



# Proyecto de Norma MERCOSUR Projeto de Norma MERCOSUL

**Pr NM 24:02-00001**

Año / Ano 2006

---

---

**Ensayos no destructivos - Ensayo por ultrasonidos -  
Principios generales**

**Ensaaios não destrutivos - Ensaio por ultra-som - Princípios  
gerais**

---

---



**ASOCIACIÓN  
MERCOSUR  
DE NORMALIZACIÓN**



## **Índice**

### **Prefacio**

- 1** Objeto y campo de aplicación
- 2** Referencias normativas
- 3** Calificación y certificación del personal
- 4** Información necesaria previa al ensayo
- 5** Principios del ensayo por ultrasonidos
- 6** Equipo
- 7** Ajustes
- 8** Preparación para el ensayo
- 9** Ensayo
- 10** Caracterización de las imperfecciones
- 11** Procedimiento del ensayo
- 12** Informe de ensayo

## **Sumário**

### **Prefácio**

- 1** Objetivo e campo de aplicação
- 2** Referências normativas
- 3** Qualificação e certificação do pessoal
- 4** Informação prévia necessária ao ensaio
- 5** Princípios do ensaio por ultra-som
- 6** Equipamento
- 7** Ajustes
- 8** Preparação para o ensaio
- 9** Ensaio
- 10** Caracterização das imperfeições
- 11** Procedimento do ensaio
- 12** Relatório de ensaio



## Prefacio

La AMN - Asociación MERCOSUR de Normalización tiene por objeto promover y adoptar las acciones para la armonización y la elaboración de las Normas en el ámbito del Mercado Común del Sur (MERCOSUR), y está integrada por los Organismos Nacionales de Normalización de los países miembros.

La AMN desarrolla su actividad de normalización por medio de los CSM (Comités Sectoriales MERCOSUR) creados para campos de acción claramente definidos.

Los Proyectos de Norma MERCOSUR, elaborados en el ámbito de los CSM, circulan para votación nacional por intermedio de los Organismos Nacionales de Normalización de los países miembros.

La homologación como Norma MERCOSUR por parte de la Asociación MERCOSUR de Normalización requiere la aprobación por consenso de sus miembros.

El estudio de esta Norma ha estado a cargo del Comité Sectorial MERCOSUR CSM 24 - Ensayos No Destructivos.

Este Proyecto de Norma MERCOSUR tuvo su origen en la norma UNE-EN 583-1:1999-Ensayos no destructivos. Examen por ultrasonidos. Parte 1: Principios generales.

## Prefácio

A AMN - Asociación MERCOSUR de Normalización tem por objetivo promover e adotar as ações para a harmonização e a elaboração das Normas no âmbito do Mercado Comum do Sul (MERCOSUL), e é integrada pelos Organismos Nacionais de Normalização dos países membros.

A AMN desenvolve sua atividade de normalização por meio dos CSM (Comitês Setoriais MERCOSUL) criados para campos de ação claramente definidos.

Os Projetos de Norma MERCOSUL, elaborados no âmbito dos CSM, circulam para votação nacional por intermédio dos Organismos Nacionais de Normalização dos países membros.

A homologação como Norma MERCOSUL por parte da Associação MERCOSUR de Normalização requer a aprovação por consenso de seus membros.

Esta Norma foi elaborada pelo Comitê Setorial MERCOSUL CSM 24 - Ensaio Não Destrutivos.

Este Projeto de Norma MERCOSUR toda sua origem na norma UNE-EN 583-1: 1999-Ensaio não destrutivos. Ensaio por ultra-som. Parte 1: Princípios gerais.



## Ensayos no destructivos - Ensayo por ultrasonidos - Principios generales

### Ensaaios não destrutivos - Ensaio por ultra-som - Princípios gerais

#### 1 Objeto y campo de aplicación

Esta Norma MERCOSUR define los principios generales requeridos para el ensayo por ultrasonidos de los productos industriales permeables a los ultrasonidos.

Las condiciones específicas de aplicación y uso del ensayo por ultrasonidos, que dependen del tipo de producto examinado, se describen en documentos, tales como:

- normas del producto;
- especificaciones;
- códigos;
- documentos contractuales;
- procedimientos escritos.

Salvo que se especifique lo contrario en los documentos de referencia, los requisitos mínimos de esta Norma son aplicables.

Esta Norma no define:

- el alcance de los ensayos y de los planes de control;
- los criterios de aceptación.

#### 2 Referencias normativas

Las normas siguientes contienen disposiciones que, al ser citadas en este texto, constituyen requisitos de esta Norma MERCOSUR. Las ediciones indicadas estaban en vigencia en el momento de esta publicación. Como toda norma está sujeta a revisión, se recomienda a aquellos que realicen acuerdos en base a esta Norma, que analicen la conveniencia de usar las ediciones más recientes de las normas citadas a continuación. Los organismos miembros del MERCOSUR poseen informaciones sobre las normas en vigencia en todo momento.

#### 1 Objeto e campo de aplicação

Esta Norma MERCOSUL define os princípios gerais requeridos para o ensaio por ultra-som dos produtos industriais permeáveis a ultra-som.

As condições específicas de aplicação e uso do ensaio por ultra-som, que dependem do tipo de produto examinado, são descritos em documentos, como:

- normas do produto;
- especificações;
- códigos;
- documentos contratuais;
- procedimentos escritos.

Salvo se especifique o contrário nos documentos de referência, os requisitos mínimos desta Norma são aplicáveis.

Esta Norma não define:

- o alcance dos ensaios e dos planos de controle;
- os critérios de aceitação.

#### 2 Referencias normativas

As seguintes normas contém disposições que, ao serem citadas neste texto, constituem requisitos desta Norma MERCOSUL. As edições indicadas estavam em vigência no momento desta publicação. Como toda norma está sujeita a revisão, recomenda-se àqueles que realizam acordos com base nesta Norma que analisem a conveniência de se usarem as edições mais recentes das normas citadas a seguir. Os organismos membros do MERCOSUL possuem informações sobre as normas em vigência no momento.



ISO 9712 – Non-destructive testing. Qualification and certification of personnel.

ISO/IEC 17024. Conformity assessment. General requirements for bodies operating certification of persons.

EN 27963 - Soldaduras de acero. Bloque de calibración n° 2 para inspección por ultrasonidos de soldaduras.

EN 583-2 - Ensayos no destructivos. Examen por ultrasonidos. Parte 2: Sensibilidad y rango de ajuste.

EN 583-3 - Ensayos no destructivos. Examen por ultrasonidos. Parte 3: Técnica de transmisión.

EN 12223 - Ensayos no destructivos. Examen por ultrasonidos. Especificación para bloque patrón n° 1.

EN 12668-1 - Ensayos no destructivos. Caracterización y verificación del equipo de examen ultrasónico. Parte 1: Instrumentos.

EN 12668-2 - Ensayos no destructivos. Caracterización y verificación del equipo de examen ultrasónico. Parte 2.

EN 12668-3 - Ensayos no destructivos. Caracterización y verificación del equipo de examen ultrasónico. Parte 3: Equipo combinado, G.

### 3 Calificación y certificación del personal

El ensayo debe efectuarse por personal calificado según la ISO 9712.

El organismo de certificación de personal debe estar acreditado según la ISO/IEC 17024.

Las condiciones de calificación y certificación deben especificarse en las normas de productos y/o en otros documentos aplicables.

### 4 Información necesaria previa al ensayo

Antes del ensayo y cuando sea aplicable, se debe disponer de la siguiente información:

- propósito del ensayo;
- requisitos de calificación y certificación del personal;
- condiciones ambientales y estado del objeto a ensayar;

ISO 9712 - Non-destructive testing. Qualification and certification of personnel.

ISO/IEC 17024. Conformity assessment. General requirements for bodies operating certification of persons.

EN 27963 - Soldas de aço. Bloco de calibração n° 2 para inspeção por ultra-som de soldas.

EN 583-2 - Ensaio não destrutivo. Exame por ultra-som. Parte 2: Sensibilidade e nível de ajuste.

EN 583-3 - Ensaio não destrutivo. Exame por ultra-som. Parte 3: Técnica de transmissão.

EN 12223 - Ensaio não destrutivo. Exame por ultra-som. Especificação para bloco padrão n° 1.

EN 12668-1 - Ensaio não destrutivo. Caracterização e verificação do equipamento de exame ultra-sônico. Parte 1: Instrumentos.

EN 12668-2 - Ensaio não destrutivo. Caracterização e verificação do equipamento de exame ultrasônico. Parte 2.

EN 12668-3 - Ensaio não destrutivo. Caracterização e verificação do equipamento de exame ultrasônico. Parte 3: Equipamento combinado, G.

### 3 Qualificação e certificação do pessoal

O ensaio deve ser efetuado por pessoal qualificado conforme a ISO 9712.

O organismo de certificação de pessoal deve estar acreditado conforme a ISO/IEC 17024.

As condições de qualificação e certificação devem ser especificadas pelas normas de produtos e/ou por outros documentos aplicáveis.

### 4 Informação prévia necessária ao ensaio

Antes do ensaio e quando seja adequado, deve-se dispor da seguinte informação:

- propósito do ensaio;
- requisitos de qualificação e certificação do pessoal;
- condições ambientais e estado do objeto a ser ensaiado;



- requisito de un procedimiento de ensayo escrito calificado;
- cualquier requisito especial necesario para la preparación de la superficie;
- volumen a ensayar;
- sensibilidad del ensayo y método de ajuste de ésta;
- requisitos relativos a las condiciones de evaluación y al nivel de registro;
- criterios de aceptación;
- alcance del ensayo incluyendo el plan de escaneado;
- requisitos para un informe escrito del ensayo.

## 5 Principios del ensayo por ultrasonidos

### 5.1 Generalidades

Un examen por ultrasonidos se basa en la propagación de ondas ultrasónicas en la pieza a ensayar y al seguimiento de la señal transmitida (llamada técnica por transmisión), o de la señal reflejada o difractada por cualquier superficie o discontinuidad (llamada técnica de examen por reflexión).

Ambas técnicas pueden emplear un único palpador que actúe como emisor y receptor, o un palpador doble, o palpadores emisores y receptores separados. De la misma manera, estas dos técnicas pueden implicar una reflexión intermedia procedente de una o más superficies del objeto ensayado.

El ensayo puede realizarse manualmente o con la ayuda de equipos semi-automáticos o totalmente automáticos, y un barrido con o sin contacto o por inmersión, u otros métodos de acoplamiento adaptados a un problema específico.

### 5.2 Modo de vibración, y sentido de propagación del sonido

Las ondas más comúnmente utilizadas son las longitudinales y las transversales, que se pueden propagar perpendicular u oblicuamente en relación con la superficie de ensayo. En caso de aplicaciones especiales, también pueden utilizarse otros tipos de ondas, como por ejemplo ondas guiadas, superficiales y de creep.

La elección del tipo de onda y de su sentido de

- requisição de um procedimento de ensaio escrito qualificado;
- qualquer requisito especial necessário para a preparação da superfície;
- volume a ser ensaiado;
- sensibilidade do ensaio e método de ajuste da mesma;
- requisitos relativos às condições de avaliação e em nível de registro;
- critérios de aceitação;
- alcance do ensaio incluindo o plano de escaneamento;
- requisitos para um relatório escrito do ensaio.

## 5 Principios do ensaio por ultra-som

### 5.1 Generalidades

Um exame por ultra-som baseia-se na propagação de ondas ultra-sônicas na peça a ser ensaiada e ao seguimento do sinal transmitido (chamada técnica por transmissão), ou do sinal refletido ou difratado por qualquer superfície ou descontinuidade (chamada técnica de exame por reflexão).

Ambas as técnicas podem empregar um único cabeçote que aja como emissor e receptor, ou um cabeçote duplo, ou cabeçotes emissores e receptores separados. Da mesma maneira, estas duas técnicas podem implicar uma reflexão intermediária procedente de uma ou mais superfícies do objeto ensaiado.

O ensaio pode ser realizado manualmente ou com a ajuda de equipamentos semi-automáticos ou totalmente automáticos, e uma varredura com ou sem contato ou por imersão, ou outros métodos de acoplamento adaptados a um problema específico.

### 5.2 Modo de vibração, e sentido de propagação do som

As ondas mais comumente utilizadas são as longitudinais e as transversais, que podem propagar-se perpendicular ou obliquamente em relação à superfície de ensaio. No caso de aplicações especiais, também podem ser utilizados outros tipos de ondas, como por exemplo ondas guiadas, superficiais e de creep.

A escolha do tipo de onda e de seu sentido de



propagación dependerá de los propósitos del examen. Se debería tener en cuenta la naturaleza especular de la reflexión que proviene de reflectores planos. Con excepción de las ondas de Lamb, en un ensayo por reflexión con un palpador emisor-receptor, la dirección de propagación debería ser tan perpendicular al plano del reflector como fuera posible.

### 5.3 Técnica de transmisión

Esta técnica se basa en la medición de la atenuación de la señal después del paso de una onda ultrasónica a través de la pieza ensayada.

La señal utilizada para la medición puede ser:

- un eco de fondo, o bien;
- cualquier otra señal transmitida directamente, o después de la reflexión intermedia sobre las paredes del objeto.

La norma EN 583-3 contiene una descripción más detallada de esta técnica.

### 5.4 Técnica de reflexión (técnica impulso seco)

Esta técnica utiliza la señal reflejada o difractada procedente de cualquier interface de interés en el interior del objeto ensayado. Esta señal se caracteriza por su amplitud y su posición sobre la base de tiempo, estando ésta última en función de la distancia entre el reflector y el palpador. El emplazamiento del reflector se determina por el conocimiento de esta distancia, de la dirección de propagación de la onda y de la posición del palpador.

Se recomienda medir la amplitud de la señal por comparación con uno de los siguientes elementos:

- una curva de corrección amplitud-distancia (DAC) o una serie de curvas DAC obtenidas a partir de reflectores artificiales (generatrices de agujeros, agujeros de fondo plano, entallas, etc.) situadas en uno o más bloques de referencia;
- un diagrama de reflector equivalente (sistema DGS);
- ecos de entallas apropiadas o;
- ecos de reflectores planos de grandes dimensiones, perpendiculares al eje del haz (por ejemplo: eco de fondo).

Estas técnicas se describen en el proyecto de norma EN 583-2.

Pueden emplearse otras técnicas para obtener información complementaria sobre la forma y

propagação dependerá dos propósitos do exame. Se deveria levar em conta a natureza especular da reflexão que provém de refletores planos. Com exceção das ondas de Lamb, em um ensaio por reflexão com um cabeçote emissor-receptor, a direção de propagação deveria ser tão perpendicular ao plano do refletor quanto fosse possível.

### 5.3 Técnica de transmissão

Esta técnica se baseia na medição da atenuação do sinal depois da passagem de uma onda ultrasônica através da peça ensaiada.

O sinal utilizado para a medição pode ser:

- um eco de fundo, ou também;
- qualquer outro sinal transmitido diretamente, ou depois da reflexão intermediária sobre as paredes do objeto.

A norma EN 583-3 contém uma descrição mais detalhada desta técnica.

### 5.4 Técnica de reflexão (técnica impulso seco)

Esta técnica utiliza o sinal refletido ou difratado procedente de qualquer interface de interesse no interior do objeto ensaiado. Este sinal se caracteriza por sua amplitude e sua posição sobre a base de tempo, estando esta última em função da distância entre o refletor e o cabeçote. A colocação do refletor é determinada pelo conhecimento desta distância, da direção de propagação da onda e da posição do cabeçote.

Recomenda-se medir a amplitude do sinal por comparação com um dos seguintes elementos:

- uma curva de correção amplitude-distância (DAC) ou uma série de curvas DAC obtidas a partir de refletores artificiais (geradores de buracos, buracos de fundo plano, ajustes, etc.) situadas em um ou mais blocos de referência;
- um diagrama de refletor equivalente (sistema DGS);
- ecos de ajustes apropriados ou;
- ecos de refletores planos de grandes dimensões, perpendiculares ao eixo do feixe (por exemplo: eco de fundo).

Estas técnicas estão descritas no projeto de norma EN 583-2.

Outras técnicas podem ser usadas para obter informação complementar sobre a forma e o



tamaño de los reflectores. Estas técnicas se basan, por ejemplo, en las variaciones de la amplitud de la señal con el desplazamiento del palpador, la medida del recorrido del sonido o un análisis de frecuencia.

## 6 Equipo

### 6.1 Equipo de ensayo por ultrasonidos

El equipo de ensayo por ultrasonidos debe satisfacer los requisitos de la EN 12668-1.

### 6.2 Palpadores

El palpador debe responder a los requisitos del proyecto de norma prEN 12668-2.

#### 6.2.1 Selección del palpador

La elección del palpador depende de los propósitos del ensayo y de los requisitos de la norma o de la especificación de referencia. Depende de:

- del espesor, de la forma y del estado de la superficie del material;
- del tipo y del estado metalúrgico del material a ensayar;
- del tipo, de la posición y de la orientación de las imperfecciones a identificar.

Los parámetros de los palpadores enumerados en los apartados 6.2.2, 6.2.3 y 6.2.4 deben tomarse en función de las características de la pieza a ensayar definidas anteriormente.

#### 6.2.2 Frecuencia y dimensiones de los transductores

La frecuencia y las dimensiones del transductor determinan la forma del haz (campo próximo y divergencia del haz). La selección efectuada debe garantizar que las características del haz sean óptimas para el examen mediante un compromiso entre:

- la longitud de campo próximo que debe permanecer, si es posible, inferior al espesor de la pieza examinada;

NOTA - Es posible detectar las imperfecciones en el campo próximo, aunque su caracterización es menos precisa y menos reproducible.

- el ancho del haz que debe ser suficientemente pequeña en la zona de ensayo más alejada del palpador, para mantener un nivel de detección adecuado;

tamanho dos refletores. Estas técnicas baseiam-se, por exemplo, nas variações da amplitude do sinal com o deslocamento do cabeçote, a medida do roteiro do som ou uma análise de frequência.

## 6 Equipamento

### 6.1 Equipamento de ensaio por ultra-som

O equipamento de ensaio por ultra-som deve preencher os requisitos da EN 12668-1.

### 6.2 Cabeçotes

O cabeçote deve responder aos requisitos do projeto de norma prEN 12668-2.

#### 6.2.1 Seleção do cabeçote

A escolha do cabeçote depende dos propósitos do ensaio e dos requisitos da norma ou da especificação de referência. Depende de:

- da espessura, da forma e do estado da superfície do material;
- do tipo e do estado metalúrgico do material a ensaiar;
- do tipo, da posição e da orientação das imperfeições a serem identificadas.

Os parâmetros dos cabeçotes enumerados nos itens 6.2.2, 6.2.3 e 6.2.4 devem ser tomados em função das características da peça a ensaiar definidas anteriormente.

#### 6.2.2 Frequência e dimensões dos transmissores

A frequência e as dimensões do transmissor determinam a forma do feixe (campo próximo e a divergência do feixe). A seleção efetuada deve garantir que as características do feixe sejam perfeitas para o exame mediante um compromisso entre:

- a longitude de campo próximo que deve permanecer, se possível, inferior à grossura da peça examinada;

NOTA - É possível detectar as imperfeições no campo próximo, mesmo que sua caracterização seja menos precisa e menos reproduzível.

- a largura do feixe que deve ser suficientemente pequena na zona de ensaio mais distante do cabeçote, para manter um nível de detecção adequado;



- la divergencia del haz, que debe ser suficientemente grande como para permitir detectar inspecciones planas cuya orientación no sea favorable.

A parte de las consideraciones aquí descritas, la elección de la frecuencia debe tener en cuenta la atenuación del sonido en el material y la reflectividad de las imperfecciones. Cuanto mayor sea la frecuencia, mayor será el poder de resolución, pero las ondas sonoras estarán más atenuadas (o las señales parásitas debidas a la estructura aumentarán). La elección de la frecuencia representa, así, un compromiso entre estos dos factores. La mayor parte de los exámenes se efectúan a frecuencias comprendidas entre 1 MHz y 10 MHz.

### 6.2.3 Zona muerta

La elección del palpador debe igualmente tener en cuenta la zona muerta en función del volumen a ensayar.

### 6.2.4 Amortiguación

La elección de un palpador debe igualmente tener en cuenta la amortiguación que influye en el poder de resolución así como el espectro de las frecuencias.

### 6.2.5 Palpadores focalizados

Los palpadores focalizados se utilizan principalmente para la detección de pequeños defectos y para el dimensionamiento de los reflectores. Sus campos sonoros deberían generalmente describirse por la zona focal y por diámetro focal. En comparación con los palpadores no focalizados con emisor-receptor, tienen la ventaja de un poder de resolución lateral mejorado y una mayor relación señal ruido. Su sensibilidad tiene que verificarse con ayuda de reflectores de referencia.

## 6.3 Medios de acomplamiento

Pueden utilizarse diferentes medios de acomplamiento, pero el tipo utilizado debe ser compatible con los materiales a ensayar, por ejemplo:

- agua, conteniendo eventualmente un agente por ejemplo (humectante, anticongelante, inhibidor de corrosión, ...);

- pasta de contacto;

- aceite;

- grasa;

- a divergência do feixe, que deve ser suficientemente grande para permitir detectar inspeções planas cuja orientação não seja favorável.

À parte das considerações aqui descritas, a escolha da frequência deve levar em conta a atenuação do som no material e a refletividade das imperfeições. Quanto maior a frequência, maior será o poder de resolução, mas as ondas sonoras estarão mais atenuadas (ou os sinais parasitas devidos à estrutura aumentarão). A escolha da frequência representa, assim, um compromisso entre estes dois fatores. A maior parte dos exames são feitos com frequências compreendidas entre 1 MHz e 10 MHz.

### 6.2.3 Zona morta

A escolha do cabeçote deve igualmente levar em conta a zona morta em função do volume a ensaiar.

### 6.2.4 Amortização

A escolha de um cabeçote deve igualmente levar em conta a amortização que influi no poder de resolução assim como o espectro das frequências.

### 6.2.Cabeçotes focalizados

Os cabeçotes focalizados são utilizados principalmente para a detecção de pequenos defeitos e para o dimensionamento dos refletores. Seus campos sonoros deveriam geralmente ser descritos pela zona focal e pelo diâmetro focal. Em comparação com os cabeçotes não focalizados com emissor-receptor, têm a vantagem de um poder de resolução lateral melhorado e uma maior relação sinal ruído. Sua sensibilidade tem que ser verificada com a ajuda de refletores de referência.

## 6.3 Meios de acomplamento

Podem ser utilizados diferentes meios de acoplamento, mas o tipo utilizado deve ser compatível com os materiais a ensaiar, por exemplo:

- água, contendo eventualmente um agente por exemplo (umectante, anticongelante, inibidor de corrosão, ...);

- pasta de contato;

- óleo;

- gordura;



- gel de celulosa a base de agua, etc.

Las características del medio de acoplamiento deben permanecer constantes durante la verificación, las operaciones de calibrado y el ensayo. El medio de acoplamiento debe ser adecuado al rango de temperatura en el que se utilizará.

Si esta constancia no puede garantizarse entre el calibrado y el ensayo, se puede realizar una corrección de transferencia. La EN 583-2 describe un método de determinación de la corrección necesaria.

Después de que el examen se haya efectuado, se debe eliminar el medio de acoplamiento si su presencia puede afectar a operaciones subsiguientes, a la inspección o a la utilización de la pieza.

#### 6.4 Bloques de calibración

Los bloques de calibración utilizados se definen en la EN 12223 y EN 27963.

La estabilidad del calibrado puede verificarse utilizando los bloques mencionados.

#### 6.5 Bloques de referencia

Cuando se comparen la amplitud de los ecos de la pieza con los ecos de un bloque de referencia, se deben observar ciertos requisitos relativos al material, al estado de la superficie, a la geometría y a la temperatura de la pieza.

El bloque de referencia debe, si es posible, estar hecho de un material con propiedades acústicas situadas dentro de los límites especificados en relación con las del material a ensayar, y debe tener un estado de superficie comparable al de la pieza a ensayar. Si estas características no son las mismas, se debe realizar una corrección de transferencia. La EN 583-2 describe un método para determinar la corrección necesaria.

Se debe tener en cuenta las condiciones geométricas del bloque de referencia y de la pieza a examinar. Para más detalles, ver la EN 583-2.

La geometría del bloque de referencia, sus medidas, y la posición de todos los reflectores deberían estar generalmente indicadas caso a caso en las normas y códigos específicos. La posición y el número de reflectores deberían estar generalmente en relación con el barrido de la totalidad de la zona a ensayar.

Los reflectores más comúnmente utilizados son:

- reflectores planos de grandes medidas en

- gel de celulosa à base de água, etc.

As características do meio de acoplamento devem permanecer constantes durante a verificação, e as operações de calibragem e o ensaio. O meio de acoplamento deve ser adequado ao nível de temperatura em que será utilizado.

Se esta constância não pode ser garantida entre a calibragem e o ensaio, pode-se fazer uma correção de transferência. A EN 583-2 descreve um método de determinação da correção necessária.

Depois de efetuado o exame, deve-se eliminar o meio de acoplamento se sua presença puder afetar a operações subseqüentes, à inspeção ou à utilização da peça.

#### 6.4 Blocos de calibração

Os blocos de calibração utilizados estão definidos na EN 12223 e EN 27963.

A estabilidade da calibragem pode ser verificada utilizando-se os blocos mencionados.

#### 6.5 Blocos de referência

Quando forem comparados a amplitude dos ecos da peça com os ecos de um bloco de referência, devem-se observar certos requisitos relativos ao material, ao estado da superfície, à geometria e à temperatura da peça.

O bloco de referência deve, se possível, ser feito de um material com propriedades acústicas situadas dentro dos limites especificados em relação com as do material a ensaiar, e deve ter um estado de superfície comparável ao da peça a ensaiar. Se estas características não são as mesmas, deve-se realizar uma correção de transferência. A EN 583-2 descreve um método para determinar a correção necessária.

Deve-se levar em conta as condições geométricas do bloco de referência e da peça a ser examinada. Para mais detalhes, ver a EN 583-2.

A geometria do bloco de referência, suas medidas, e a posição de todos os refletos deveriam estar geralmente indicadas caso a caso nas normas e códigos específicos. A posição e o número de refletos deveriam estar geralmente em relação com a varredura da totalidade da zona a ensaiar.

Os refletos utilizados mais comumente são:

- refletos planos de grandes medidas em relação



relación con la anchura del haz, perpendiculares al eje acústico (ejemplo: fondo de la pieza);

- agujeros de fondo plano;
- generatrices de agujeros;
- ranuras o entallas de diversas secciones.

Cuando se utilicen bloques de referencia para un ensayo por inmersión, debe tenerse en cuenta el efecto del agua o se deben taponar los extremos de los agujeros.

Las consecuencias de diferencias de temperatura entre la pieza a ensayar, los palpadores y los bloques de referencia deben tomarse en consideración y compararse con los requisitos de precisión del examen. Durante el ensayo, si es necesario, los bloques de referencia deben mantenerse en la franja de temperatura especificada.

## 6.6 Bloques específicos

En ciertos casos, pueden emplearse bloques específicos, por ejemplo conteniendo defectos naturales identificados, para finalizar el método de examen y verificar la estabilidad de la sensibilidad.

## 7 Ajustes

### 7.1 Ajustes generales

En ausencia de instrucciones definidas en las normas o especificaciones detalladas, es esencial verificar que:

- la supresión no debe utilizarse a no ser que así se especifique en los documentos de referencia;
- el amplificador se utiliza en la banda de frecuencia adecuada;
- el filtrado esté regulado para dar un poder de resolución óptimo;
- la adaptación de impedancia del sistema de examen esté ajustado, si es necesario, de manera que se obtenga una altura de eco máxima preservando el poder de resolución;
- la energía del impulso sea tan débil como sea posible teniendo en cuenta la reserva de amplificación.

Estos reglajes deben conservarse durante todo el examen.

Los ajustes deben efectuarse al inicio de cada

com a largura do feixe, perpendiculares ao eixo acústico (exemplo: fundo da peça);

- aberturas de fundo plano;
- geradores de aberturas;
- ranhuras ou ajustes de diversas seções.

Quando forem utilizados blocos de referência para um ensaio por imersão, deve-se levar em conta o efeito da água ou deve-se tampar as extremidades das aberturas.

As conseqüências de diferenças de temperatura entre a peça a ensaiar, os cabeçotes e os blocos de referência devem ser levados em consideração e serem comparados aos requisitos de precisão do exame. Durante o ensaio, se for necessário, os blocos de referência devem ser mantidos na faixa de temperatura especificada.

## 6.6 Blocos específicos

Em certos casos, podem ser empregados blocos específicos, por exemplo contendo defeitos naturais identificados, para finalizar o método de exame e verificar a estabilidade da sensibilidade.

## 7 Ajustes

### 7.1 Ajustes gerais

Na ausência de instruções definidas nas normas ou especificações detalhadas, é essencial verificar que:

- a supressão não deve ser utilizada a não ser que assim se especifique nos documentos de referência;
- o amplificador é utilizado na banda de frequência adequada;
- a filtragem esteja regulada para dar um poder de resolução perfeito;
- a adaptação de impedância do sistema de exame esteja ajustada, se for necessário, de maneira que se obtenha uma altura de eco máxima preservando o poder de resolução;
- a energia do impulso seja tão fraca quanto possível levando-se em conta a reserva de amplificação.

Estas regulagens devem ser conservadas durante todo o exame.

Os ajustes devem ser efetuados no início de cada



secuencia del examen y después, deben verificarse periódicamente durante intervalos de tiempo establecidos así como cada vez que se modifique un parámetro del sistema o cuando el operador sospeche que haya alguna desviación (ver EN 12668-3).

Se deben establecer un máximo de la deriva de la amplitud y de la base de tiempo. En caso de que se sobrepase estos máximos, se requieren nuevos ajustes o las acciones correctivas acordadas.

## 7.2 Ajuste de la base de tiempo

Cada franja de la base de tiempo debe seleccionarse para cubrir la zona de examen definida en la norma, procedimiento o especificación detallada.

La calibración de la base de tiempo y el retardo deben efectuarse con la ayuda de un bloque de calibración o mediante cálculos. Éstos deben verificarse mediante control por ultrasonidos de la ubicación de los reflectores en la pieza de referencia.

## 7.3 Amplificación

Los ajustes de amplificación y de energía del impulso deben efectuarse a partir de los ecos de los reflectores artificiales o de la superficie opuesta de la pieza de referencia o de la pieza ensayada. Éstos deben permitir:

- detectar todas las imperfecciones en las que la señal exceda el nivel de registro u otras señales de interés definida en los documentos de referencia;

- evaluar todas las indicaciones de imperfecciones o de otras señales de interés por uno de los métodos descritos en la norma correspondiente o por cualquier otro método descrito en las especificaciones particulares asociadas al producto a ensayar.

Los ajustes de amplificación pueden ser diferentes durante el ensayo para detección y durante la evaluación.

Para la detección de las imperfecciones por examen manual, el reglaje debe ser tal que todas las señales que sobrepasen el nivel de evaluación, hasta el máximo de la franja bajo examen, aparezcan a una altura mínima del 20 % de la altura total de la pantalla, o como esté especificado en los documentos de referencia. La EN 583-2 describe los métodos de ajuste de la sensibilidad.

## 7.4 Frecuencia de recurrencia

seqüência do exame e depois, devem ser verificados periodicamente durante intervalos de tempo estabelecidos como também em cada vez que se modificar um parâmetro do sistema ou quando o operador suspeitar que exista algum desvio (ver EN 12668-3).

Deve-se estabelecer um máximo entre a deriva da amplitude e a base de tempo. No caso de se excederem estes máximos, serão necessários novos ajustes ou as ações corretivas combinadas.

## 7.2 Ajuste da base de tempo

Cada franja da base de tempo deve ser selecionada para cobrir a zona de exame definida na norma, procedimento ou especificação detalhada.

A calibração da base de tempo e o atraso devem ser feitos com a ajuda de um bloco de calibração ou mediante cálculos. Estes devem ser verificados a través do controle por ultra-sons da localização dos refletores na peça de referência.

## 7.3 Amplificação

Os ajustes de amplificação e de energia do impulso devem ser efetuados a partir dos ecos dos refletores artificiais ou da superfície oposta da peça de referência ou da peça ensaiada. Estes devem permitir:

- detectar todas as imperfeições nas quais o sinal exceda o nível de registro ou outros sinais de interesse definido nos documentos de referência;

- avaliar todas as indicações de imperfeições ou de outros sinais de interesse por um dos métodos descritos na norma correspondente ou por qualquer outro método descrito nas especificações particulares associadas ao produto a ensaiar.

Os ajustes de amplificação podem ser diferentes durante o ensaio para detecção e durante a avaliação.

Para a detecção das imperfeições por exame manual, a regulagem deve ser tal que todos os sinais que ultrapassem o nível de avaliação, até o máximo da franja sob exame, apareçam a uma altura mínima de 20 % da altura total da tela, ou como esteja especificado nos documentos de referência. A EN 583-2 descreve os métodos de ajuste da sensibilidade.

## 7.4 Freqüência de repetição



Cuando se puede ajustar, la frecuencia de recurrencia debería ser suficientemente elevada como para asegurar un brillo de pantalla apropiado y detectar todas las señales pertinentes pero estando siempre suficientemente baja como para evitar la producción de ecos fantasmas en trayectos acústicos largos, particularmente con materiales de baja atenuación. Ver también el apartado 9.2.2.

## **8 Preparación para el ensayo**

### **8.1 Preparación de la superficie**

Todas las superficies a ensayar deben estar exentas de suciedad, calamina, proyecciones de soldadura, etc. Deben ser suficientemente uniformes y lisas como para mantener un acoplamiento acústico satisfactorio. Además, se deben eliminar antes del ensayo en todas las características de la superficie de la pieza que puedan aumentar los errores de interpretación. Ver la EN 583-2.

### **8.2 Identificación y puntos de referencia**

Cuando la información de las discontinuidades y otras indicaciones locales sea un requisito en el(los) documento(s) de referencia, cada pieza a examinar debe identificarse individualmente y se debe emplear un método convenido de referencia para localizar claramente cualquier discontinuidad a informar. Este método puede estar basado en la determinación de referencias permanentes o en la utilización de características geométricas apropiadas.

### **8.3 Aplicación de las correcciones de transferencia**

Durante la evaluación de las señales con la ayuda de bloques de referencia, éstos deben presentar una atenuación de las ondas ultrasónicas y de las pérdidas en superficie equivalentes a las de la pieza a controlar.

En el caso contrario, debe aplicarse una corrección de transferencia para compensar la diferencia entre las pérdidas en superficie y la atenuación del material. La EN 583-2 propone métodos simples.

Para ciertas piezas de forma compleja, piezas recubiertas, piezas en acero austenítico, etc., puede ser difícil, o incluso imposible, elaborar un método industrial de verificación de la equivalencia. En este caso, se debe implementar un procedimiento específico.

En el examen de productos específicos de espesor relativamente débil o en los que la atenuación sea despreciable, se puede omitir la

Quando for possível de ajuste, a frequência de repetição deveria ser suficientemente elevada para assegurar um brilho de tela apropriado e detectar todas as sinais pertinentes mas estando sempre suficientemente baixa para evitar a produção de ecos fantasmas em trajetos acústicos longos, particularmente com materiais de baixa atenuação. Ver também a seção 9.2.2.

## **8 Preparação para o ensaio**

### **8.1 Preparação da superfície**

Todas as superfícies a serem ensaiadas devem estar isentas de sujeira, calamina, restos de soldas, etc. Devem ser suficientemente uniformes e lisas para manter um ajuste acústico satisfatório. Além disto, devem ser eliminadas antes do ensaio em todas as características da superfície da peça que possam aumentar os erros de interpretação. Ver a EN 583-2.

### **8.2 Identificação e pontos de referência**

Quando a informação sobre as discontinuidades e outras indicações locais seja um requisito em (nos) documento(s) de referência, cada peça a ser examinada deve ser identificada individualmente e deve-se usar um método estipulado de referência para localizar claramente qualquer discontinuidade a ser informada. Este método pode ser baseado na determinação de referências permanentes ou na utilização de características geométricas apropriadas.

### **8.3 Aplicação das correções de transferência**

Durante a avaliação dos sinais com a ajuda de blocos de referência, estes deverão apresentar uma atenuação das ondas ultra-sônicas e das perdas na superfície equivalentes àquelas da peça a controlar.

Em caso contrário, deve-se aplicar uma correção de transferência para compensar a diferença entre as perdas em superfície e a atenuação do material. A EN 583-2 propõe métodos simples.

Para certas peças de forma complexa, peças recobertas, peças em aço austenítico, etc., pode ser difícil, inclusive impossível, elaborar um método industrial de verificação da equivalência. Neste caso, deve-se implementar um procedimento específico.

No exame de produtos específicos de espessura relativamente frágil ou naqueles em que a atenuação seja desprezível, pode-se omitir a



corrección de transferencia.

correção de transferência.

## 9 Ensayo

## 9 Ensaio

### 9.1 Extensión del ensayo

El barrido debe realizarse de conformidad con los requisitos del o de los documentos de referencia. Estos requisitos deben incluir la zona a barrer, la dirección del barrido, y eventualmente pueden incluir el tipo, dimensión, frecuencia y ángulo del haz o de los palpadores a utilizar.

### 9.1 Extensão do ensaio

A varredura deve ser realizada conforme os requisitos do ou dos documentos de referência. Estes requisitos devem incluir a zona a varrer, a direção da varredura, e eventualmente podem incluir o tipo, dimensão, frequência e ângulo do feixe ou dos cabeçotes a utilizar.

### 9.2 Recubrimiento y velocidad de barrido

### 9.2 Recobrimento e velocidade da varredura

#### 9.2.1 Recubrimiento

Para un examen al 100 %, el intervalo entre dos líneas de barrido sucesivas no debe ser mayor que el ancho del haz a - 6 dB, en toda la profundidad del volumen ensayado.

#### 9.2.1 Recobrimento

Para um exame a 100 %, o intervalo entre duas linhas de varredura sucessivas não deve ser maior que a largura do feixe a - 6 dB, em toda a profundidade do volume ensaiado.

#### 9.2.2 Velocidad de barrido

La elección de la velocidad de barrido debe tener en cuenta la frecuencia de recurrencia y la capacidad del operador, o del instrumento para reconocer o registrar una señal.

#### 9.2.2 Velocidade de varredura

A escolha da velocidade de varredura deve levar em conta a frequência de recorrência e a capacidade do operador, ou do instrumento para reconhecer ou registrar um sinal.

En ensayo semi-automático, la velocidad de barrido máxima ( $V_{m\acute{a}x}$ ) es determinada por el paso de un bloque de referencia por debajo del palpador, o se calcula mediante la siguiente ecuación:

Em ensaio semi-automático, a velocidade de varredura máxima ( $V_{m\acute{a}x}$ ) é determinada pela passagem de um bloco de referência por baixo do cabeçote, ou é calculado pela seguinte equação:

$$V_{m\acute{a}x} = \frac{d \times f_{rep}}{n} \quad (\text{mm/s})$$

siendo:

sendo:

d ancho mínima del haz a - 6 dB en milímetros aplicable al ensayo;

d largura mínima do feixe a - 6 dB em milímetros aplicável ao ensaio;

$f_{rep}$  frecuencia de recurrencia (en Hz);

$f_{rep}$  frequência de recorrência (em Hz);

n número de señales consecutivas de una indicación antes del disparo de la alarma.

n número de sinais consecutivos de uma indicação antes do disparo do alarme.

### 9.3 Niveles de evaluación y de registro

### 9.3 Níveis de avaliação e de registro

Los niveles de evaluación y de registro se definen en las normas correspondientes. Cuando éstos no estén definidos, se deben consignar los valores utilizados durante el ensayo en el informe de ensayo.

Os níveis de avaliação e de registro são definidos nas normas correspondentes. Quando estes não estiverem definidos, deve-se consignar os valores utilizados durante o ensaio no relatório de ensaio.

#### 9.3.1 Técnica de reflexión (técnica impulso-eco)

#### 9.3.1 Técnica de reflexão (técnica impulso-eco)

Si la amplitud de un eco sobrepasa el nivel de evaluación, la señal debe evaluarse con relación a

Se a amplitude de um eco ultrapassa o nível de avaliação, o sinal deve ser avaliado com relação a



los criterios de aceptación.

### 9.3.2 Técnica de transmisión

Si la amplitud de la señal transmitida es menor que el nivel de evaluación, la señal debe evaluarse con relación a los criterios de aceptación.

## 10 Caracterización de las imperfecciones

### 10.1 Técnica de reflexión (impulso-eco)

Las imperfecciones se caracterizarán, como mínimo, por:

- su localización en el objeto (coordenadas x, y y z);
- su reflectividad determinada al medir la amplitud máxima del eco mediante uno de los métodos descritos en la EN 583-2.

Se pueden igualmente determinar otras características como:

- la orientación;
- la dimensión determinada por el método con - 6 dB, u otras técnicas de desplazamiento del palpador;
- el carácter plano o no plano.

### 10.2 Técnica de transmisión

Las imperfecciones se caracterizan, como mínimo, por:

- su localización en el objeto (coordenadas x, y);
- la reducción máxima de la señal transmitida.

Se pueden igualmente determinar otras características como la extensión de la zona de las señales reducidas.

## 11 Procedimiento del ensayo

Se debe establecer un procedimiento de ensayo para todo ensayo por ultrasonidos. Además de los requisitos indicados en esta norma general, se deben incluir, en lo posible, al menos los siguientes detalles:

- objetivo y alcance,
- descripción de los productos a ensayar
- tipos de materiales;
- documentos de referencia;

aos critérios de aceitação.

### 9.3.2 Técnica de transmissão

Se a amplitude do sinal transmitido é menor que o nível de avaliação o sinal deve ser avaliado em relação aos critérios de aceitação.

## 10 Caracterização das imperfeições

### 10.1 Técnica de reflexão

As imperfeições serão caracterizadas, no mínimo, por:

- sua localização no objeto (coordenadas x, y e z);
- sua refletibilidade determinada ao medir a amplitude máxima do eco através de um dos métodos descritos na EN 583-2.

Outras características podem ser igualmente determinadas como:

- a orientação;
- a dimensão determinada pelo método com - 6 dB, ou outras técnicas de deslocamento do cabeçote;
- o carácter plano ou não plano.

### 10.2 Técnica de transmissão

As imperfeições são caracterizadas, no mínimo, por:

- sua localização no objeto (coordenadas x, y);
- a redução máxima do sinal transmitida.

Outras características podem ser igualmente determinadas como a extensão da zona dos sinais reduzidos.

## 11 Procedimento do ensaio

Deve-se estabelecer um procedimento de ensaio para todo ensaio por ultra-som. Além dos requisitos indicados nesta norma geral, devem-se incluir, na medida do possível, pelo menos os seguintes detalhes:

- objetivo e alcance,
- descrição dos produtos a ensaiar
- tipos de materiais;
- documentos de referência;



- calificación y certificación del personal de ensayo;
  - estado de la pieza a ensayar;
  - detalles dimensionales;
  - zonas a ensayar;
  - preparación de las superficies a barrer;
  - medio de acoplamiento;
  - descripción del equipo de ensayo
  - aparato, tipo, fabricante y modelo;
  - palpador, tipo, fabricante y modelo (medidas, ángulo, frecuencia y rango de espesores de utilización, rango de temperatura);
  - sistema de adquisición de datos computarizados incluyendo el programa de la computadora (software) y versión del programa, cuando sea aplicable;
  - descripción del sistema de barrido (manual o mecánico), cuando sea aplicable;
  - método y periodicidad de calibración de ajuste del equipo;
  - técnica a ser utilizada (ejemplo: método de contacto directo, técnica de pulso-eco);
  - condiciones ambientales;
  - calibrado y ajustes;
  - plan de barrido;
  - descripción y secuencia de las operaciones de examen;
  - niveles de evaluación y registro;
  - caracterización de las imperfecciones;
  - control de contaminantes;
  - sistemática de identificación y rastreabilidad de los resultados;
  - limpieza final;
  - requisitos de seguridad y medio ambiente;
  - criterios de aceptación;
  - informe del ensayo.
- qualificação e certificação do pessoal de ensaio;
  - estado da peça a ser ensaiada;
  - detalhes dimensionais;
  - zonas a serem ensaiadas;
  - preparação das superfícies para a varredura;
  - meio de acoplamento;
  - descrição do equipamento de ensaio
  - aparelho, tipo, fabricante e modelo;
  - cabeçote, tipo, fabricante e modelo (medidas, ângulo, frequência e nível de grossuras de utilização, nível de temperatura);
  - sistema de aquisição de dados computadorizados incluindo o programa do computador (software) e versão do programa, quando seja aplicável;
  - descrição do sistema de varredura (manual ou mecânico), quando seja aplicável;
  - método e periodicidade de calibração de ajuste do equipamento;
  - técnica a ser utilizada (exemplo: método de contato direto, técnica de pulso-eco);
  - condições ambientais;
  - calibragem e ajustes;
  - plano de varredura;
  - descrição e seqüência das operações de exame;
  - níveis de avaliação e registro;
  - caracterização das imperfeições;
  - controle de contaminantes;
  - sistemática de identificação e rastreabilidade dos resultados;
  - limpeza final;
  - requisitos de segurança e meio ambiente;
  - critérios de aceitação;
  - relatório do ensaio.

Uno norma de producto o una norma que describa

Uma norma de produto ou uma norma que



una técnica específica, puede servir de procedimiento de examen si es autosuficiente con respecto al ensayo. Si los documentos de referencia requieren un procedimiento de ensayo en escrito, éste debe incluir como mínimo la información anterior.

## 12 Informe de ensayo

El informe de ensayo debe contener como mínimo la siguiente información:

- a) identificación del solicitante y empresa que realiza el ensayo;
- b) identificación numérica;
- c) identificación de la pieza ensayada, tipo, grado, diámetro y espesor;
- d) número y revisión del procedimiento;
- e) identificación, incluyendo número de serie, de los aparatos, palpadores y cables utilizados;
- f) identificación del registro de calibración del aparato;
- g) sistema de adquisición de datos computarizados, incluyendo el programa de la computadora (software) y versión del programa, cuando sea aplicable;
- h) equipamiento de barrido, cuando se utilice;
- i) condición superficial;
- j) acoplante utilizado;
- k) superficie por donde fue realizado el ensayo;
- l) identificación del bloque de referencia utilizado;
- m) registro de resultados;
  - nivel de respuesta;
  - localización de la discontinuidad;
  - identificación y medidas de la discontinuidad;
  - palpador utilizado en la detección de la discontinuidad;
  - superficie de detección.
- n) normas, incluyendo edición/revisión, y/o valores de referencia para la interpretación de resultados;
- o) resultado indicando aceptación, rechazo o recomendación de ensayo complementario;
- p) fecha de ensayo;
- q) identificación, firma y nivel de la persona responsable.

descreva uma técnica específica, pode servir de procedimento de exame se for auto-suficiente com relação ao ensaio. Se os documentos de referência requerem um procedimento de ensaio por escrito, este deve incluir como mínimo a informação anterior.

## 12 Relatório de ensaio

O relatório de ensaio deve conter no mínimo a seguinte informação:

- a) identificação do solicitante e da empresa que realiza o ensaio;
- b) identificação numérica;
- c) identificação da peça ensaiada, tipo, grau, diâmetro e espessura;
- d) número e revisão do procedimento;
- e) identificação, incluindo número de série, dos aparelhos, cabeçotes e cabos utilizados;
- f) identificação do registro de calibração do aparelho;
- g) sistema de aquisição de dados computadorizados, incluindo o programa do computador (software) e versão do programa, quando seja aplicável;
- h) equipamento de varredura, quando for utilizado;
- i) condição superficial;
- j) acoplante utilizado;
- k) superfície por onde foi realizado o ensaio;
- l) identificação do bloco de referência utilizado;
- m) registro de resultados;
  - nível de resposta;
  - localização da descontinuidade;
  - identificação e medidas da descontinuidade;
  - cabeçote utilizado na detecção da descontinuidade;
  - superfície de detecção.
- n) normas, incluindo edição/revisão, e/ou valores de referência para a interpretação de resultados;
- o) resultado indicando aceitação, rejeição ou recomendação de ensaio complementar;
- p) data de ensaio;
- q) identificação, firma e nível da pessoa responsável.





---

**ICS**

**Descriptor:** ensayo no destructivo

**Palavras chave:** ensaios não destrutivos

**Número de páginas:** 17

---

---