , que el usuario tiene la plena libertad de organizar como considere más oportuno.

Con el botón  se pueden crear carpetas y subcarpetas para subdividir los datos, por ejemplo, por tipo, fecha, operador, sitio, ...

Con los botones ,  y  es posible copiar o desplazar archivos individuales o carpetas enteras. Pulsando simplemente un botón también se puede renombrar o eliminar un elemento.

Para facilitar el uso del archivo de mediciones también hay disponible una útil función de búsqueda  , con la cual introducir el nombre de lo que se desea buscar (o parte de él).

Si en el archivo hay más de un elemento correspondiente a cuanto buscado, éstos son presentados en secuencia, pulsando

el botón “Encontrar siguiente”  .

10.10 LECTURA DE DATOS DESDE EL INSTRUMENTO N600

Después de haber exportado a una unidad USB la ruta o “Route” (fichero *.ads) en la que están guardados los datos regi-

strados con N600, conectar la misma al puerto USB del ordenador. Seleccionar el icono  : una ventana emergente confirmará la exportación del fichero *.ads:



Este procedimiento crea en el archivo “vibración” (símbolo ) una carpeta cuyo nombre varía según el tipo de ruta importada:

- Route Soft: carpeta y subcarpetas nombradas genéricamente Plant > Group > Machine > Channel A_B, que incluyen las medidas adquiridas nombradas “YYMMDD_hhmmss.tdms”, cuyo significado es el siguiente:
 - > YY: últimas dos cifras del año
 - > MM: mes del año (01 enero; 02 febrero; ... 12 diciembre)
 - > DD: día del mes
 - > Hh: hora del día (00 ... 23)
 - > mm: minutos (00 ... 59)
 - > ss: segundos (00 ... 59)
- Route Strict: carpeta y subcarpetas nombradas según configurado en la fase de creación de la ruta mediante software *RouteManager*; que incluyen las medidas adquiridas nombradas “YYMMDD_hhmmss.tdms”. (ver arriba la descripción de “Route Soft”).

Los usuarios con necesidades particulares o más avanzadas pueden renombrar estas carpetas a su discreción, así como copiar o desplazar todo el contenido, o una parte del mismo, al lugar que deseen.

Con respecto a los datos de equilibrado, después de haber exportado a una unidad USB el fichero “Unb_Data.ini” en el que

están guardados los programas del N600, conectar la misma al puerto USB del ordenador. Seleccionar el icono  y la ruta para buscar el archivo arriba descrito.

Este procedimiento crea en el archivo “equilibrado” (símbolo ) una carpeta cuyo nombre será “YYMMDD_hhmmss” (consultar arriba las nomenclaturas).

Dentro de esta carpeta estarán presentes los programas de equilibrado, nombrados como se observa en el instrumento N600 (Pxxx.N3b).

10.11 VISUALIZACIÓN DE LOS DATOS PRESENTES EN EL ARCHIVO

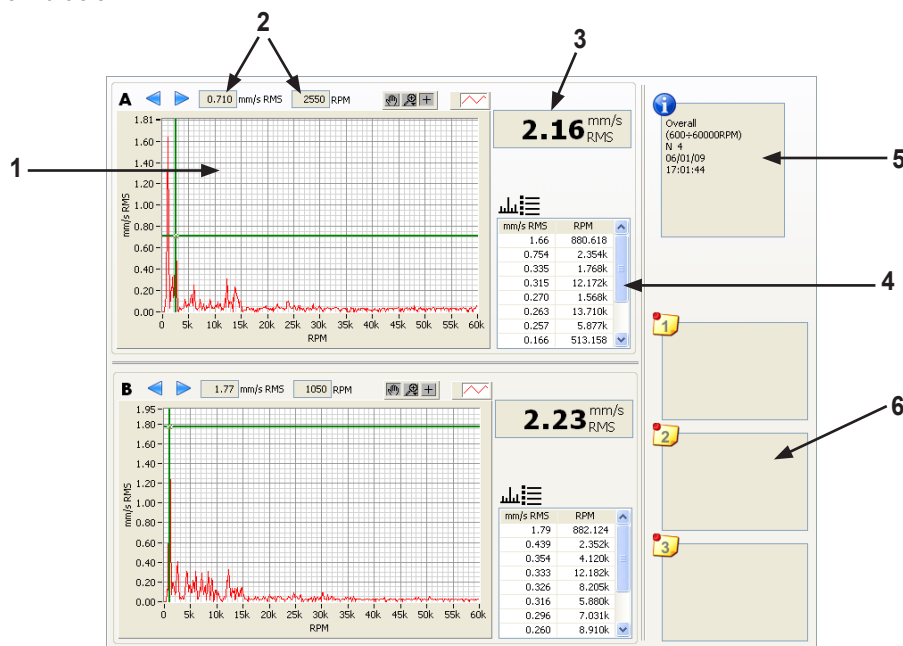


Después de haber seleccionado un elemento del archivo, al pulsar el botón se muestra su contenido de manera clara y detallada.

Para los varios tipos de dato tendremos:

1. gráfico del espectro (no visualizable directamente en el instrumento N100 o N300)
2. posición y valor del cursor
3. valor global de vibración
4. lista de picos
5. informaciones y parámetros de la medición
6. notas asociadas a la medición

Medición del valor global de vibración:



10.12 FUNCIONES ESPECÍFICAS PARA LOS GRÁFICOS DEL ESPECTRO

• Cursor

En el gráfico hay un cursor que se puede mover un paso a la vez hacia la izquierda o la derecha haciendo clic en



Seleccionando al contrario  es posible hacer clic directamente en el cursor y, manteniendo pulsado el botón izquierdo del ratón, arrastrarlo rápidamente a la posición que se desea.

• Zoom

Haciendo clic en el botón  es posible seleccionar entre distintas modalidades de zoom:

- >  (ampliar rectángulo) : haciendo clic en un punto y arrastrando el cursor se puede seleccionar el rectángulo que se desea ampliar
- >  (zoom x) : haciendo clic en un punto y desplazando horizontalmente el cursor se puede seleccionar la parte de eje x que se desea ampliar
- >  (zoom y) : haciendo clic en un punto y desplazando verticalmente el cursor se puede seleccionar la parte de eje y que se desea ampliar
- >  (autoscale) : haciendo clic en el gráfico los extremos de los ejes son configurados automáticamente en los valores más adecuados, sobre la base de lo que está visualizado
- >  (zoom in) : haciendo clic en un punto se amplía la zona alrededor de ese punto
- >  (zoom out) : haciendo clic en un punto se visualiza una región más amplia alrededor de ese punto



- **Desplazamiento del gráfico en la ventana**

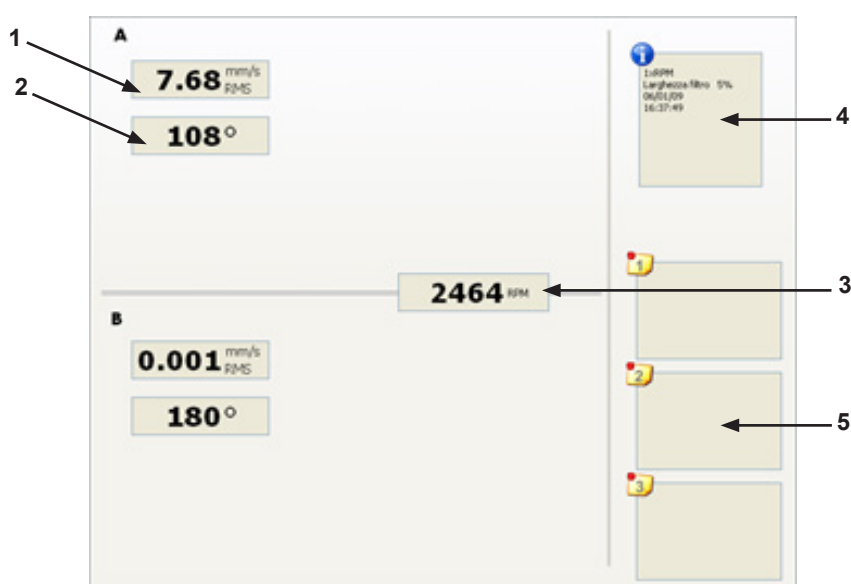
Después de haber seleccionado , es posible hacer clic en un punto del gráfico y, sin soltar el botón del ratón, desplazar todo el gráfico dentro de la ventana. Prácticamente esto corresponde a cambiarse los extremos mínimo y máximo de ambos ejes, pero sin alterar la escala. Llevando el cursor fuera de la ventana, el gráfico vuelve a la posición que tenía antes del desplazamiento.



LOS VALORES MÍNIMO Y MÁXIMO DE LOS EJES SE PUEDEN MODIFICAR UNO POR UNO SIMPLEMENTE HACIENDO CLIC E INSERTANDO UN NUEVO VALOR UTILIZANDO EL TECLADO.

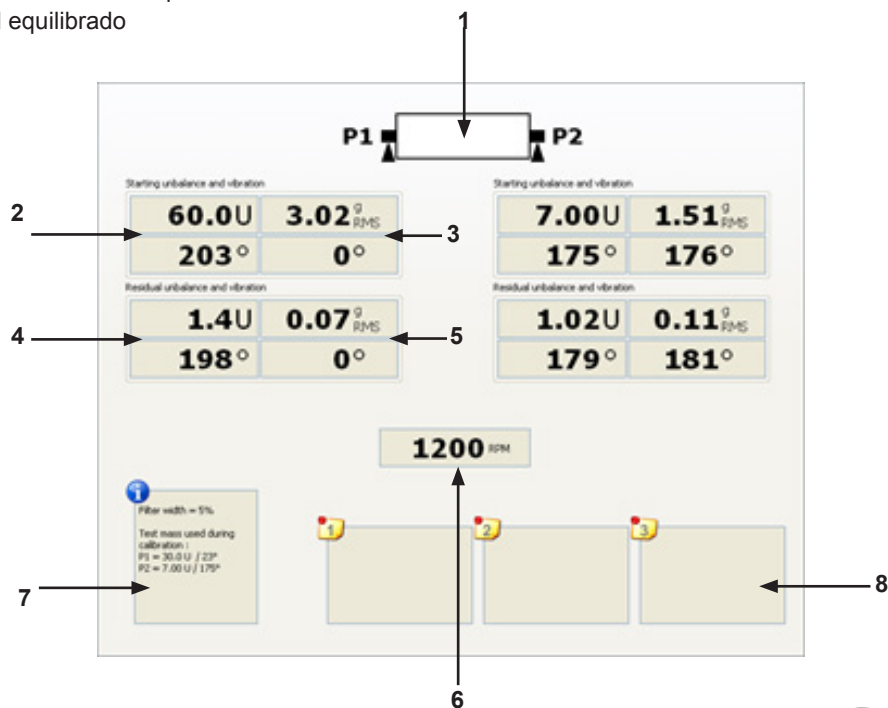
10.13 MEDICIÓN DEL VALOR SÍNCRONO DE VIBRACIÓN (SÓLO PARA STRUMENTI N100 E N300)

1. amplitud del valor síncrono de vibración
2. fase del valor síncrono de vibración
3. frecuencia del valor síncrono de vibración
4. informaciones y parámetros de la medición
5. notas asociadas a la medición



10.14 DATOS DE EQUILIBRADO (SÓLO PARA STRUMENTI N300 E N600)

1. tipo de equilibrado (en uno o dos planos)
2. valor (en unidades genéricas U) y fase del desequilibrio inicial
3. valor y fase de la vibración inicial
4. valor (en unidades genéricas U) y fase del desequilibrio final (es decir después del equilibrado)
5. valor y fase de la vibración final (es decir después del equilibrado)
6. velocidad del rotor
7. informaciones y parámetros del equilibrado
8. notas asociadas al equilibrado



Las notas asociadas a cada medición se pueden insertar o modificar en cualquier momento pulsando . Esta posibilidad constituye una válida ayuda en la fase de post-análisis de los datos: el usuario puede añadir observaciones o comentarios relativos a los valores o al tipo de la medición, como también a las condiciones de adquisición de los datos. Se pueden así mismo insertar apuntes para futuras actuaciones y notas que se consideran importantes. Por ejemplo, en el caso de equilibrados se aconseja especificar a qué unidades físicas (mg, g, kg, g·mm, g·cm, g·m, ...) corresponden las unidades genéricas U.

10.15 GENERACIÓN E IMPRESIÓN DE CERTIFICADOS (INFORMES)

Con el software CEMB N-Pro se pueden crear e imprimir, muy fácilmente, certificados personalizados tanto de análisis de vibraciones como de equilibrado.

Tras pulsar el botón  basta seleccionar una plantilla (template) para el certificado que se desea generar. Esta plantilla es un simple archivo HTML que el usuario mismo puede crear o personalizar según sus necesidades, utilizando cualquier editor HTML. El programa CEMB N-Pro se encarga de generar el report sustituyendo automáticamente dentro del template unos códigos predefinidos por los correspondientes valores de la medición visualizada. El resultado es seguidamente mostrado en una idónea ventana y se habilitan las funciones:

-  : para guardar el informe recién generado, especificando su nombre y posición
-  : para imprimir el informe visualizado, seleccionando una impresora entre aquellas instaladas en el PC.



SI EN EL PC SE HA INSTALADO UNA IMPRESORA PDF VIRTUAL (POR EJ. PDFCREATOR, ...), BASTA SELECCIONARLA PARA OBTENER UN CERTIFICADO EN FORMATO PDF EN LUGAR QUE IMPRESO. SE PODRÁ GUARDAR EN DISCO EN LA POSICIÓN Y CON EL NOMBRE QUE SE PREFIERA, FACILITANDO SU ARCHIVO Y TAMBIÉN SU SUCESIVO ENVÍO POR CORREO ELECTRÓNICO. UNA COPIA IMPRESA SE PODRÁ OBTENER TAMBIÉN EN UN SEGUNDO MOMENTO, IMPRIMIENDO EL DOCUMENTO PDF



SI SE DESEA PERSONALIZAR UNO DE LOS TEMPLATE YA PRESENTES EN LA CARPETA **REPORT TEMPLATES** ES OPORTUNO GUARDAR LA PLANTILLA MODIFICADA CON UN NOMBRE DIFERENTE O EN UNA CARPETA DISTINTA. **UN** SUCESIVA ACTUALIZACIÓN DEL SOFTWARE **N-PRO**, EFECTIVAMENTE VA A SOBRESCRIBIR LOS TEMPLATE PROPORCIONADOS POR **CEMB** JUNTO CON EL PROGRAMA.



ATENCIÓN!

SI SE DESEA PERSONALIZAR UNO DE LOS TEMPLATE YA PRESENTES EN LA CARPETA **REPORT TEMPLATES** ES OPORTUNO GUARDAR LA PLANTILLA MODIFICADA CON UN NOMBRE DIFERENTE O EN UNA CARPETA DISTINTA. **UN** SUCESIVA ACTUALIZACIÓN DEL SOFTWARE **N-PRO**, EFECTIVAMENTE VA A SOBRESCRIBIR LOS TEMPLATE PROPORCIONADOS POR **CEMB** JUNTO CON EL PROGRAMA.



EL LISTADO DE LOS CÓDIGOS UTILIZABLES EN LOS TEMPLATE Y SU SIGNIFICADO, ASÍ COMO ALGUNAS SUGERENCIAS PARA LA CREACIÓN DE CERTIFICADOS PERSONALES, SE PRESENTAN EN EL **APÉNDICE E**.

10.16 GENERACIÓN E IMPRESIÓN DE CERTIFICADOS DE MEDICIONES MÚLTIPLES (MULTI-REPORT)

A partir de la versión 1.3 el software CEMB N-Pro permite crear e imprimir, de una forma muy simple, certificados personalizados que incluyen los datos de diferentes mediciones y equilibrados. Esto permite agrupar en un único documento una serie de mediciones efectuadas en tiempos sucesivos, también para puntos diferentes de maquinarias distintas.

El certificado es completamente personalizable gracias a la extensión del concepto de plantilla (template): los códigos pre-determinados para un report múltiple se componen de dos partes:

- el código de la información a sustituir (idéntico al report de una medición individual)
- el número progresivo de la medición a la cual se refiere el código

Los pasos para generar un informe múltiple son muy simples:

1. con 'CTRL + click' o bien 'SHIFT + click' se seleccionan en el archivo de datos todas las mediciones a incluir en el multi-report, que tienen que estar en una única carpeta
2. se aprieta el botón 
3. se selecciona el template que se desea.



LA DESCRIPCIÓN, LA LISTA Y EL SIGNIFICADO DE LOS CÓDIGOS QUE SE PUEDEN UTILIZAR EN LOS TEMPLATE DE LOS MULTI-REPORT SE PRESENTAN EN EL **APÉNDICE E**.

Apéndice A

DATOS TECNICOS

Equipo

- Dimensiones: aprox. 225 x 200 x 50 mm
- Peso: 1.4 kg

Campo de aplicación

- Temperatura: de -10° a +50° C
- Humedad del aire: de 0 a 95% sin condensación

Alimentación

- batería de litio recargable de 6 Ah
- tiempo de carga: menos de 5 horas (con batería completamente agotada)
- alimentador-cargador de batería para 100-240 V, 50/60 Hz (24 V, 1.5 A)
- autonomía: superior a 8 horas con un uso normal del equipo

Pantalla

- TFT LCD a colores de 7" con retroiluminación de led
- Convertidor A/D: resolución 24 bit

Teclado

- 28 teclas, incluyendo 6 teclas de función

Entradas

- 2 canales de medida independientes y contemporáneos (acelerómetro, velocímetro, contacto cerrado, cualquier señal dinámica máx. 5V-PP)
- 1 canal de fotocélula (velocidad y referencia angular)
- 2 puertos USB para intercambio de datos

Sensores conectables

- acelerómetro
- velocímetro
- sensor de proximidad
- genérico, con señal máx. 5 V-PP
- fotocélula 30 ÷ 250.000 RPM

Impresora portátil bluetooth (opcional)

- Dimensiones: 146 x 88 x 65 mm
- Peso: 0,360 kg (sin rollo de papel)
- Impresión sobre papel normal o adhesivo
- Ancho del papel: 57,5 mm ± 1 mm

Funciones

- Medida de la vibración total (aceleración, velocidad, desplazamiento)
- Medida de la fase de la vibración
- Análisis de la vibración en el dominio de la frecuencia
- Monitorización de la vibración total en función del tiempo o de la velocidad (diagrama de Bode)
- Equilibrado de rotativas en condición de servicio 1 o 2 planos
- Forma de onda

Modos de medición

- Valor eficaz (RMS)
- Valor de pico (Pk)
- Valor de pico a pico (PP)

**Unidades de medida**

- Aceleración: [g]
- Velocidad: [mm/s] o [mils]
- Desplazamiento: [μm] o [mils]
- Frecuencia: [Hz] o [RPM]

Función Vibrómetro

- Medida de la vibración total
- Frecuencia máxima programable (100; 500; 1000 Hz; 2.5; 5; 10 KHz)
- Medida de valor y fase de la vibración fundamental 1x
- Medida velocidad rotativa

Función FFT (análisis en frecuencia)

- Análisis FFT (manual/trigger)
- Frecuencia máxima programable (100; 500; 1000 Hz; 2.5; 5; 10 KHz)
- Resolución (100; 200; 400; 800; 1600; 3200 líneas)
- Número de medias: de 1 a 16
- Lista de picos principales

Función Monitor - Data Logger

- Registro e indicación de la evolución del valor total de la vibración a lo largo del tiempo
- Memorización y visualización de la evolución de la vibración y de la fase al variar la velocidad de rotación

Función Equilibrado

- Número de planos de corrección: de 1 a 2
- Indicador gráfico de estabilidad de la medida
- Procedimiento de equilibrado guiado paso a paso, con posibilidad de editar y realizar modificaciones intermedias
- Descomposición vectorial del desequilibrio
- Corrección mediante agregación o eliminación de material

Apéndice B

CRITERIOS DE EVALUACIÓN

UNI ISO 10816-3 Vibración mecánica. Evaluación de la vibración en una máquina mediante medidas en partes no rotativas. Parte 3: Maquinaria industrial con potencia nominal por encima de 15 kW y velocidad de rotación nominal entre 120 y 15 000 rpm medida durante el funcionamiento.

INTRODUCCIÓN

La ISO 10816-1 es el documento básico que describe los requisitos generales para la evaluación de la vibración en diversos tipos de máquina, cuando las medidas de la vibración se efectúan en partes no rotativas. Esta norma provee una guía específica para evaluar la severidad de las vibraciones medidas en cojinetes, soportes de cojinetes o cubiertas de máquinas industriales, cuando las medidas se efectúan durante el funcionamiento.

PUNTOS DE MEDIDA

Por lo general, las medidas se realizan en las partes visibles de la máquina que suelen estar accesibles. Es necesario procurar que las medidas sean razonablemente representativas de la vibración del asiento del cojinete y que no comporten ninguna resonancia o amplificación local. Las posiciones y direcciones de las medidas de vibración deben poder ofrecer una sensibilidad adecuada a las fuerzas dinámicas de la máquina. En general, se necesitan dos posiciones de medida radial ortogonales en cada envoltura o cada soporte del cojinete, como se ilustra en las figuras 1 y 2.

Los sensores pueden colocarse en cualquier posición angular en los alojamientos o los soportes del cojinete. Para máquinas horizontales, se suele preferir la colocación de los sensores en posición vertical y horizontal. Para máquinas inclinadas o verticales, la posición que ofrece la lectura máxima de la vibración, por lo general en el sentido del eje elástico, debe ser una de las utilizadas. En algunos casos, se recomienda realizar también una medida en sentido axial.

En una envoltura o un soporte de cojinete se puede usar un solo sensor, en lugar del típico par de sensores ortogonales, si se tiene la certeza de que ese sensor ofrece información suficiente sobre la amplitud de vibración de la máquina. Aun así, hay que tomar precauciones cuando se evalúa la vibración mediante un solo sensor a nivel de un plano de medida, ya que este podría no estar orientado de modo tal que provea una aproximación razonable del valor máximo en este plano.

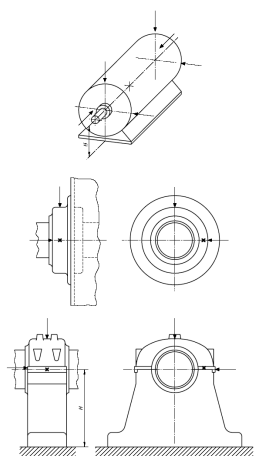


Figura 1 Puntos de medida

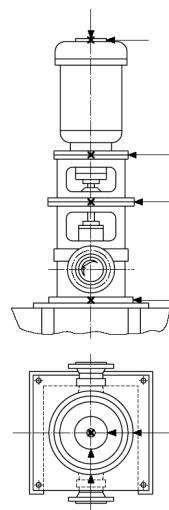


Figura 2 Puntos de medida para grupos de máquina verticales

CLASIFICACIÓN SEGÚN EL TIPO DE MÁQUINA, LA POTENCIA NOMINAL O LA ALTURA DEL EJE

Las diferencias significativas en el diseño, en el tipo o en los cojinetes y las estructuras de soporte requieren una subdivisión en diferentes grupos de máquinas (por lo que respecta a la altura del eje, H, véase la norma ISO 496). Las máquinas de los



siguientes 4 grupos pueden tener eje horizontal, vertical o inclinado, y pueden montarse sobre soportes rígidos o flexibles.

Grupo 1: Máquinas grandes con potencia nominal superior a 300 kW; máquinas eléctricas con altura del eje $H \geq 315$ mm. Por lo general, estas máquinas tienen cojinetes de manguito. La gama de velocidad de ejercicio o nominal es relativamente amplia y se extiende de 120 rpm a 15 000 rpm.

Grupo 2: Máquinas medianas con potencia nominal entre 15 kW y 300 kW; máquinas eléctricas con altura del eje $160 \text{ mm} \leq H < 315 \text{ mm}$. Por lo general, estas máquinas tienen rodamientos y velocidades de ejercicio superiores a 600 rpm.

Grupo 3: Bombas con impulsor de múltiples álabes y con motor separado (flujo centrífugo, axial o mixto) con potencia nominal superior a 15 kW. Las máquinas de este grupo pueden tener cojinetes de manguito o rodamientos.

Grupo 4: Bombas con impulsor de múltiples álabes y con motor integrado (flujo centrífugo, axial o mixto) con potencia nominal superior a 15 kW. Las máquinas de este grupo suelen tener cojinetes de manguito o rodamientos.

CLASIFICACIÓN SEGÚN LA FLEXIBILIDAD DEL SOPORTE

La flexibilidad del grupo de soporte en las direcciones especificadas se clasifica tomando en cuenta dos posibilidades:

- soportes rígidos
- soportes flexibles.

Estas condiciones del soporte están determinadas por la relación entre la flexibilidad de la máquina y la de sus cimientos. Si la frecuencia natural más baja del sistema combinado máquina-soporte en la dirección de la medición es por lo menos un 25% mayor que su frecuencia principal de excitación (en la mayoría de los casos, esta es la frecuencia de rotación), entonces el sistema de soporte puede considerarse rígido en esa dirección. Todos los demás sistemas de soporte pueden considerarse flexibles.

Ejemplos típicos: los motores eléctricos grandes y medianos, principalmente con velocidades bajas, tienen soportes rígidos; mientras que los turbogeneradores y los compresores con potencia superior a 10 MW y los grupos de máquina verticales suelen tener soportes flexibles.

En algunos casos, un soporte puede ser rígido en una dirección y flexible en otra. Por ejemplo, la frecuencia natural más baja en la dirección vertical puede estar muy por encima de la frecuencia principal de excitación, mientras que la frecuencia natural en dirección horizontal puede ser significativamente menor. Tal sistema sería rígido en el plano vertical, pero flexible en el plano horizontal. En estos casos, se debe evaluar la vibración de acuerdo con la clasificación del soporte que corresponda a la dirección de la medición.

Si resulta difícil calcular la clase del sistema máquina-soporte, o bien establecerla en base a los dibujos, es posible determinar la misma mediante pruebas.

ZONAS DE EVALUACIÓN

Las siguientes zonas de evaluación se definen para permitir una evaluación cualitativa de las vibraciones de una determinada máquina y para ofrecer pautas sobre las medidas que se habrán de tomar.

Zona A: por lo general, se ubican en esta zona los valores de vibración de máquinas recién puestas en marcha

Zona B: las máquinas con vibraciones ubicadas en esta zona suelen considerarse adecuadas para un funcionamiento a largo plazo sin restricciones

Zona C: las máquinas con vibraciones ubicadas en esta zona suelen considerarse inadecuadas para el funcionamiento continuo a largo plazo. Por lo general, la máquina puede funcionar en estas condiciones por un periodo limitado, hasta que se presente la oportunidad de implementar medidas de corrección

Zona D: generalmente, los valores de vibración de esta zona se consideran lo suficientemente peligrosos como para causar daños a la máquina.

Los valores numéricos asignados a los límites de zona no pretenden servir como especificaciones de aceptación, las cuales deben ser acordadas entre el fabricante de la máquina y el cliente. Sin embargo, estos valores establecen unas pautas que permiten evitar problemas de funcionamiento graves o el establecimiento de requisitos poco realistas. En algunos casos, y para ciertas máquinas, se pueden aplicar soluciones de construcción particulares que requerirían la adopción de valores distintos (mayores o menores) para los límites de zona. En estos casos, suele ser necesario que el fabricante de la máquina explique las razones y confirme, en particular, que la máquina no sufriría daños al funcionar con valores de vibración mayores.

LÍMITES DE LAS ZONAS DE EVALUACIÓN

Tabla A.1

Clasificación de las zonas de severidad de la vibración para máquinas del Grupo 1: Máquinas grandes con potencia nominal superior a 300 kW, pero no mayor que 50 MW; máquinas eléctricas con altura del eje $H \geq 315$ mm

Clase de soporte	Límite de zona	Desplazamiento eficaz, μm	Velocidad eficaz mm/s
Rígido	A/B	29	2,3
	B/C	57	4,5
	C/D	90	7,1
Flexible	A/B	45	3,5
	B/C	90	7,1
	C/D	140	11,0

Tabla A.2

Clasificación de las zonas de severidad de la vibración para máquinas del Grupo 2: Máquinas medianas con potencia nominal entre 15 kW y 300 kW; máquinas eléctricas con altura del eje $160 \text{ mm} \leq H < 315 \text{ mm}$

Clase de soporte	Límite de zona	Desplazamiento eficaz, μm	Velocidad eficaz mm/s
Rígido	A/B	22	1,4
	B/C	45	2,8
	C/D	71	4,5
Flexible	A/B	37	2,3
	B/C	71	4,5
	C/D	113	7,1

Tabla A.3

Clasificación de las zonas de severidad de la vibración para máquinas del Grupo 3: Bombas con impulsor de múltiples álabes y con motor separado (flujo centrífugo, axial o mixto) con potencia nominal superior a 15 kW

Clase de soporte	Límite de zona	Desplazamiento eficaz, μm	Velocidad eficaz mm/s
Rígido	A/B	18	2,3
	B/C	36	4,5
	C/D	56	7,1
Flexible	A/B	28	3,5
	B/C	56	7,1
	C/D	90	11,0

Tabla A.4

Clasificación de las zonas de severidad de la vibración para máquinas del Grupo 4: Bombas con impulsor de múltiples álabes y con motor integrado (flujo centrífugo, axial o mixto) con potencia nominal superior a 15 kW

Clase de soporte	Límite de zona	Desplazamiento eficaz, μm	Velocidad eficaz mm/s
Rígido	A/B	11	1,4
	B/C	22	2,8
	C/D	36	4,5



Flexible	A/B	18	2,3
	B/C	36	4,5
	C/D	56	7,1

Apéndice C

GUÍA PARA INTERPRETAR UN ESPECTRO

CASOS TÍPICOS DE VIBRACIONES DE MÁQUINA

1. GUÍA RÁPIDA PRELIMINAR

Valores medidos durante la prueba:

f = frecuencia de vibración [ciclos/min.] o [Hz]

s = amplitud desplazamiento [μm]

v = velocidad de vibración [mm/s]

a = aceleración de la vibración [g]

n = velocidad de rotación de la pieza [rpm]

Dato de frecuencia	Causas	Notas
1) $f = n$	Desequilibrio de cuerpos giratorios	Intensidad proporcional al desequilibrio, principalmente en la dirección radial, se incrementa con la velocidad
	Flexión del giratorio	Vibraciones axiales a veces sensibles
	Resonancia en cuerpos rígidos	Velocidad crítica cerca de n con muy alta intensidad
	Cojinetes de rodillos montados con excentricidad	Recomendado equilibrar el giratorio en sus propios cojinetes
	Desalineación	También presente una considerable vibración axial, mayor que el 50% de la vibración transversal; también frecuente en casos de $f = 2n, 3n$.
	Excentricidad en poleas, engranajes, etc.	Cuando el eje de rotación no coincide con el eje geométrico
	Campo eléctrico irregular en máquinas eléctricas	La vibración desaparece al cortar la corriente.
	La longitud de la correa es un múltiplo exacto de la circunferencia de la polea	El estroboscopio puede ser usado para bloquear las correas y poleas al mismo tiempo.
	Engranaje con diente defectuoso	A veces también interviene una vibración de desequilibrio
	Fuerzas alternativas	Segundo y tercer armónico presentes
2) $f \cong n$ con martilleo	Sobreposición de defectos de desequilibrio mecánico y campo magnético irregular	En motores asíncronos, el martilleo es debido al funcionamiento



3) $f \cong (0,40 \div 0,45) n$	Lubricación defectuosa en los cojinetes Jaula del cojinete de rodamiento defectuosa	Para n alta, por encima de la 1ª crítica Compruebe con el estroboscopio Movimiento de precesión del eje (película de aceite) Eventuales armónicos
4) $f = \frac{1}{2} n$	Debilidad mecánica en el giratorio Partes del cojinete de rodillos sueltos o fisura mecánica	Es un sub-armónico, presente a menudo pero raramente importante. $f = 2n, 3n, 4n$ y semi-armónicos también presentes a menudo
5) $f = 2n$	Desalineación Juego mecánico	Hay una fuerte vibración axial. Pernos sueltos, juego excesivo en partes móviles y cojinetes, fisuras y roturas en la estructura: hay sub-armónicos de grado superior
6) f es un múltiplo exacto de n	Cojinetes de rodillos desalineados o forzados en su asiento. Engranaje defectuoso	Frecuencia = $n \times$ número de bolas o rodillos. Compruebe con estroboscopio. $f = z n$ (z = número de dientes defectuosos). A causa del desgaste general, dientes mal hechos si z = número total de dientes
	Desalineación con excesivo juego axial	A menudo causado por piezas sueltas
	Rotores con palas (bombas, ventiladores)	$f = n \times$ número de palas (o canales)
7) f es mucho mayor que n , no un múltiplo exacto	Rodillos dañados	Frecuencia inestable, intensidad y fase Vibraciones axiales
	Excesivo rozamiento en cojinete de rodillos	Lubricación defectuosa completa o local Chirrido
	Correas muy tensas	Chirrido característico.
	Correas múltiples no homogéneas	Salto entre correas
	Engranajes con carga baja	Choques entre dientes por carga insuficiente; vibración inestable
8) $f =$ frecuencia natural de otras partes	Rotores con palas para fluidos (cavitación, reflujo, etc.)	Intensidad y frecuencia inestable. $f = n \times$ número de palas $\times$ número de canales Vibración axial frecuente
	Juego excesivo en los cojinetes	Película de aceite causada por vibraciones en otras partes Comprobar con el estroboscopio
9) f inestable con golpeteo	Correas influidas por vibraciones de otras piezas	Ejemplos: poleas con excentricidad o desequilibradas, desalineación, desequilibrios del giratorio
	Correas múltiples no homogéneas Correas con uniones múltiples	Intensidad inestable
10) $f = n_c$ $n \neq n_c$	(n_c = velocidad crítica del eje) Cojinetes de rodillos	Para rotores por encima de la 1ª velocidad crítica
	(n_r = frecuencia principal) Motores eléctricos, generadores	También están presentes armónicos
12) $f = f_c < n$ o $f = 2 f_c$	Correa con defecto de elasticidad en un área	f_c es la frecuencia de la correa. $f_c = \pi D n / l$ (D = diámetro de la polea; l = longitud de la polea)

Vibraciones axiales considerables, más del 10% de la vibración transversal, pueden ser causadas normalmente por:

- desalineación (más del 40%)
- flexión del eje, especialmente en motores eléctricos
- rodamiento axial defectuoso
- excentricidad elíptica en el giratorio de motores eléctricos
- fuerzas derivadas de tuberías

- fundaciones deformadas
- rozamiento en los retenes, etc.
- fricción lateral del giratorio
- cojinetes radiales defectuosos
- acoplamientos defectuosos
- correas defectuosas.

2. ESPECTROS TÍPICOS DE VIBRACIONES DE LOS DEFECTOS MÁS COMUNES

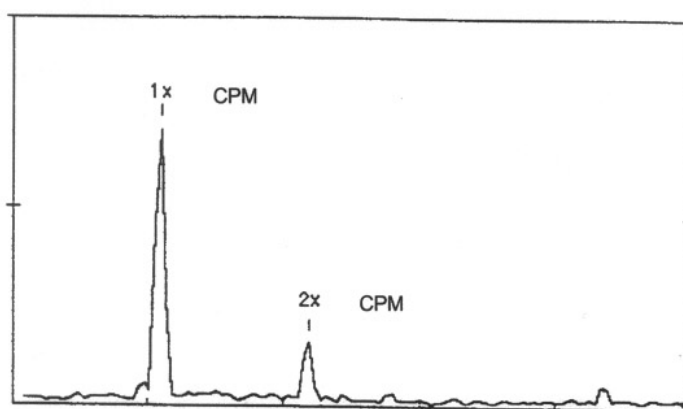


LOS SIGUIENTES ESPECTROS SON SOLO INDICATIVOS. EL EQUIPO N600 PRODUCE UNA FORMA DIFERENTE DE GRÁFICO.

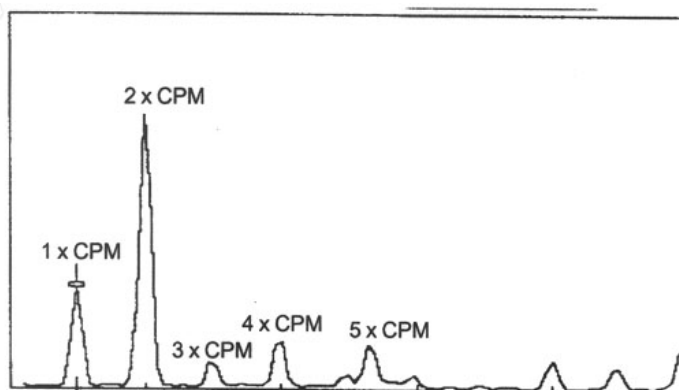
A continuación se indican espectros de vibraciones típicas causadas por los defectos más comunes encontrados en la experiencia práctica.

CPM = velocidad de rotación del eje en rpm

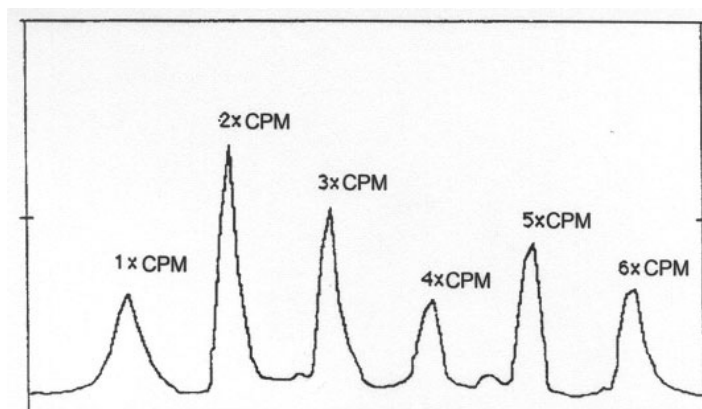
DESEQUILIBRIO

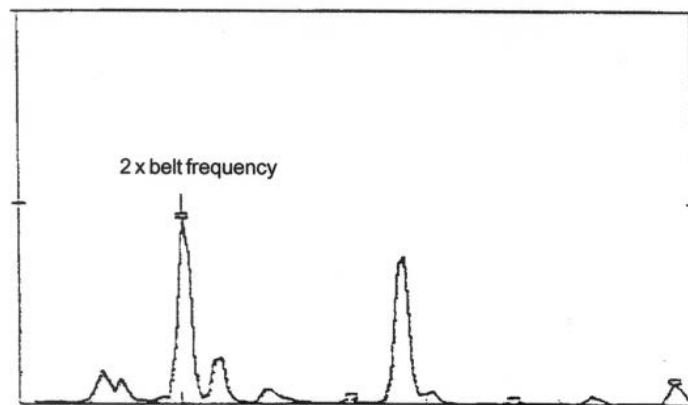
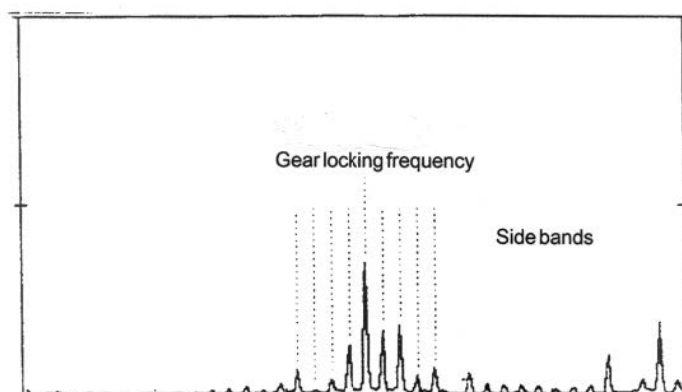
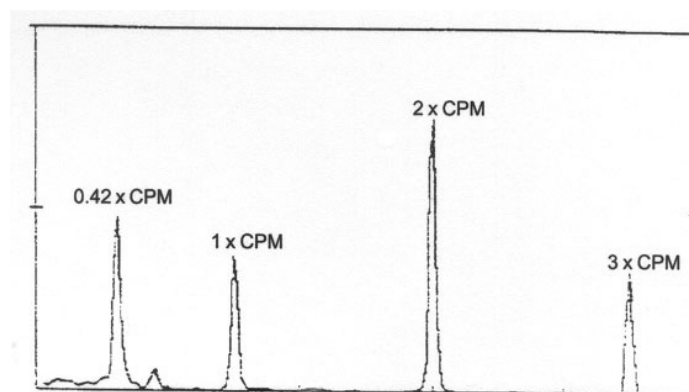
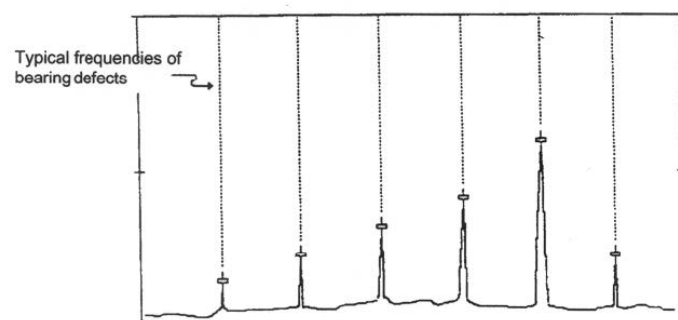


DESALINEACIÓN

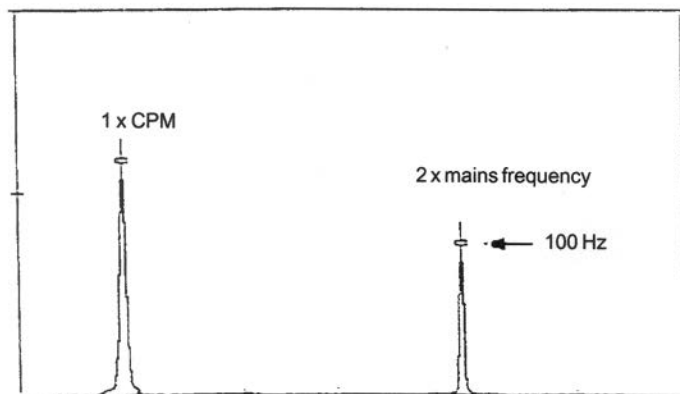


AFLOJAMIENTO MECÁNICO/JUEGO



**CORREA****ENGRANAJES****COJINETES DE FRICCIÓN****COJINETES DE BOLAS**

MOTORES ELÉCTRICOS



3. FÓRMULAS PARA CALCULAR LAS FRECUENCIAS TÍPICAS DE DEFECTOS DE LOS COJINETES

SÍMBOLOS:

FTF = frecuencia de jaula
BPFO = defecto de la pista exterior
BPFI = defecto de la pista interior
BSP = defecto en el rodillo/bola

Las frecuencias de los cojinetes pueden ser calculadas si se conoce:

S = número de rpm del eje
PD = diámetro primitivo
BD = diámetro bola/rodillo
N = número de bolas/rodillos
Θ = Angulo de contacto

Caso más común:

a - anillo externo fijo (anillo interno giratorio)

$$FTF = \frac{S}{2} \cdot \left[1 - \left(\frac{BD}{PD} \right) \cdot \cos\Theta \right]$$

$$BPFO = \frac{S}{2} \cdot N \cdot \left[1 - \left(\frac{BD}{PD} \right) \cdot \cos\Theta \right]$$

$$BPFI = \frac{S}{2} \cdot N \cdot \left[1 + \left(\frac{BD}{PD} \right) \cdot \cos\Theta \right]$$

$$BSP = \frac{S}{2} \cdot \left(\frac{PD}{BD} \right) \cdot \left[1 - \left(\left(\frac{BD}{PD} \right) \cdot \cos\Theta \right)^2 \right]$$

b - anillo externo giratorio (anillo interno fijo)

$$FTF = \frac{S}{2} \cdot \left[1 + \left(\frac{BD}{PD} \right) \cdot \cos\Theta \right]$$

$$BPFO = \frac{S}{2} \cdot N \cdot \left[1 - \left(\frac{BD}{PD} \right) \cdot \cos\Theta \right]$$



$$BPFI = \frac{S}{2} \cdot N \cdot \left[1 + \left(\frac{BD}{PD} \right) \cdot \cos \Theta \right]$$

$$BSP = \frac{S}{2} \cdot \left(\frac{PD}{BD} \right) \cdot \left[1 - \left(\left(\frac{BD}{PD} \right) \cdot \cos \Theta \right)^2 \right]$$

Fórmulas de cálculo aproximado (± 20%)

FTF = 0.4 x S (a) o 0.6 x S (b)
 BPFO = 0.4 x N x S (a) o (b)
 BPFI = 0.6 x N x S (a) o (b)
 BSP = 0.23 x N x S (N < 10) (a) o (b)
 = 0.18 x N x S (N ≥ 10) (a) o (b)

Apéndice D

SENSOR LÁSER PARA INSTRUMENTOS CEMB N

Especificaciones

CEMB código completo: 9206812659
 Distancia de la meta: 100 - 2000 mm nom.
 Corriente: 30mA nom.

Piezas de repuesto

CEMB solo sensor código: 800625541
 CEMB solo cable código: 962600025

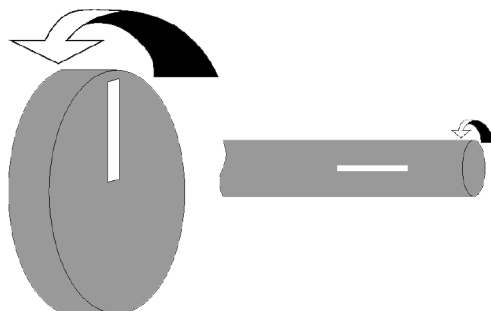
Conexiones

Pin 1	Marrón	Alimentación positivo
Pin 3	Blanco	Tierra
Pin 4	Verde	Señal de salida

Instrucciones de uso

Posición del catadióptrico en componente rotativo o eje

1. Fijar una pieza de banda catadióptrica en el componente rotativo.
2. La dimensión debe corresponder, como mínimo, al doble del punto de láser.
3. Proceder de modo que el rayo láser golpee el centro del catadióptrico.
4. Con el láser conectado al instrumento, el LED de indicación se enciende cuando el rayo pasa sobre el catadióptrico para luego apagarse. Durante la rotación, el LED siempre parecerá encendido.



Uso sin catadióptrico

En condiciones particulares, es posible prescindir del catadióptrico. Si existe una diferencia de reflectancia entre una parte del componente rotativo y la parte restante, es posible no usar el catadióptrico.

Si hay más de una meta por giro, la velocidad detectada no será la correcta.

En superficies muy reflectantes, colocar el láser a 90° del punto de medida y pintar con un rotulador una parte del mismo.



ATENCIÓN!

EL LÁSER DETECTA EL CONTRASTE EN REFLECTANCIA, NO LA DIFERENCIA ENTRE COLORES.

LA RESPUESTA DEL SISTEMA PUEDE VARIAR EN FUNCIÓN DEL TIPO DE APLICACIÓN;

SE ACONSEJA REALIZAR ALGUNAS PRUEBAS PARA DETERMINAR CUÁL ES LA MEJOR SOLUCIÓN.



Apéndice E

INFORMACIÓN PARA CREAR TEMPLATE (PLANTILLAS) PERSONALIZADOS PARA LOS CERTIFICADOS GENERADOS POR EL PROGRAMA CEMB N-PRO

CÓDIGOS NUMÉRICOS

En el momento de crear el certificado, el software CEMB N-Pro sustituye automáticamente en la plantilla algunos códigos predefinidos (con la forma #x#) por la información correspondiente relativa a la medición visualizada en ese momento.

Para que la sustitución sea efectuada correctamente, deben utilizarse solamente los siguientes códigos:

#1#	Fecha actual
#2#	Hora actual
#3#	Nota número 1 añadida (añadidas) a la medida
#4#	Imagen del gráfico del espectro del canal A
#5#	Imagen del gráfico del espectro del canal B
#6#	Nombre de la medición
#7#	Ruta de acceso (path) de la carpeta que contiene la medición
#8#	Número de serie del aparato N100 o N300
#11#	Tipo de medición (Pk, PP, RMS)
#12#	Tipo de sensor conectado con el canal A
#13#	Tipo de sensor conectado con el canal B
#14#	Medición (overall, 1xRPM, 2xRPM, ...)
#15#	Número de promedios (sólo para medición overall)
#16#	Ancho del filtro síncrono, en % (sólo para mediciones síncronas o equilibrados)
#17#	Frecuencia máxima medida (sólo para medición overall)
#18#	Número de líneas del espectro
#19#	Nota número 2 añadida a la medida
#20#	Nota número 3 añadida a la medida
#48#	Modelo del aparato con el cual ha sido efectuada la medición (N100, N300)
#49#	Versión firmware del aparato N100 ó N300

#50#	Unidad de medida de las frecuencias y de las velocidades
#51#	Fecha en la cual ha sido efectuada la medición
#61#	Hora en la cual ha sido efectuada la medición
#301#	Valor total (overall) de la vibración del canal A
#302#	Valor total (overall) de la vibración del canal B
#311#	Valor de la vibración síncrona del canal A
#312#	Valor de la vibración síncrona del canal B
#321#	Fase de la vibración síncrona del canal A
#322#	Fase de la vibración síncrona del canal B
#331#	Frecuencia de la vibración síncrona del canal A
#332#	Frecuencia de la vibración síncrona del canal B
#351#	Unidad de medida de la vibración (g, mm/s, μm , ...)
#401#	Frecuencia del pico n°1 de la vibración del canal A
#402#	Frecuencia del pico n°2 de la vibración del canal A
#...#	Frecuencia del pico n°... de la vibración del canal A
#405#	Frecuencia del pico n°5 de la vibración del canal A
#426#	Valor del pico n°1 de la vibración del canal A
#427#	Valor del pico n°2 de la vibración del canal A
#...#	Valor del pico n°... de la vibración del canal A
#430#	Valor del pico n°5 de la vibración del canal A
#451#	Frecuencia del pico n°1 de la vibración del canal B
#452#	Frecuencia del pico n°2 de la vibración del canal B



#...#	Frecuencia del pico nº... de la vibración del canal B
#455#	Frecuencia del pico nº5 de la vibración del canal B
#476#	Valor del pico nº1 de la vibración del canal B
#477#	Valor del pico nº2 de la vibración del canal B
#...#	Valor del pico nº... de la vibración del canal B
#480#	Valor del pico nº5 de la vibración del canal B
#601#	Valor del desequilibrio inicial en el plano P1 (en unidades U)
#602#	Fase del desequilibrio inicial en el plano P1 (en grados °)
#603#	Valor de la vibración inicial en el plano P1
#604#	Fase de la vibración inicial en el plano P1 (en grados °)
#605#	Valor del desequilibrio actual (final) en el plano P1 (en unidades U)
#606#	Fase del desequilibrio actual (final) en el plano P1 (en grados °)
#607#	Valor del desequilibrio inicial en el plano P2 (en unidades U)
#608#	Fase del desequilibrio inicial en el plano P2 (en grados °)
#609#	Valor de la vibración inicial en el plano P2
#610#	Fase de la vibración inicial en el plano P2 (en grados °)
#611#	Valor del desequilibrio actual (final) en el plano P2 (en unidades U)
#612#	Fase del desequilibrio actual (final) en el plano P2 (en grados °)
#613#	Velocidad de equilibrado

En caso de multi-report (certificado producido juntando los datos de N diferentes medidas) es necesario utilizar códigos en la forma #x-y# donde:

- x: código numérico indicado en la tabla precedente
- y: número progresivo de la medida que compone el multi-report (1, 2, ... N)

Por ejemplo:

- > #6-1#: nombre de la medida nº 1 del multi-report
- > #11-2#: tipo de la medida nº 2 del multi-report
- > ...

SUGERENCIAS PARA PERSONALIZAR LOS CERTIFICADOS

El empleo de una plantilla (template) HTML para crear los certificados brinda al cliente la completa libertad de personalizar aquellas proporcionadas por CEMB junto con el programa o de crear plantillas nuevas. Los clientes con exigencias particulares pueden insertar autónomamente logotipos o imágenes, así como modificar las dimensiones y los colores de las inscripciones.

Puesto que estos template son un documento HTML, es oportuno que sean creados o modificados utilizando programas idóneos para tales fines, denominados editores HTML. Se utilizan de la misma manera que los habituales programas procesadores de textos (Microsoft Word, Openoffice Writer, ...), con la diferencia que los documentos son generados y guardados directamente en formato HTML: de esta manera el aspecto gráfico del documento no es alterado al guardarlo. Contrariamente, utilizando programas procesadores de textos y guardando seguidamente el documento en formato HTML, es posible que justificaciones, parangonaciones, espaciados, dimensiones, ... resulten modificados después de efectuar la conversión y el almacenamiento: en estos casos la plantilla HTML final puede resultar diferentes de lo que se deseaba crear. Esto sucede a menudo a quien utiliza Microsoft Word 2000 o versiones sucesivas.

Hay disponibles numerosos editores HTML; a continuación se señalan solamente algunos:

- KompoZer: plurilingüe y descargable gratuitamente de <http://www.kompozer.net/>
- W3C Amaya: plurilingüe y descargable gratuitamente de <http://www.w3.org/Amaya/>
- Mozilla Composer: plurilingüe, parte de la suite Mozilla Seamonkey, descargable gratuitamente de <http://www.seamonkey-project.org/>
- Adobe Dreamweaver: plurilingüe y de pago.

Para facilitar la labor del usuario, el programa KompoZer está incluido en el CD junto con el software CEMB N-Pro.

CREACIÓN DE CERTIFICADOS EN FORMATO PDF

Para poder generar certificados en formato PDF basta haber instalado en el propio PC una impresora PDF virtual y selec-

cionarla después de pulsar el botón  en el software CEMB N-Pro.

Si todavía no se dispone de una impresora de este tipo, se puede instalar PDFCreator, descargable gratuitamente de <http://sourceforge.net/projects/pdfcreator/>.

Una vez instalado, en la ventana de 'Impresoras y fax' aparecerá una nueva impresora llamada PDFCreator junto con las impresoras reales conectadas al PC.

PRECISIÓN DE EQUILIBRACIÓN DE LOS GIRATORIOS RÍGIDOS

La equilibración tiene la finalidad de mejorar la distribución de las masas de un cuerpo giratorio de tal manera que éste gire en sus soportes sin crear fuerzas centrífugas superiores a un valor límite admisible.

Este fin puede y debe alcanzarse sólo hasta cierto límite; en efecto, después de una equilibración permanecen inevitablemente desequilibrios residuos. Como en el trabajo de las piezas en las máquinas herramientas es imposible obtener dimensiones “exactamente” iguales a las indicadas en el dibujo, se establecen “tolerancias de trabajo” cuyo valor varía caso por caso según las exigencias de cada una de las piezas, así pues en la equilibración es necesario obtener la precisión de equilibración apta para cada caso, estableciendo el “máximo desequilibrio residuo admisible” o “tolerancia de equilibración”.

Es evidente que una equilibración insuficiente causaría vibraciones no tolerables con todas las consecuencias de disturbios o daños. Pero sería un error equilibrar un giratorio con precisión superior a la necesaria para un servicio regular y tranquilo de la máquina en la cual se montará el giratorio aumentando por ejemplo la precisión de equilibración a la máxima permitida por las máquinas equilibradoras disponibles. En efecto, haciendo esto, prácticamente no se mejorarían las cualidades del giratorio sino que se aumentaría inútilmente el tiempo necesario para la equilibración y por consiguiente el costo de la operación. Al establecer la tolerancia de equilibración también es necesario tener presente el concepto de la “capacidad de ser reproducido”, o sea del valor mínimo que puede volverse a encontrar con seguridad haciendo varias pruebas. Por ejemplo, si con la simple operación de desmontar y montar una pieza en la equilibradora o equilibraría en tiempos diferentes en la máquina real se manifiesta una variación de excentricidad de 5 micras, no tiene sentido equilibrar la pieza con precisión muy inferior a 5 micras.

Por lo tanto, es necesario, y además económicamente más conveniente, determinar y prescribir la tolerancia para cada giratorio.

En los dibujos pues debe indicarse:

- el valor del desequilibrio residuo máximo admisible para cada uno de los planos de corrección, también precisados;
- dónde y cómo deben aplicarse las masas de corrección o dónde puede extraerse material sin dañar la pieza;
- los pernos sobre los cuales debe apoyarse el giratorio en la equilibradora;
- el campo aconsejable de la velocidad de equilibración;
- todos los otros datos oportunos caso por caso para que el operador pueda hacer una rápida y segura equilibración.

Esto vale para los giratorios rígidos mientras que para aquéllos flexibles son necesarias otras especificaciones. Como las operaciones de equilibración son varias, según el giratorio se considere rígido o flexible, también la precisión o tolerancia de equilibración es distinta en los dos casos. En efecto, es suficiente observar que en el giratorio flexible el efecto del desequilibrio es amplificado por la inflexión elástica de modo que en los soportes se generan fuerzas de entidades distintas de las de un giratorio rígido con igual desequilibrio. Se deduce que a paridad de toda otra condición, las tolerancias de equilibración de los dos casos serán distintas si se quieren obtener soportes iguales o vibraciones.

Las siguientes indicaciones, si no diversamente especificado, valen sólo para giratorios rígidos.

UNIDAD DE MEDIDA DE LA TOLERANCIA DE EQUILIBRACIÓN

La tolerancia de equilibración es dada por el producto del desequilibrio admisible por su distancia del eje de rotación.

Si se divide la tolerancia de equilibración por el peso del giratorio se obtiene el “desequilibrio específico”. Este se llama también “excentricidad residual tolerable” puesto que en el caso de desequilibrio estático expresa la excentricidad del centro de gravedad del giratorio del eje de rotación causado por el desequilibrio admisible.

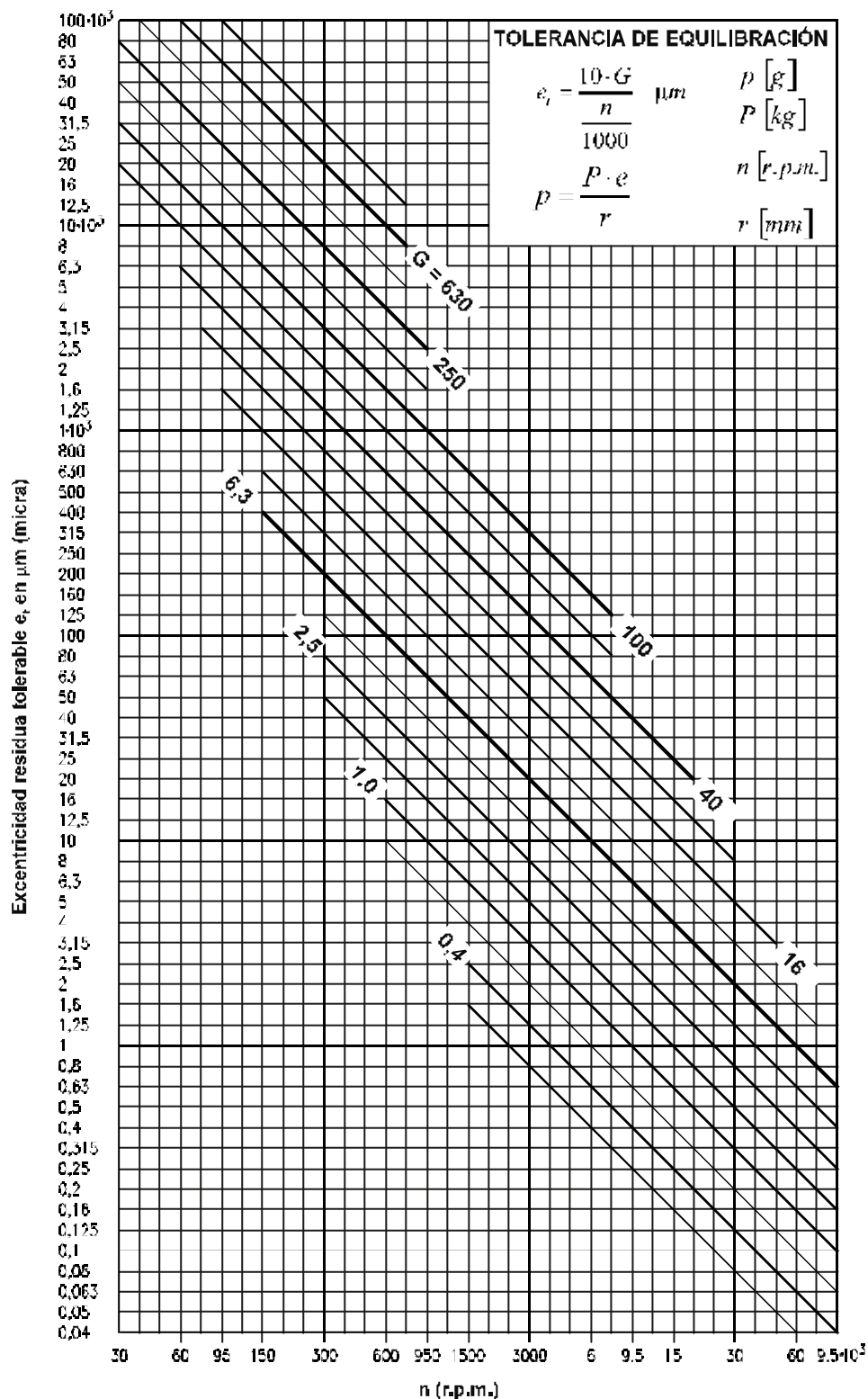
SÍMBOLOS

p (gramos)	= desequilibrio máximo admisible
r (mm)	= distancia de p del eje de rotación
P (kg)	= peso del giratorio
n (r.p.m.)	= velocidad del giratorio en servido normal
$p \cdot r$ (g·mm)	= desequilibrio residuo máximo tolerable
$e = \frac{p \cdot r}{P}$	= excentricidad residual tolerable (micrómetro)
G (mm/s)	= grado de equilibración (véase tabla)

CLASIFICACIÓN DE LOS GIRATORIOS, GRADOS DE EQUILIBRACIÓN

Nota - Se indican en cursivas las características de giratorios no incluidas en las tablas ISO pero añadidas por el Autor.

Grado G mm/s	TIPO DE GIRATORIO
0,4	Giroscopios Mandriles, discos y rotores de rectificaciones de alta precisión <i>Husos de hilandería</i>
1,0	Rotores de pequeños motores veloces, con elevadas exigencias de equilibración Rotores de tocadiscos, grabadoras, <i>proyectores cinematográficos</i> Accionamientos de rectificaciones de alta precisión <i>Rotores de turbinas y compresores de motores a chorro muy veloces</i> <i>Giratorios de turbinas a vapor con elevadas exigencias de equilibración</i>
2,5	Rotores de turbinas a vapor y a gas, turboalternadores, turbocompresores, turbobombas Turbinas de propulsión de barcos mercantes <i>Compresores rápidos, supercompresores para aviones</i> Rotores de motores medianos y grandes con elevadas exigencias de equilibración Rotores de pequeños motores con buena exigencia de equilibración para <i>electrodomésticos de elevada calidad, taladros de dentista, aerosol</i> Rotores de pequeños motores no incluidos en las condiciones especificadas para el grado 6,3 Accionamientos de máquinas herramientas Ventiladores para acondicionamiento de aire en hospitales y salas de conciertos <i>Engranajes rápidos (sobre 1000 r.p.m.) de reductores de turbinas marinas</i> Discos y tambores de las memorias de los ordenadores
6,3	Rotores de pequeños motores eléctricos producidos en serie, en aplicaciones no sensibles a las vibraciones o con montaje con antivibratorios Rotores de medianos y grandes motores eléctricos (con altura del eje de por 10 menos 80 mm) sin especiales exigencias Máquinas herramientas y piezas de máquinas herramientas y máquinas en general Partes veloces de máquinas operadoras, <i>telares de tejeduría e hilanderías, trenzadoras</i> cestas de centrifugas (<i>desnatadoras, depuradores, lavadoras</i>) <i>Rotores de máquinas hidráulicas</i> Volantes, ventiladores, bombas centrifugas Engranajes de reductores de turbinas marinas de propulsión de barcos mercantes Cilindros y rodillos para máquinas de impresión Giratorios unidos a turbinas a gas para la aeronáutica Piezas separadas de máquinas con elevadas exigencias
16	Ejes de transmisión, articulaciones cardánicas con elevadas exigencias de equilibración Piezas de máquinas agrícolas, de máquinas molineras, trilladoras Piezas de motor es para coches, camiones, locomotrices (a gasolina o diesel) Cigüeñales completos con volante y embrague de seis o más cilindros con elevadas exigencias de equilibración <i>Cestas de centrifugas lentas</i> <i>Hélices de embarcaciones livianas lanchas (con motor, hidroalas)</i> <i>Llantas de ruedas para automóviles y motocicletas</i> <i>Poleas normales de transmisión</i> <i>Grandes cilindros para papeleras</i> <i>Utensilios de una sola pieza para máquinas para el trabajo de la madera</i>
40	Ruedas y llantas de ruedas de coches Ejes de transmisión y ejes completos de automóviles Cigüeñales completos con volantes y embragues de motores a 4 tiempos con 6 ó más cilindros montados elásticamente, con velocidad del pistón por encima de 9 m/s Cigüeñales completos con volantes y embragues do motores para coches, camiones y locomotoras Ejes de transmisión para poleas <i>Herramientas en varias partes para la madera</i>
100	Cigüeñales completos de motores diesel con 6 ó más cilindros con velocidad del pistón por encima de 9 m/s Motores completos do automóviles y locomotoras <i>Cigüeñales de motores de 1, 2 ó 3 cilindros</i>
250	Cigüeñales completos de motores diesel de 4 cilindros montados rígidamente con velocidad del pistón a 9 m/s
630	Cigüeñales completos de grandes motores montados rígidamente a 4 tiempos Cigüeñales completos de motores diesel marinos montados elásticamente
1600	Cigüeñales completos de grandes motores dedos tiempos montados rígidamente
4000	Cigüeñales completos de motores diesel marinos, montados rígidamente, con cualquier número de cilindros, con velocidad de los pistones inferior a 9 m/s



El grado de equilibración G se determinará según las características del giratorio y de la máquina en la cual funcionará el giratorio en servicio normal (véase tabla).

En el diagrama se obtiene la excentricidad residua tolerable en función de la velocidad de rotación, en correspondencia del grado G .

La excentricidad residua no es un valor riguroso: puede variar por determinado grado G entre un mínimo y un máximo, correspondientes a las dos líneas finas abajo y arriba de la línea del grado G según el tipo y finalidad del giratorio y según las características constructivas de la máquina en la cual se montará el giratorio.

La tolerancia de equilibración en g·mm se obtiene de la excentricidad residua e (micrómetros) multiplicándola por el peso del giratorio P (kg).

Por lo general los valores de tolerancia obtenidos son de buena orientación y aseguran con gran probabilidad condiciones de servicio satisfactorias. En todo caso, las correcciones pueden ser oportunas y a veces necesarias, particularmente cuando la máquina tenga características constructivas substancialmente distintas de las de las máquinas tradicionales de la misma categoría.

CONDICIONES DE VALIDEZ DEL DIAGRAMA DE LAS TOLERANCIAS DE EQUILIBRACIÓN

1. Los valores de tolerancia se refieren a todo el giratorio; si los planos de corrección son dos y si el giratorio es más o menos simétrico, a cada uno de estos corresponde una tolerancia igual a la mitad del valor encontrado siempre y cuando los planos de corrección sean simétricos con respecto al centro de gravedad y cercanos a los soportes; en caso de fuerte falta de simetría del giratorio o de la posición de los planos de corrección, es necesaria una apropiada repartición diferente del desequilibrio residuo entre los dos planos de corrección.
2. Los valores de tolerancia valen indiferentemente para desequilibrios estáticos y de pareja.
3. El giratorio debe considerarse rígido en todo el campo de las velocidades de servicio y en las efectivas condiciones de trabajo en la máquina real (cojinetes, soportes, basamento, fundaciones, acoplamientos con otros giratorios, accionamiento, etc.).

NOTA 1 - Grados de equilibración 0,4 - 1

Para los giratorios de las clases 0,4 y 1 la tolerancia de equilibración debe ser por lo general controlada con el método directo experimental. La influencia de los medios de arrastre del giratorio y de los cojines puede ser importante.

NOTA 2 – Uso de utensilios auxiliares

En los giratorios que para la equilibración deben montarse en ejes o bridas auxiliares las tolerancias indicadas tienen significado sólo si se controla, además del desequilibrio del eje o brida auxiliar, también el juego de montaje y la tolerancia de trabajo de la pieza con respecto a la concentricidad con el eje de rotación tanto para el eje auxiliar como para el eje definitivo. La suma de los desequilibrios residuos y de los juegos traducidos en valores de excentricidad debe ser evidentemente inferior a la tolerancia de equilibración puesto que de otra forma la precisión de equilibración obtenida sería ilusoria.

NOTA 3 - Giratorios ensamblados

En los giratorios ensamblados los desequilibrios de las piezas componentes deben sumarse vectorialmente teniendo también en cuenta los desequilibrios que derivan del montaje (tolerancia de trabajo, juegos, chavetas, tornillos de presión, etc.).

El desequilibrio resultado después del ensamblaje debe ser inferior al indicado en los diagramas para el giratorio completo; en caso contrario es necesario efectuar la equilibración del giratorio después del ensamblaje, escogiendo dos planos de corrección apropiados.

MÉTODO DIRECTO EXPERIMENTAL

El valor más preciso y seguro del máximo desequilibrio residuo tolerable se obtiene sólo con pruebas directas.

Para esto se equilibra el giratorio en la máquina equilibradora con la máxima precisión posible y luego se monta en su máquina en condiciones de servicio.

En sucesivas pruebas se añaden desequilibrios crecientes hasta que las vibraciones de los soportes o de la máquina lleguen a ser sensibles. Se establece el desequilibrio máximo admisible en relación con el valor encontrado, por ejemplo un tercio.

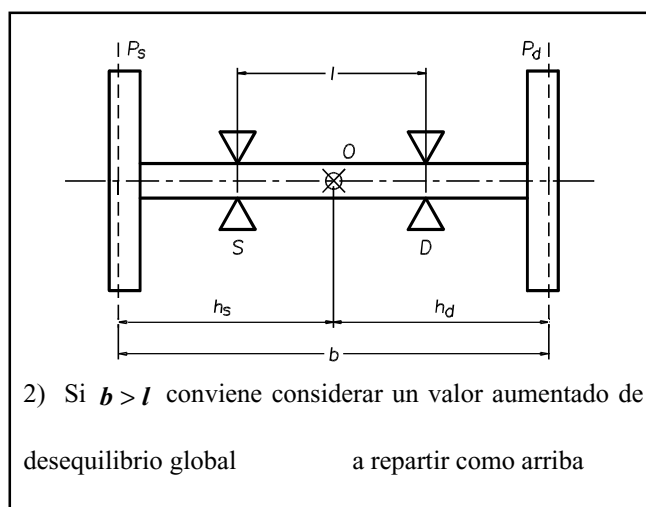
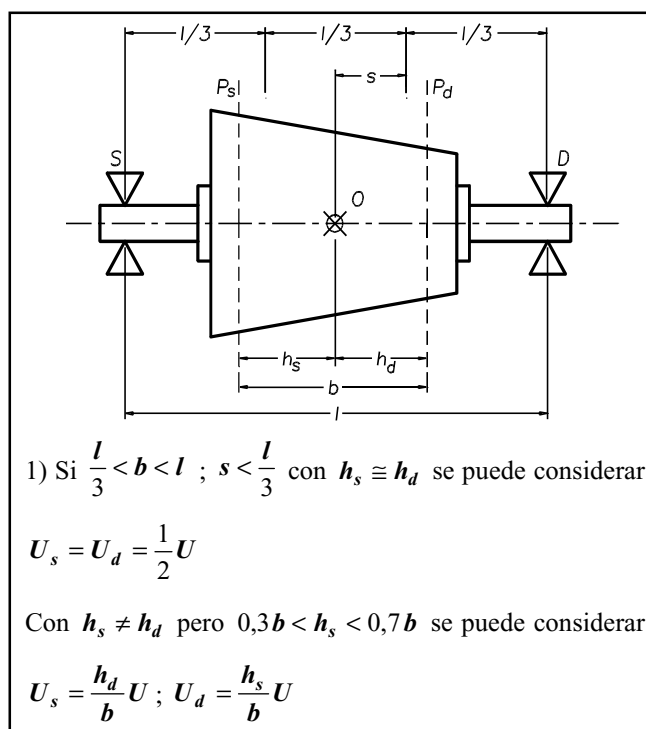
Las pruebas deben hacerse sistemáticamente en modo de considerar todos los posibles casos de vibración y todas las posibles condiciones del giratorio y posición de los desequilibrios adicionales.

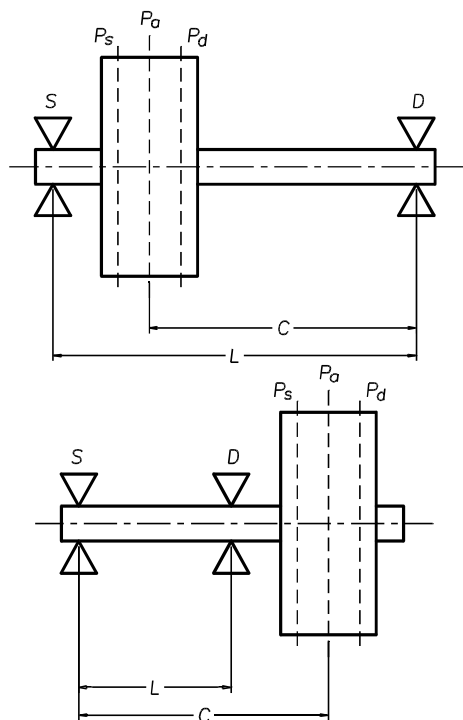
REPARTICIÓN DEL DESEQUILIBRIO RESIDUO TOLERABLE ENTRE LOS DOS PLANOS DE CORRECCIÓN

En gran parte de giratorios es posible una repartición razonable del desequilibrio total residuo tolerable $\bar{U}$ del giratorio en cada plano de corrección con uno de los siguientes métodos, a escogerse según las condiciones especificadas.

Se indican con U_s y U_d los desequilibrios residuos tolerables respectivamente para el plano de corrección de la izquierda y de la derecha (véanse figuras).

El centro de gravedad del giratorio está indicado con $\bar{O}$.





3) Si $b < \frac{l}{3}$ conviene recurrir a un plano auxiliar P_a (que puede coincidir con P_s o P_d) para el cual el des-

equilibrio máximo admisible es $U_a = \frac{U}{2} \frac{l}{2c}$

y además para los planos P_s e P_d

$$U_s = U_d = \frac{U}{2} \frac{3l}{4b}$$

4) En general el desequilibrio residuo admisible para uno de los planos de corrección está dado por el producto del desequilibrio residuo global admisible de todo el giratorio por la relación entre la distancia del otro plano de corrección del centro de gravedad del giratorio y la distancia entre los planos de corrección.

Si el giratorio no entra en ninguno de los métodos simplificados indicados será necesario efectuar el método general, válido para cualquier giratorio y para cualquier posición de los planos de corrección.

El método general está expuesto en el fascículo CEMB N. 8 (enviado gratis a pedido) y en International Standard ISO 1940/1 (1986-09-01).

DIAGRAMAS DE USO PRÁCTICO PARA CORREGIR EL DESEQUILIBRIO

PERFORACIÓN EN ACERO:

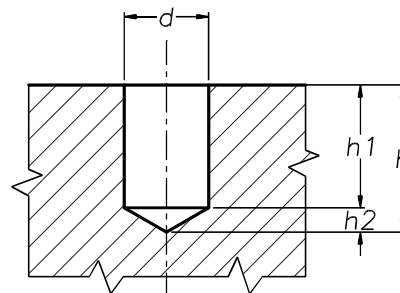
Úsen los diagramas de 1 a 5 según las exigencias. Cada diagrama da, en función del peso a extraerse (P) y del diámetro de la punta (d) la profundidad de perforación (h) necesaria; las curvas son trazadas teniendo en cuenta la forma cónica (120°) de la punta, para acero (densidad 7.85 kg/dm³), utilizando el criterio descrito a continuación:

Unidad de medida:

P en gramos

d en mm

h₁-h₂-h en mm



El peso total extraído de una perforación es: $P = 7.85 \cdot 10^{-3} V$ (donde V es el volumen total del agujero) (1) considerando que:

$$V = V_1 + V_2 \text{ donde}$$

$$V_1 = \pi \cdot \left(\frac{d}{2}\right)^2 \cdot h_1 \text{ (volumen de la parte cilíndrica) y}$$

$$V_2 = \frac{1}{3} \pi \cdot \left(\frac{d}{2}\right)^2 \cdot h_2 \text{ (volumen de la parte cónica)}$$

$$h_1 = h - h_2 ; h_2 = \frac{d}{2} \tan 30^\circ \quad \text{la (1) se vuelve:}$$

$$P = 7.85 \cdot 10^{-3} \left(\frac{\pi}{4} d^2 h - 0.1511 \cdot d^3 \right) \quad (2)$$

PERFORACIÓN EN ALUMINIO, FUNDICIÓN, etc.

Conocido el peso a extraerse, es necesario multiplicarlo por un coeficiente de corrección debido a la distinta densidad de los materiales. El peso obtenido se utiliza en los diagramas (1 ÷ 5) para tener el correcto valor de profundidad (h).

TABLA DEL COEFICIENTE DE CORRECCIÓN

MATERIAL	D Densidad de referencia (Kg/dm³)	Coeficiente de corrección (7.85/D)
ALUMINIO	2.7	2.91
FUNDICIÓN	7.25	1.09
LATÓN	8.5	0.92
COBRE	8.9	0.88

EJEMPLO:

Desequilibrio a extraerse $P = 10$ gramos. Punta utilizada $d = 14$ mm. Material giratorio ALUMINIO. $P_{correcto} = 10 \times 2.91 = 29.1$ Por el diagrama 1 se obtiene $h = 27$ mm

CORRECCIÓN CON ADICIÓN DE MATERIAL EN ACERO:

El diagrama 6 da el peso de un plato de 1 cm de longitud en función de las dimensiones comerciales, espesor (S) y anchura (L). Para obtener la longitud (l) necesaria, divida el desequilibrio por el peso obtenido en el diagrama.

EJEMPLO: Squilibrato da aggiungere 50 gramos

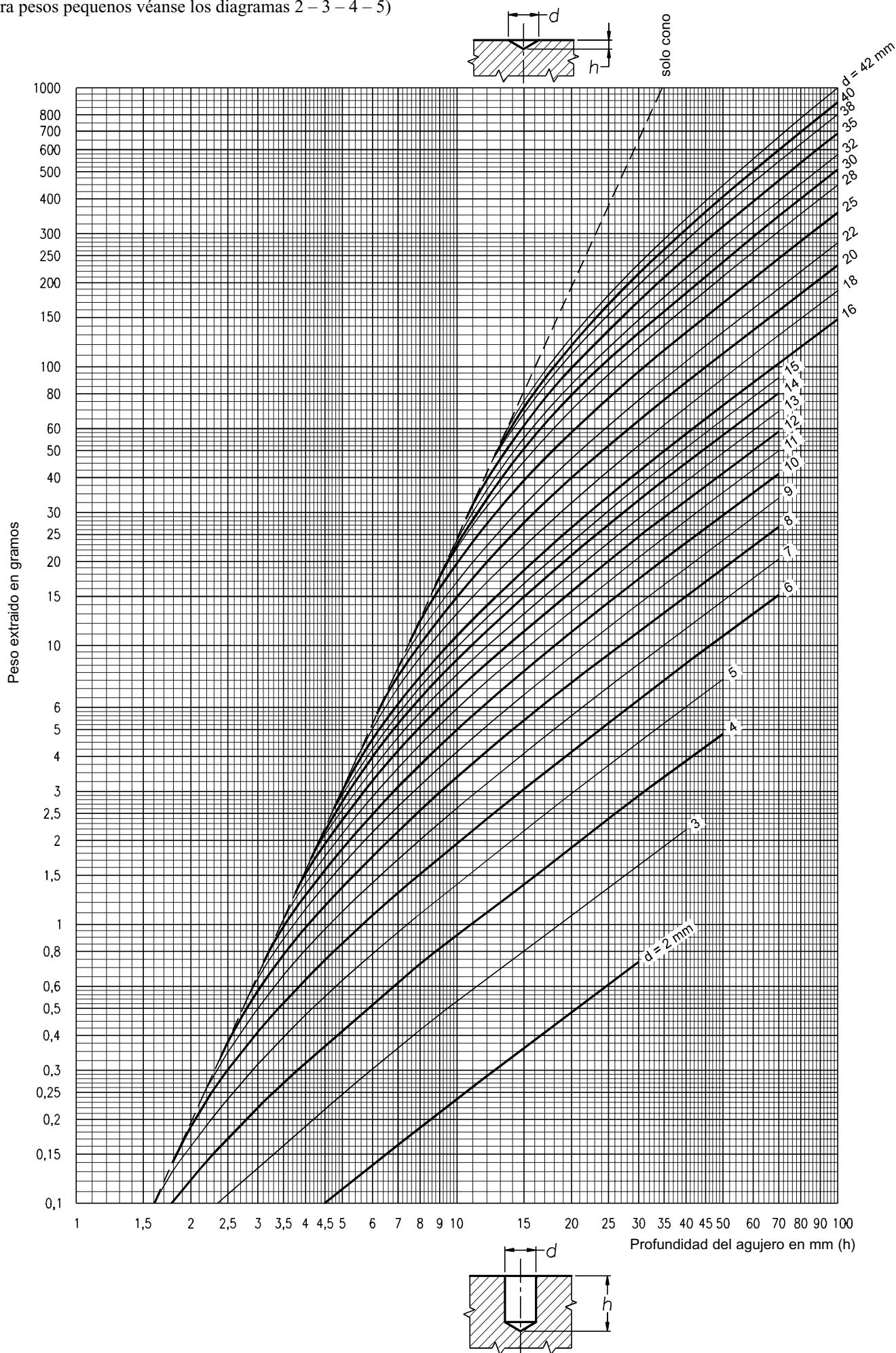
Plato utilizado 50x10 mm.

En el diagrama se obtiene un peso $P = 39$ gramos/cm

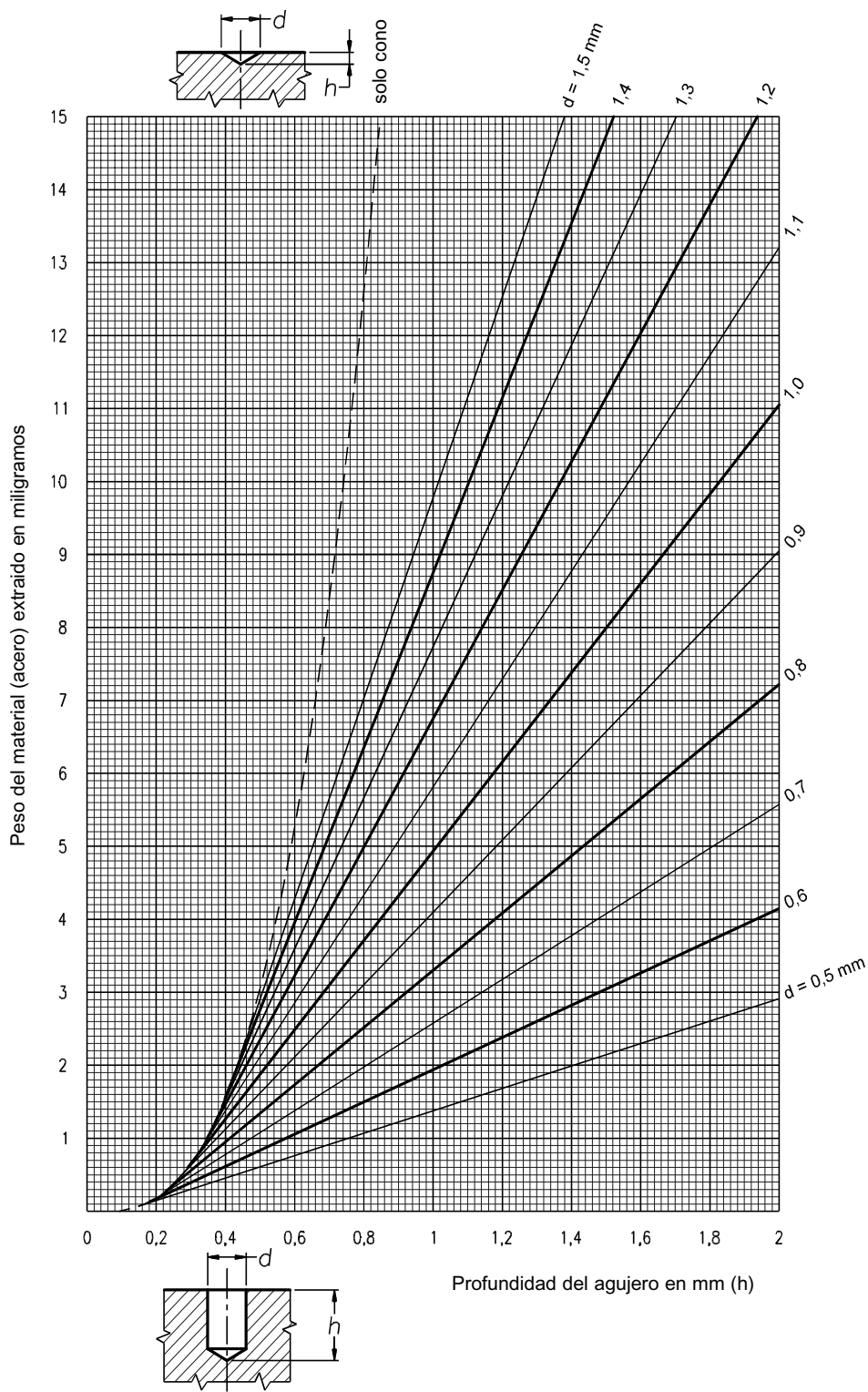
$$\text{de donde } l = \frac{50}{39} = 1.3 \text{ cm.}$$

1 - DIAGRAMA GENERAL DEL PESO EXTRAIBLE PERFORACIÓN EN ACERO

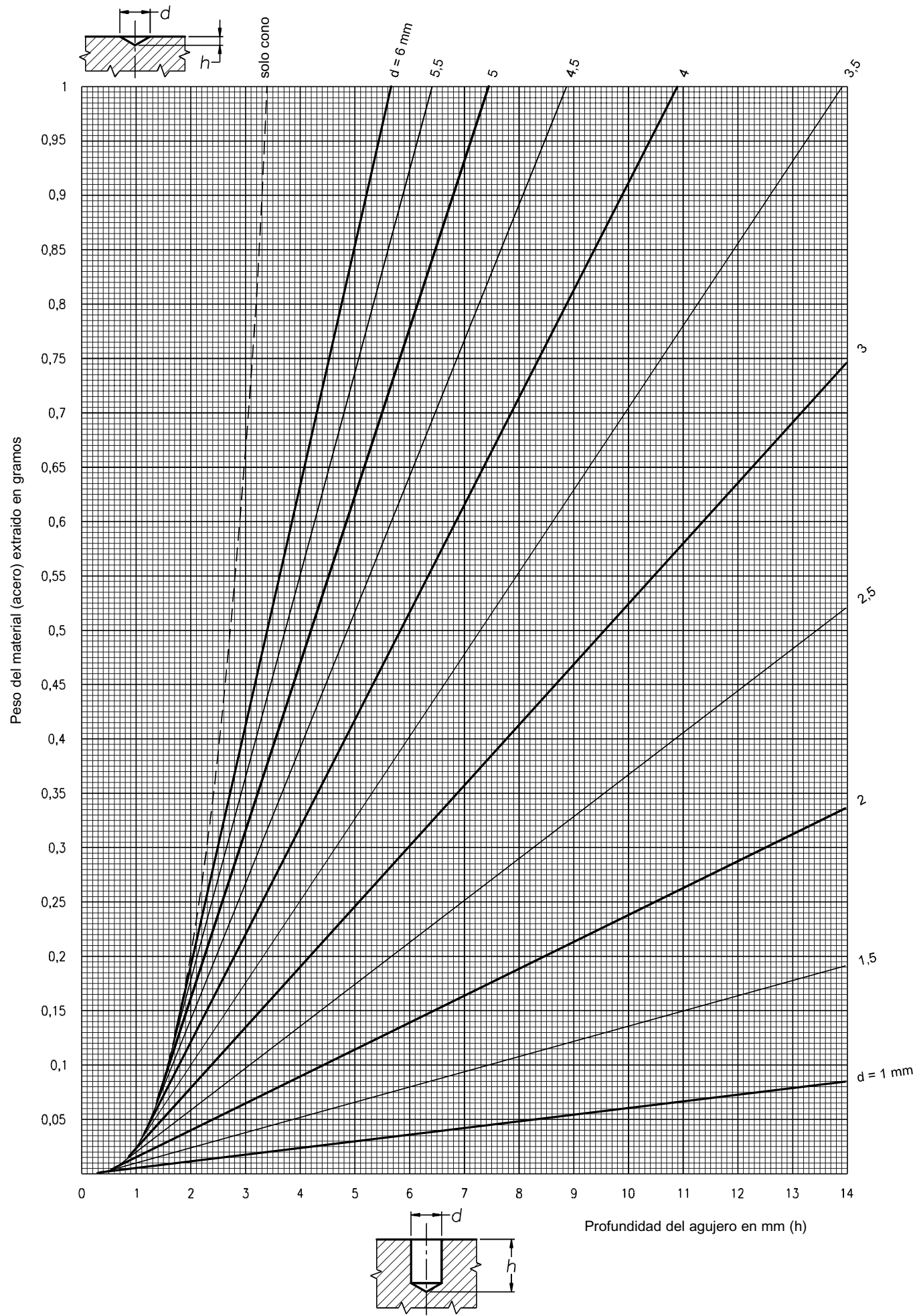
(Para pesos pequenos véanse los diagramas 2 - 3 - 4 - 5)



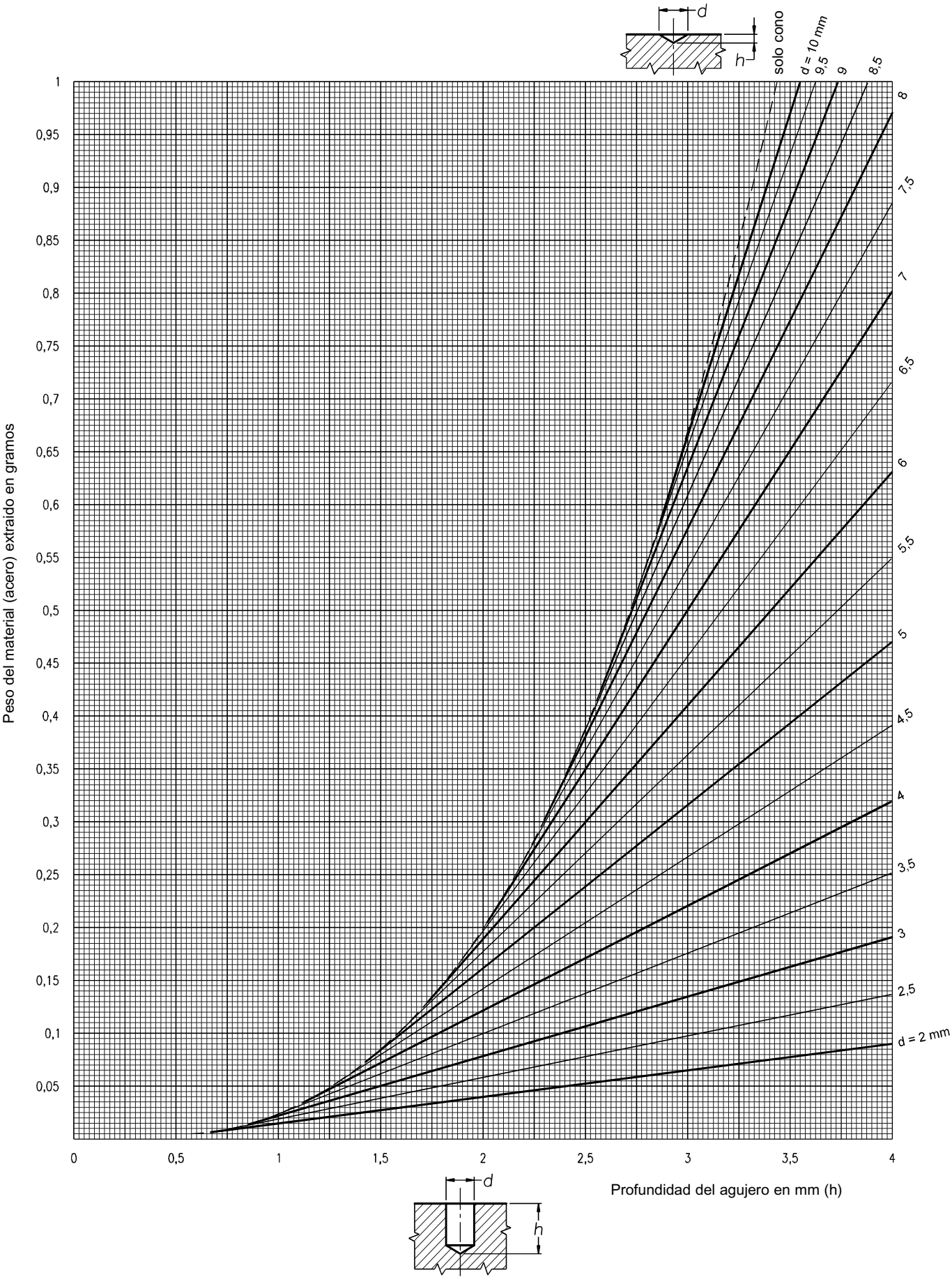
2 - DIAGRAMA DE PERFORACIÓN FINA Ø 0,5 – 1,5 mm



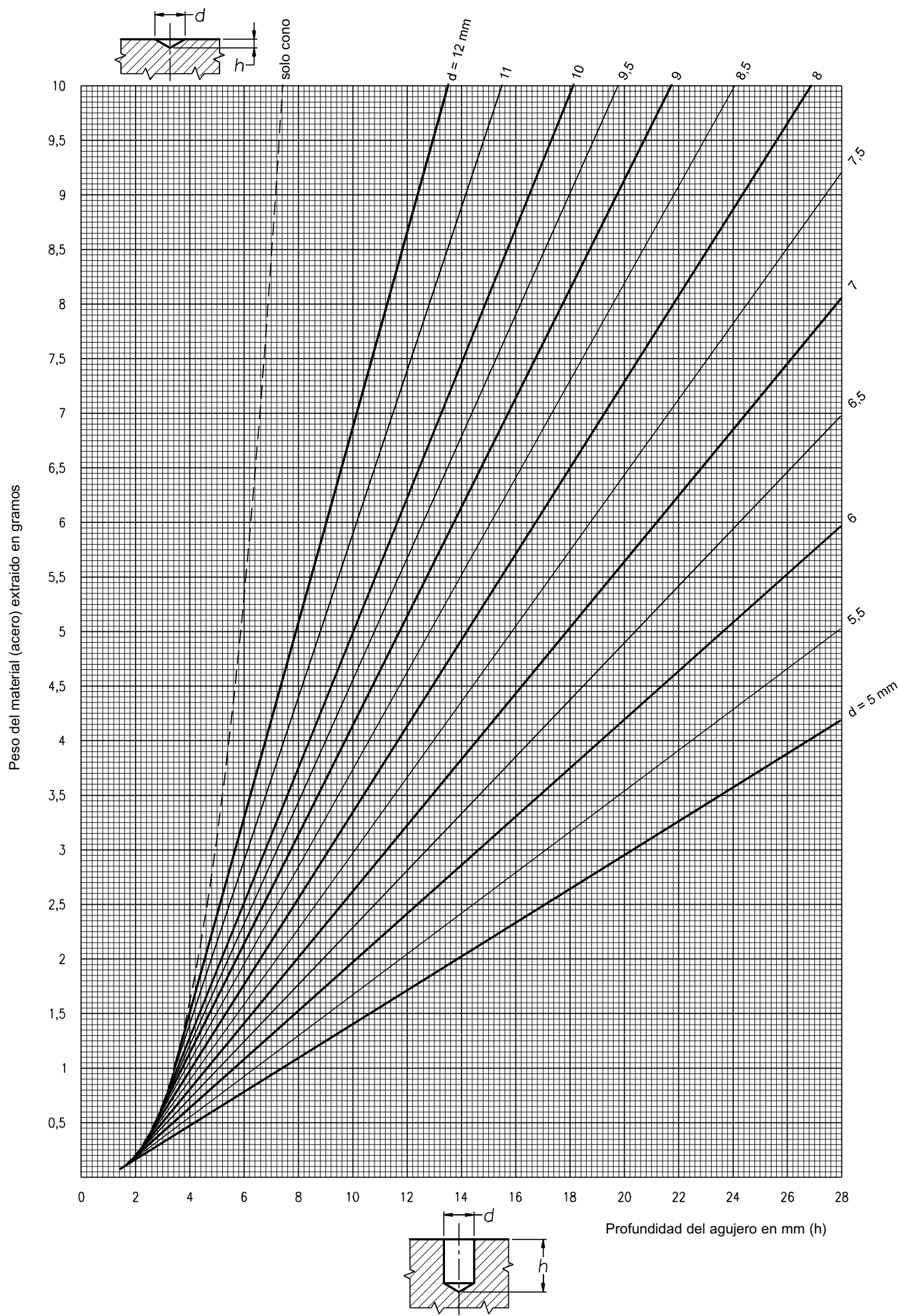
3 - DIAGRAMA DE PERFORACIÓN FINA Ø 1 – 6 mm



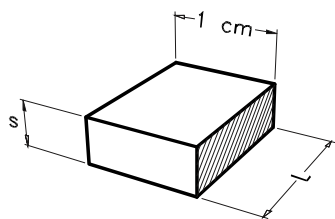
4 - DIAGRAMA DE PERFORACIÓN FINA Ø 2 – 10 mm



5 - DIAGRAMA DE PERFORACIÓN FINA Ø 5 – 12 mm



6 - DIAGRAMA DEL PESO por cm DE UN PLATO DE ACERO EN FUNCIÓN DE LAS DIMENSIONES L - s



Anchura del plato
en mm (L)

