

Universidad de **Cádiz**

Proyectos de fin de carrera de **Ingeniería Química**

Facultad: CIENCIAS

Titulación: INGENIERÍA QUÍMICA

Título: DISEÑO E IMPLANTACIÓN DE UN
PROCESO Y DEL SISTEMA DE GESTIÓN
DE CALIDAD PARA LA INSPECCIÓN
POR ULTRASONIDOS DE PIEZAS DE FIBRA
DE CARBONO

Autora: Almudena CASTILLO NIÑO

Fecha: Junio 2006





ÍNDICE DE DOCUMENTOS

- ❖ DOCUMENTO I: MEMORIA DESCRIPTIVA Y ANEXOS A LA MEMORIA
 - Memoria Descriptiva
 - Anexos a la Memoria:
 - Anexo I: Datos
 - Anexo II: Mapa de Procesos
 - Anexo III: Fichas de Procesos
 - Anexo IV: Procedimientos
 - Anexo V: Manual de Calidad
 - Anexo VI: Panel de Indicadores
 - Anexo VII: Registros
 - Anexo VIII: Herramientas de Calidad
- ❖ DOCUMENTO II: PLANO
- ❖ DOCUMENTO III: PLIEGO DE CONDICIONES
- ❖ DOCUMENTO IV: PRESUPUESTO

ÍNDICE

Capítulo 1: Objeto

1. Objeto	1
-----------------	---

Capítulo 2: Justificación

2. Justificación	2
------------------------	---

Capítulo 3: Antecedentes

3.1. Introducción	5
3.2. Materiales compuestos: la fibra de carbono	6
3.2.1. Generalidades	6
3.2.2. Proceso productivo.....	8
3.2.2.1. Material	8
3.2.2.2. Proceso	12
3.2.2.3. Instalaciones y equipos	17
3.2.2.4. Dimensiones de la producción	19

Capítulo 4: Inspección por Ultrasonidos

4.1. Introducción	22
4.2. Defectología	25
4.3. Fundamentos físicos de la Inspección por Ultrasonidos	28
4.3.1. Naturaleza y propiedades de las ondas ultrasónicas	28
4.3.2. Generación, propagación y recepción de ondas ultrasónicas.....	35

4.4. Métodos de Inspección por Ultrasonidos	42
4.4.1. Técnicas de inspección	42
4.4.1.1. Pulso-eco	42
4.4.1.2. Transmisión	43
4.4.2. Modos de acoplamiento	45
4.4.2.1. Por contacto	45
4.4.2.2. Por inmersión	46
4.5. Técnica de pulso-eco	49
4.6. Materiales y equipos	54
4.6.1. Equipo de Ultrasonidos	54
4.6.2. Palpador	59
4.6.2.1. Tipos de palpadores	60
4.6.2.2. Estructura del palpador de incidencia normal	64
4.6.2.3. Características de un palpador	65
4.6.3. Acoplante	69
4.6.4. Bloques patrón de calibración y de referencia	70
4.7. Personal	72
4.8. Proceso de inspección	77

Capítulo 5: Diseño y desarrollo del Sistema de Gestión de Calidad

5.1. Introducción	80
5.2. La Norma EN 9100	84
5.3. Fases del diseño y desarrollo del Sistema de Gestión de Calidad ..	93
5.3.1. Identificación y desarrollo de procedimientos	94
5.3.2. Enfoque a procesos	99
5.3.2.1. Identificación de procesos	99
5.3.2.2. Elaboración de Fichas de Procesos	103
5.3.2.3. Elaboración de Mapa de Procesos	105
5.3.3. Requisitos del Sistema de Gestión de Calidad	106

Capítulo 6: Implantación del Sistema de Gestión de Calidad

6.1. Auditoría Interna	107
6.2. Auditoría Externa y certificación	110

Bibliografía

Bibliografía	114
--------------------	-----

Anexos a la Memoria

Anexo I: Datos	A-I
Anexo II: Mapa de procesos	A-II
Anexo III: Fichas de procesos	A-III
Anexo IV: Procedimientos	A-IV
Anexo V: Manual de Gestión de Calidad	A-V
Anexo VI: Panel de Indicadores	A-VI
Anexo VII: Registros	A-VII
Anexo VIII: Herramientas de Calidad	A-VIII

1. OBJETO

El presente proyecto tiene un doble objetivo. En primer lugar se realizará el diseño de un proceso de inspección por ultrasonidos para su implantación en Easy Industrial Solutions (en adelante EIS), empresa dedicada a la fabricación de piezas de fibra de carbono. Actualmente se está finalizando la instalación productiva por lo que EIS no cuenta aún con un sistema propio para el control de la calidad de las piezas al final del proceso productivo. Por este motivo, se procederá a su diseño.

El segundo objetivo de este proyecto será el diseño e implantación de un Sistema de Gestión de Calidad (SGC) en base a la norma EN 9100 para el proceso de inspección previamente diseñado. El proceso de fabricación de piezas de fibra de carbono de EIS ya se encuentra certificado en base a esta norma. Sin embargo, la incorporación del nuevo proceso al final de la cadena productiva hace necesaria la elaboración de la nueva documentación referida a dicho proceso y requerida para el Sistema de Gestión de Calidad. De esta forma, EIS podrá optar a la ampliación de la certificación en base a la norma EN 9100, cuyo alcance incluya al nuevo proceso.

2. JUSTIFICACIÓN

La fuerte competencia en el mercado actual ha creado un entorno en el que tener éxito, o simplemente subsistir, se ha convertido en una labor realmente difícil para las empresas y organizaciones. El cliente dispone actualmente de mayores opciones a la hora de elegir aquel producto que satisfaga adecuadamente sus necesidades. Para dar respuestas a estas exigencias, empresas e instituciones tienen que optar por la calidad como estrategia para no desaparecer del mundo de los negocios.

Industrialmente hablando, *Calidad es un conjunto ponderado de características funcionales, cada una en su grado respectivo, que definen el comportamiento de un producto en relación con la finalidad para la que fue proyectado.*

El objeto de la industria es producir, gestionar y, en general, realizar los trabajos con la calidad adecuada, es decir, garantizando que las características y propiedades del producto final sean conformes a las especificaciones y cumplan con los requisitos del cliente.

EIS se encuentra actualmente inmersa en un mercado con grandes expectativas de expansión, dedicada a la fabricación de paneles de fibra de carbono para la industria aeronáutica. En este sentido, para lograr sobrevivir en un mercado tan exigente, se hace absolutamente necesario garantizar unos umbrales mínimos de calidad en el producto, cumpliendo así los requerimientos de certeza de seguridad y exigencias del cliente.

De aquí deriva la necesidad del diseño e implantación de un proceso de inspección propio al final de la cadena productiva para el control y verificación de la calidad final del producto.

Del mismo modo, e igualmente con la finalidad de obtener unos buenos resultados que le garanticen la supervivencia en un mercado tan competitivo, toda organización tiene la necesidad de gestionar sus actividades y recursos, adoptando para ello metodologías y herramientas que le permitan configurar su *Sistema de Gestión*.

Un Sistema de Gestión ayuda a una organización a establecer las metodologías, las responsabilidades, los recursos, las actividades, que le permitan una gestión orientada hacia la consecución de los objetivos establecidos. Con esta finalidad, muchas organizaciones utilizan modelos o normas de referencia conocidos para establecer, documentar y mantener sus Sistemas de Gestión.

Una de las referencias más utilizadas es la familia de normas ISO 9000. Esta familia se compone de una serie de normas que permiten establecer requisitos y/o directrices relativos a un Sistema de Gestión de Calidad. Una de ellas, la ISO 9001:2000, establece los requisitos necesarios, orienta hacia el cliente y busca la mejora continua de la calidad y la eficacia.

En la industria aeroespacial en concreto, aparece un documento que normaliza, en la mayor medida posible, los requisitos del Sistema de Gestión de Calidad para este sector: la norma EN 9100. Esta norma incluye los requisitos de la industria aeroespacial, aplicados e integrados con los modelos de Sistemas de Gestión de Calidad descritos en la norma anteriormente citada ISO 9001:2000.

El proceso de fabricación de piezas de fibra de carbono de EIS, realizado por la División de Materiales Compuestos, ya se encuentra certificado en base a la norma EN 9100. Sin embargo, no existe ningún tipo de certificación para el nuevo proceso de inspección que se incorporará a la División de Materiales Compuestos.

Como se ha citado anteriormente, la certificación en base a la norma EN 9100 se ha convertido en un requisito indispensable para competir en el mercado aeroespacial. Por este motivo, se generará toda la información necesaria para la elaboración del Sistema de Gestión de Calidad en base a esta norma para el proceso de inspección de las piezas, de modo que la certificación que la División de Materiales Compuestos de EIS ya posee alcance al nuevo proceso.

3. ANTECEDENTES

3.1. INTRODUCCIÓN

El importante papel que el sector aeronáutico desempeña en la economía de nuestra región es un hecho innegable. En concreto, si se hace referencia a la Bahía de Cádiz, ésta acoge a dos grandes potencias del sector: AIRBUS-ESPAÑA, en el municipio de Puerto Real, y EADS-CASA, en el municipio del Puerto de Santa María. La región se conforma así como uno de los polos fundamentales en la industria aeronáutica española.

Dentro de este mercado, el sector de los materiales compuestos está especialmente en plena expansión debido a sus importantes propiedades, en particular la ligereza y la resistencia. Por este motivo se están utilizando, cada vez en mayor porcentaje, estructuras de materiales compuestos, entre ellos, de fibra de carbono.

En este marco, surge Easy Industrial Solutions, una empresa que nace en la ciudad de Cádiz, impulsada por la existencia de un entorno en el que la industria aeronáutica presenta un auge cada vez mayor.

Además, hay que añadir el hecho de que en el sector aeronáutico existen actividades que son susceptibles de ser subcontratadas por las grandes potencias o por empresas de un menor tamaño.

Todo lo anterior da lugar a que EIS se embarque en un proyecto de fabricación de paneles de fibra de carbono para la industria aeronáutica, incorporándose así a un mercado con grandes expectativas de expansión.

3.2. MATERIALES COMPUESTOS: LA FIBRA DE CARBONO

3.2.1. Generalidades

Se conoce como *materiales compuestos* (o *composites*) a aquellos que son una combinación de dos materiales (conocidos como sustancias componentes, constituyentes o fases) que se diferencian en función, forma o composición. Las fases mantienen sus identidades, es decir, no se disuelven, reaccionan o se mezclan completamente. Una de ellas actúa como *refuerzo* (en forma de fibras o partículas dispersas) y está soportada por la otra fase, que actúa como material aglutinante (conocida como *matriz*).

La combinación de diferentes matrices (normalmente se usan polímeros) con distintos materiales o disposiciones de fibra (fibra de vidrio, de carbono, entre otras) permite conseguir materiales con propiedades mecánicas muy especiales que se adaptan a los distintos aspectos que requiere un determinado diseño.

Existe, pues, una gran cantidad de combinaciones posibles y, por lo tanto, muchos tipos de compuestos. Se pueden distinguir en función de su tipología (fibras cortas o largas, orientadas o con disposición aleatoria, una sola capa o laminados multicapa, etc.) o bien en función del tipo de sustancias componentes.

Uno de los más utilizados es el laminado multicapa constituido por una matriz de polímero reforzado con fibras largas (FRP, *fibre reinforced polymer*). Los FRP se suelen utilizar en forma de laminados, es decir, como apilamientos de láminas cada una de las cuales contiene fibras de refuerzo en direcciones bien determinadas.

Los FRP más comunes son los de matriz termoestable reforzada con fibras cerámicas largas orientadas. Las matrices suelen ser de resina epoxi o de poliéster.

En cuanto a las fibras suelen ser de vidrio, que dan lugar a los GFRP (*glass fibre reinforced polymer*), o bien de carbono, que dan lugar a los CFRP (*carbon fibre reinforced polymer*), que es el obtenido en el proceso productivo de EIS.

Las propiedades que se pueden conseguir con un polímero reforzado dependen tanto de las propiedades de sus constituyentes como de la proporción volumétrica entre ellos y de su disposición geométrica. En los laminados con fibras largas la fase de refuerzo suele estar alineada obteniéndose sólidos *anisótropos*, dado que muestran distintas propiedades en distintas direcciones.

Entre las características generales de los materiales compuestos están:

- Gran resistencia específica
- Gran rigidez específica
- No son conductores eléctricos
- Resistencia a la corrosión, buena resistencia a la fatiga y buen comportamiento frente a la rotura
- Amortiguan las vibraciones
- Se pueden diseñar y modificar sus propiedades en base a su anisotropía

Frente a estas grandes ventajas estos materiales también presentan algunos inconvenientes que se mencionan a continuación:

- Alto coste de la materia prima
- Los procesos de fabricación son tecnológicamente complejos
- Los equipos e instalaciones son de alto coste
- Son materiales con vida limitada antes de la fabricación

3.2.2. Proceso Productivo

A continuación se describen tanto el material como el proceso de fabricación empleados en EIS para la producción de paneles de fibra de carbono, que servirán como probetas para ensayos de propiedades mecánicas en la industria aeronáutica.

3.2.2.1. Material

El material utilizado para la fabricación de los paneles de fibra de carbono se puede clasificar en:

- *Material avionable*: Es aquel que va a formar parte de la estructura del producto final, es decir, es el material del cual va a estar fabricada la pieza. Es la materia prima.
- *Material no avionable*: Todo aquel material necesario para la fabricación de la pieza, pero que no va a formar parte de la estructura final de la pieza. Es un material auxiliar.

3.2.2.1.1. *Material avionable*

El material avionable con el cual se fabrican los paneles se conoce con el nombre de *material preimpregnado* (prepreg.). Un preimpregnado es un producto resultado de la combinación de una resina (matriz) y fibras de refuerzo. Este material prepreg. es comercializado en forma de rollo y debe almacenarse a bajas temperaturas (-25 °C) en una cámara frigorífica, ya que puede curar a temperatura ambiente si se

supera el tiempo de exposición permitido. La matriz usada en este caso es de tipo epoxi, estando constituido el refuerzo por fibras de carbono.

Los rollos de material prepreg. están formados por dos grupos de fibras entrelazadas perpendicularmente: trama (*weft*) y urdimbre (*warp*).

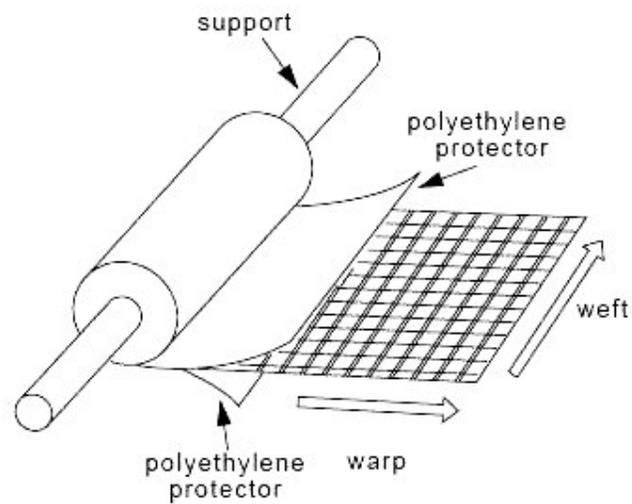


Fig. 3.1. Rollo de material prepreg.

El aspecto de la tela de material preimpregnado es el que se muestra en la figura 3.2.



Fig. 3.2. Tela de material prepreg.

3.2.2.1.2. Material no avionable

A continuación se describen brevemente cada uno de los materiales auxiliares utilizados en el proceso:

- *Film para bolsas de vacío*

Este tipo de film forma la capa exterior de la bolsa de vacío colocada sobre el apilado de telas de material preimpregnado. Uniendo el film al útil (molde) mediante masilla de cierre se forma una bolsa estanca (bolsa de vacío) alrededor de dicho apilado.

- *Masilla de cierre para bolsas de vacío*

Esta masilla consiste en una tira adhesiva muy flexible y conformable. Está diseñada para proporcionar un cierre hermético y resistente entre el film de la bolsa de vacío y la superficie del útil.

- *Film separador o de desmoldeo*

Film de muy poco espesor que puede ser colocado directamente entre el útil y el apilado de telas para facilitar el desmoldeo tras el ciclo de curado de la pieza.

- *Tejido de absorción*

Se usa para absorber el exceso de resina que se produce durante el ciclo de curado del apilado de telas.

- *Tejido peel ply*

Es un tejido perforado que se coloca sobre el apilado para permitir que el exceso de resina fluya a través de las perforaciones durante el ciclo de curado, de modo que la resina sobrante pueda ser absorbida por el tejido de absorción. Tiene la propiedad de poder separarse fácilmente del apilado al final del ciclo. Principalmente se utiliza un tejido de nylon.

- *Tejido respirador*

Este tejido permite la libre evacuación del aire alrededor del apilado de telas de material preimpregnado, lo que asegura una gran compactación durante el proceso de curado.

3.2.2.2 Proceso

Las principales etapas que se desarrollan en el proceso de fabricación de paneles de fibra de carbono en EIS son las que se enumeran a continuación:

- ❑ Corte y preparación del material preimpregnado
- ❑ Preparación de utillaje
- ❑ Lay-Up
- ❑ Fabricación de bolsas de vacío
- ❑ Proceso de Curado
- ❑ Proceso de Desmoldeo

A continuación se describen brevemente cada una de estas etapas.

3.2.2.2.1 *Corte y preparación del material preimpregnado*

El material preimpregnado de fibra de carbono y matriz epoxi debe encontrarse dentro de su periodo de vida útil. Es especialmente importante el tiempo de vida total máximo a temperatura ambiente. En cualquier caso, este valor es proporcionado por el suministrador a través de las hojas técnicas.

Para la correcta preservación de las propiedades del material preimpregnado y evitar el curado accidental a temperatura ambiente, el material debe ser almacenado a temperaturas inferiores a 0 ° C, normalmente entre -18/ -25 ° C. La temperatura de almacenamiento es proporcionada por el suministrador.

El corte de las telas de preimpregnado debe realizarse tras el correcto atemperado del material. El tiempo necesario para el atemperado del material es también proporcionado por el suministrador.

El proceso de corte de las telas se realiza mediante plantillas metálicas apropiadas, perfectamente limpias e identificadas, manteniendo en ambas superficies del tejido la película protectora de polietileno. Los tejidos, después del corte, no deben presentar contaminaciones, desgarraduras o geometría distinta de la indicada en el plano.

Una vez cortadas las telas deben ser agrupadas e identificadas en kits. En caso de que no vayan a ser utilizadas inmediatamente, se introducen en bolsas de polietileno que se identifican adecuadamente y se llevan al interior de la cámara frigorífica, con el objeto de reducir al máximo su exposición a la temperatura ambiente.

3.2.2.2 Preparación de utillaje

La preparación del utillaje para la fabricación de laminados a partir de material preimpregnado supone la aplicación de desmoldeantes sobre la superficie de dichos útiles (moldes). Los desmoldeantes son productos que impiden la adhesión de la estructura a la superficie del útil después de la operación de curado y facilita la separación del conjunto pieza-útil.

La aplicación de desmoldeantes debe realizarse de manera uniforme y homogénea, realizando una limpieza de la superficie del útil antes de su aplicación.

3.2.2.3 Lay-Up

El lay-up es un procedimiento de apilamiento de las capas de material preimpregnado. Se realiza de forma manual y debe efectuarse en la *Sala limpia* (Ver apartado 3.2.2.3.1).

Este proceso debe realizarse tras el correcto atemperado de los materiales, retirando la película separadora o papel protector de las caras del material preimpregnado, teniendo especial cuidado en no desprender fibras ni producir daños.

Para el proceso de apilamiento, las telas de material preimpregnado se colocan una encima de la otra respetando las direcciones de fibra indicadas en la documentación aplicable y minimizando la cantidad de aire atrapado bajo cada una de las capas.

Durante el proceso de apilamiento debe prestarse especial atención para no dejar incorporado a la pieza ningún trozo de película protectora u otro material extraño. Deben evitarse oclusiones de aire, así como la formación de arrugas.

Posteriormente se procede a la *compactación en frío* del apilado (en caso de que éste lleve más de tres telas) mediante la instrucción técnica correspondiente. Para la compactación se cubre el conjunto con una bolsa de vacío y se aplica el vacío a temperatura ambiente durante diez minutos. Tras la compactación se extrae el apilado de la bolsa.

3.2.2.2.4 Fabricación de bolsas de vacío

En este punto llegamos a la preparación de las bolsas de vacío, necesarias para alcanzar las condiciones adecuadas de presión para el posterior curado de la estructura dentro del autoclave.

Una vez construida la bolsa de vacío según el procedimiento aplicable, ésta debe permanecer cerrada manteniendo un vacío de 610 mm Hg.

Los materiales comúnmente utilizados para la construcción de la bolsa de vacío son los enumerados a continuación, habiendo sido ya descritos en el apartado 3.2.2.1.2:

- Film para bolsa de vacío
- Masilla de cierre para bolsa de vacío
- Tejido de absorción
- Film separador o de desmoldeo
- Tejido peel ply
- Tejido respirador

3.2.2.2.5 Curado

El curado es un proceso de aplicación de presión y temperatura con el fin de provocar una reacción química controlada en el material compuesto. Se lleva a cabo dentro del autoclave a 180° C y 7 bar. La reacción química que tiene lugar es la polimerización de la resina del material preimpregnado. Esta polimerización reporta al material sus propiedades físicas y químicas características.

Como ya se ha comentado anteriormente, la resina presente en el material prepreg. usado en EIS es una resina tipo epoxi. Las resinas epoxi son monómeros o prepolímeros que contienen el grupo epoxi u oxirano:

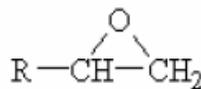


Fig.3.3. Estructura del grupo oxirano

La reacción entre la resina epoxi y un agente de curado da lugar al polímero termoestable final. En este caso la resina está formada por TGMDA y el agente de curado es una amina aromática, la DDS.

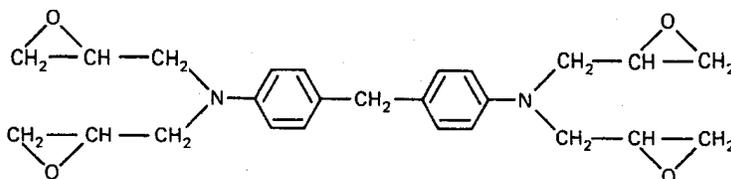


Fig. 3.4. Tetraglicidimetilenodianilina (TGMDA)

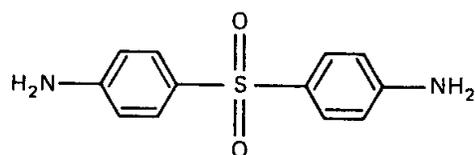
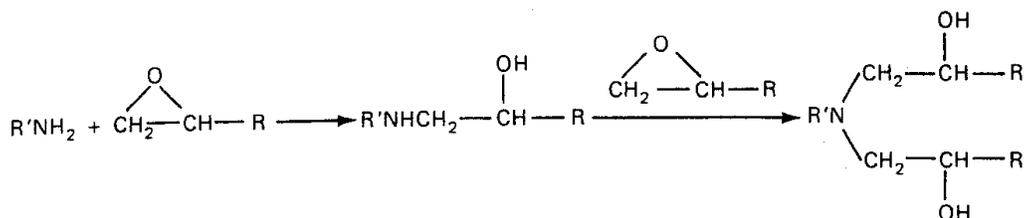


Fig. 3.5. 4,4'-Diaminodifenilsulfona (DDS)

La reacción genérica que se produce, dando lugar a la polimerización de la resina, es la siguiente:



3.2.2.2.6 Desmoldeo

El desmoldeo es la operación de separación del conjunto laminado-útil con ayuda de espátulas y otras herramientas.

Las piezas en general no deberán desmontarse del útil de curado hasta que alcancen una temperatura inferior a 60 ° C.

3.2.2.3 Instalaciones y Equipos

Para llevar a cabo sus procesos, EIS posee las instalaciones que se detallan a continuación:

➤ Área de oficinas

Es el área donde se encuentra todo el mobiliario de oficinas, donde se encuentra el personal de los distintos departamentos de la empresa ajeno al proceso de producción, y donde se encuentran las herramientas informáticas necesarias para que los técnicos TEFEC (Técnico Especialista en Fabricación de Estructuras de Fibra de Carbono) desarrollen y controlen todo el proceso productivo.

➤ Sala Limpia

Este área presenta unas condiciones de humedad y temperatura necesarias para ejecutar las etapas de corte y preparación del material preimpregnado, lay-up y fabricación de bolsas de vacío para el desarrollo de la fabricación de los paneles de fibra de carbono laminados.



Fig. 3.6. Sala Limpia

➤ Área de autoclave

Es la zona donde se encuentra el autoclave, que es el equipo en torno al cual gira todo el proceso productivo, y donde se desarrollan las etapas de curado y desmoldeo para la fabricación de las piezas de fibra de carbono.

También en esta zona se encuentra la cámara frigorífica destinada al almacenamiento de los rollos de material preimpregnado.

Dentro de esta zona hay un área designada como almacén para las piezas terminadas.



Fig. 3.7. Autoclave

3.2.2.4 Dimensiones de la Producción

Los productos resultantes del proceso de fabricación descrito anteriormente son paneles rectangulares de fibra de carbono, de distintas dimensiones, que sirven como probetas para ensayos de propiedades mecánicas en la industria aeronáutica. Son laminados sólidos, es decir, estructuras constituidas por capas de telas de material preimpregnado.

A continuación se describen los diferentes tipos de paneles, partiendo de la base de que todos ellos poseen las mismas propiedades y que todos están fabricados con el mismo tipo de material prepeg.:

PIEZA	DIMENSIONES (mm)			Nº DE TELAS
	LONGITUD	ANCHURA	ESPESOR	
PANEL 1	750	400	2,80	10
PANEL 2	800	675	2,80	10
PANEL 3	500	350	4,48	16
PANEL 4	675	450	7,00	25
PANEL 5	550	300	7,00	25
PANEL 6	710	550	0,84	3
PANEL 7	700	450	0,84	3
PANEL 8	675	325	2,80	10
PANEL 9	650	500	7,00	25
PANEL 10	475	400	2,80	10

Tabla 3.1. Tipos de paneles

La producción definida en el contrato de fabricación de paneles de fibra de carbono para ensayo aeronáutico es de 360 paneles anuales. Esta producción se desarrolla a razón de 30 paneles al mes. En la tabla 3.2 se indica el régimen de fabricación de los distintos paneles en el presente año 2006.

MES	TIPO DE PANEL	UNIDADES
ENERO	PANEL 1	30
FEBRERO	PANEL 1	30
MARZO	PANEL 2	30
ABRIL	PANEL 2	30
MAYO	PANEL 3	30
JUNIO	PANEL 4	30
JULIO	PANEL 5	30
AGOSTO	PANEL 6	30
SEPTIEMBRE	PANEL 7	30
OCTUBRE	PANEL 8	30
NOVIEMBRE	PANEL 9	30
DICIEMBRE	PANEL 10	30

Tabla 3.2. Régimen de fabricación en 2006

4. INSPECCIÓN POR ULTRASONIDOS

4.1 INTRODUCCIÓN

Las pruebas e inspecciones que normalmente se practican a los materiales se pueden dividir de diferentes formas. Una de las clasificaciones más usadas es la siguiente:

- Ensayos Destructivos (ED)
- Ensayos No Destructivos (END)

El objetivo principal de los ED es determinar cuantitativamente el valor de ciertas propiedades de los materiales, como la resistencia mecánica, la tenacidad o la dureza. La ejecución de los ED involucra el daño del material, la destrucción de la probeta o pieza empleada en la determinación correspondiente, por lo que podemos concluir que los ED son la aplicación de métodos físicos directos que alteran de forma permanente las propiedades físicas, químicas, mecánicas o dimensionales de un material, parte o componente sujeto a inspección.

Este tipo de pruebas siempre ha sido necesario para comprobar si las características de un material cumplen con lo especificado durante el diseño. Debe observarse que estas pruebas no se pueden aplicar a todas las partes o componentes, ya que serían destruidos y perderían su utilidad.

Sin embargo, la optimización de los productos o los requisitos de seguridad, como en el caso de la industria aeroespacial, impusieron también nuevas condiciones de inspección, en las cuales se estableció la necesidad de verificar hasta en un 100% los componentes críticos. Este hecho planteó una severa dificultad a los departamentos de

calidad, hasta que iniciaron el empleo de otras técnicas de inspección, diferentes a la visual, con las cuales se medía la integridad de los componentes sin destruirlos. Esto fue posible al medir alguna otra propiedad física del material que estuviera relacionada con las características críticas del componente sujeto a inspección. Es decir, se inició la aplicación de los END.

Los END son la aplicación de métodos físicos indirectos (la transmisión del sonido, por ejemplo) que tienen la finalidad de verificar las piezas examinadas. No obstante, cuando se aplica este tipo de pruebas no se busca determinar las propiedades físicas inherentes de las piezas, sino verificar su homogeneidad y continuidad. Por lo tanto, estas pruebas no sustituyen a los ensayos destructivos, sino que más bien los complementan.

Los END, como su nombre indica, no alteran de forma permanente las propiedades físicas, químicas, mecánicas o dimensionales de un material. Por ello no inutilizan las piezas que son sometidas a los ensayos y tampoco afectan de forma permanente las propiedades de los materiales que las componen, no perjudicando así su posterior uso.

Los principales tipos de END son los siguientes:

- Ensayo visual
- Ensayo con líquidos penetrantes
- Ensayo con partículas magnéticas
- **Ensayo por ultrasonidos**
- Ensayo por radiología industrial

A partir de este punto nos centraremos en un determinado tipo de END, la *Inspección por Ultrasonidos*, método de aplicación en el presente proyecto.

El método de *inspección por ultrasonidos* se basa en introducir en los materiales ondas ultrasónicas, las cuales se propagan a través de éstos y se reflejan, difractan y atenúan, haciendo posible la detección de heterogeneidades.

Si se compara el ensayo por ultrasonidos con otros END, sus principales ventajas son:

- a) *Alto poder de penetración*: Se considera un ensayo que aporta información de todo el volumen de la muestra, con capacidad de ensayar grandes espesores.
- b) *Alta sensibilidad*: Permite detectar defectos muy pequeños.
- c) La *posición de los defectos* internos se determina con precisión. La estimación del tamaño, orientación y forma de la heterogeneidad resulta igualmente posible.
- d) El *resultado* de la inspección es instantáneo (tiempo real) ya que todo el proceso de generación y recepción de la señal se controla electrónicamente.
- e) *Sin riesgos* para el operador o para las personas que puedan estar cerca de la zona de ensayo.

Entre las desventajas del ensayo por ultrasonidos cabe destacar:

- a) Los ensayos manuales requieren *personal altamente cualificado* debido a la gran cantidad de decisiones críticas que tiene que tomar el operador.
- b) Las *muestras irregulares o rugosas* son difíciles de inspeccionar.
- c) La calibración del sistema de ensayo y la determinación de ciertas características de los defectos requiere el uso de *muestras patrón o de referencia*.
- d) Es necesario el uso de un *medio de acoplamiento* entre el palpador y la muestra a inspeccionar.

4.2 DEFECTOLOGÍA

Los diferentes objetivos que se pretenden conseguir cuando se realiza un ensayo por ultrasonidos en una estructura o componente se pueden clasificar en tres grupos:

- *Defectología*: incluye los ensayos orientados a la detección, identificación y evaluación de discontinuidades, heterogeneidades, impurezas, etc., producidas en la fabricación o en servicio.
- *Metrología*: abarca las técnicas relacionadas con la medida de espesores en tuberías, recipientes, etc., muy extendidas en aplicaciones de control de la corrosión.
- *Caracterización*: estos ensayos permiten extraer conclusiones acerca de la naturaleza o estado del material por medio de la medida de parámetros como la velocidad acústica o la atenuación.

En el caso del presente proyecto, el objetivo de aplicar la inspección por ultrasonidos a las piezas de fibra de carbono tras su fabricación es esencialmente detectar, identificar y evaluar posibles defectos resultantes del proceso de producción. Se considera defecto a toda aquella discontinuidad o imperfección que pueda afectar al comportamiento satisfactorio de la pieza durante su puesta en servicio.

Los defectos característicos que se pueden localizar en componentes de fibra de carbono vienen determinados por su estructura laminar y por el proceso de fabricación. A continuación se describen los más comunes.

- *Delaminación*: Es el defecto más típico. Se puede considerar como una falta de unión entre dos capas sucesivas. Puede ser debida a impactos durante el manejo del apilado.

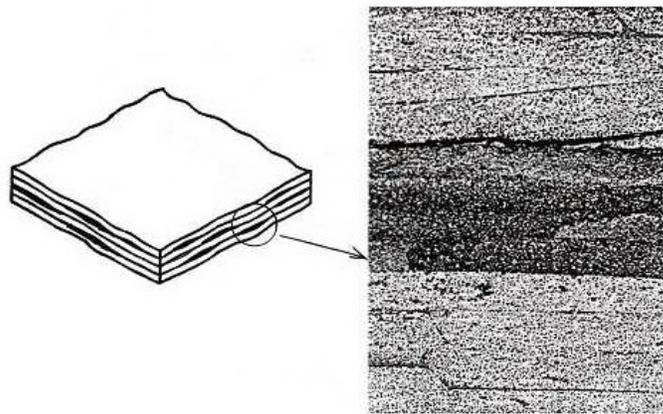


Fig. 4.1. Delaminación

- *Porosidad en capa*: Es una acumulación de pequeñas discontinuidades, muy próximas entre sí, cuyo origen suele estar asociado al movimiento relativo de las dos capas consecutivas cuando, ya iniciado el proceso de curado, no queda suficiente resina para rellenar los espacios entre ellas.
- *Porosidad generalizada*: Afecta a toda la pieza y es consecuencia de una presión escasa durante el proceso de curado.

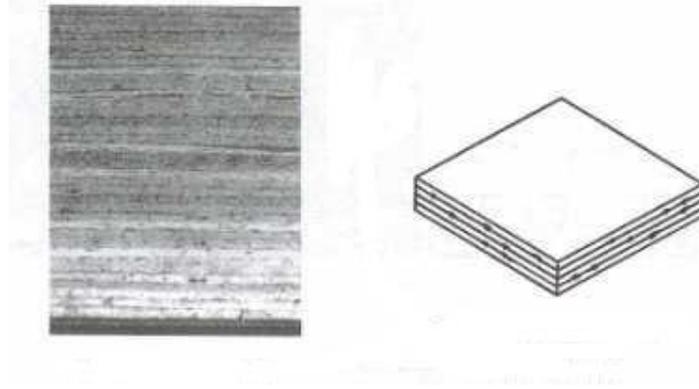


Fig. 4.2. Porosidad

- *Objeto extraño:* Con esta denominación se agrupa una serie de defectos caracterizados por la presencia interlaminar de una inclusión que, en general, procede de alguna de las láminas plásticas con que vienen protegidos los tejidos.

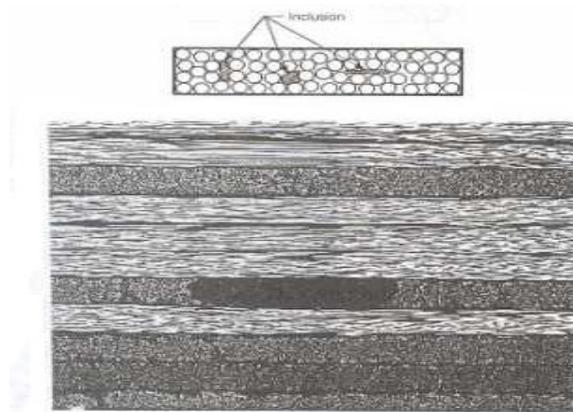


Fig. 4.3. Inclusión

4.3 FUNDAMENTOS FÍSICOS DE LA INSPECCIÓN POR ULTRASONIDOS

Para llegar a comprender el mecanismo de funcionamiento de la inspección por ultrasonidos, a continuación se hace una breve descripción de sus fundamentos físicos.

4.3.1 Naturaleza y propiedades de las ondas ultrasónicas

4.3.1.1 Generalidades

El sonido se transmite por medio de ondas a través de un medio elástico. En un espacio vacío el sonido no es posible, ya que no existen partículas de materia que puedan vibrar. En el aire, por ejemplo, una onda sonora desplaza un volumen discreto de aire hacia delante y hacia detrás alrededor de su posición neutra. Estos movimientos mecánicos en la materia, repetidos de forma periódica y durante un cierto tiempo, se caracterizan según el número de oscilaciones de una partícula dada de dicho material por segundo, es decir, su frecuencia (en ciclos/ segundo o Herzios).

Pero no todas las ondas pueden ser apreciadas por el oído humano. Cuando la frecuencia es superior a 20 KHz las ondas se denominan ultrasónicas y no son audibles por las personas.

Así pues, los ultrasonidos son ondas de la misma naturaleza que las ondas sónicas, transmitiéndose por tanto a la misma velocidad en el mismo medio, pero que tienen una frecuencia mayor, por lo que resultan no audibles. La banda de frecuencias utilizada en control de calidad de materiales se extiende entre 0,2 y 25 MHz, aunque la mayoría de los ensayos se hacen entre 2 y 5 MHz.

Si un cuerpo elástico, cuyas partículas individuales se mantienen en su posición mediante fuerzas elásticas, se somete a esfuerzos de compresión o de tracción por debajo de su límite elástico, se comportará como un péndulo. Si se excitan colectivamente todas las partículas de un extremo de dicho cuerpo con una fuerza sinusoidal, de manera que todas las partículas del primer plano oscilen con la misma amplitud (longitud de oscilación) y frecuencia (número de oscilaciones por segundo), las fuerzas elásticas transmitirán las oscilaciones a las partículas del segundo plano. Éstas, a su vez, transmitirán el movimiento oscilatorio al tercer plano y así sucesivamente, de modo que se genera un movimiento de onda.

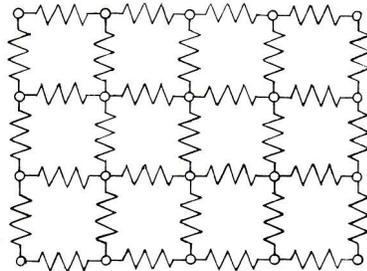


Fig. 4.4. Modelo de un cuerpo elástico

Cada partícula oscila sólo alrededor de su posición neutra en una cierta cantidad. Es decir, meramente la condición de oscilación se propaga a lo largo de la dirección de propagación de la onda. Sólo la energía, y no el cuerpo que vibra, se transporta.

Si todos los puntos estuvieran conectados rígidamente, iniciarían su movimiento al mismo tiempo y permanecerían siempre en un estado de movimiento coincidente. En el caso del material elástico, el movimiento requiere un cierto tiempo para ser transmitido y los planos sucesivos alcanzan sus posiciones con un retardo de fase en relación con los anteriores. El cambio de fase va creando zonas donde las partículas se aproximan entre sí, de forma particularmente densa, alternándose con zonas menos densas.

4.3.1.2 Parámetros físicos de las ondas

Definiremos algunos parámetros de las ondas:

- *Frecuencia (f)*: número de oscilaciones de una partícula dada por segundo. Dentro de una misma onda, es la misma para todas las partículas. Se mide en c/s o Hz.
- *Longitud de onda (λ)*: es la distancia entre dos planos en los que las partículas se encuentran en el mismo estado de movimiento. Se mide en m.
- *Velocidad acústica (c)*: es la velocidad de propagación de la onda para una condición dada. Esta velocidad es una característica del material y, en general, es constante para un material dado, para cualquier frecuencia y cualquier longitud de onda. Se mide en m/s.

Las tres magnitudes antes mencionadas se relacionan entre sí mediante la expresión:

$$f = \frac{c}{\lambda}$$

Dado que la velocidad acústica es una constante característica del medio de transmisión, la frecuencia y la longitud de onda se comportan de manera inversa.

- *Amplitud de oscilación (A)*: es el desplazamiento máximo de una partícula de su posición cero. Se mide en m.
- *Presión acústica (P)*: indica la densidad de partículas. En los puntos de gran densidad de partículas la presión es mayor que la presión normal (sin onda acústica), mientras que en las zonas dilatadas es menor. La desviación máxima en relación con la presión normal se denomina amplitud de la presión acústica (P). Se mide en N/m².
- *Impedancia acústica (Z)*: resistencia que el material opone a la vibración. Si un medio posee una impedancia baja, sus elementos de masa vibrarán a gran velocidad. La impedancia se mide en Kg/ m²s y viene dada por:

$$Z = \rho \cdot c$$

Donde ρ es la densidad del material medida en Kg/m³ y c la velocidad acústica definida anteriormente. Esto indica que Z es una constante del material. La impedancia en los cuerpos sólidos es en general mayor que en los líquidos y, en éstos, mayor que en los gases. En el anexo I de esta memoria se incluyen varias tablas con las impedancias de diversos materiales sólidos, de líquidos y del aire.

- *Intensidad acústica (I)*: es la cantidad de energía transmitida por unidad de superficie y de tiempo. Se mide en W/ m². Su relación con la presión acústica viene dada por:

$$I = \frac{1}{2} \cdot \frac{P^2}{Z}$$

4.3.1.3 Tipos de ondas

Las ondas ultrasónicas que se propagan a través de un cuerpo elástico pueden ser de los siguientes tipos:

□ *Ondas longitudinales o de compresión*

En este tipo de ondas, las partículas oscilan en dirección paralela a la de propagación de la onda. Todas las moléculas que están situadas a la misma distancia del extremo al que se le ha aplicado la vibración se moverán al unísono, alejándose y acercándose al mismo. Sin embargo, la compresión y la expansión de cada fila se irá alejando de dicho extremo. De este modo, se generan zonas con una distancia entre partículas más pequeña y zonas con una distancia mayor.

La distancia entre dos estados similares de compresión o de expansión es la longitud de onda (λ).

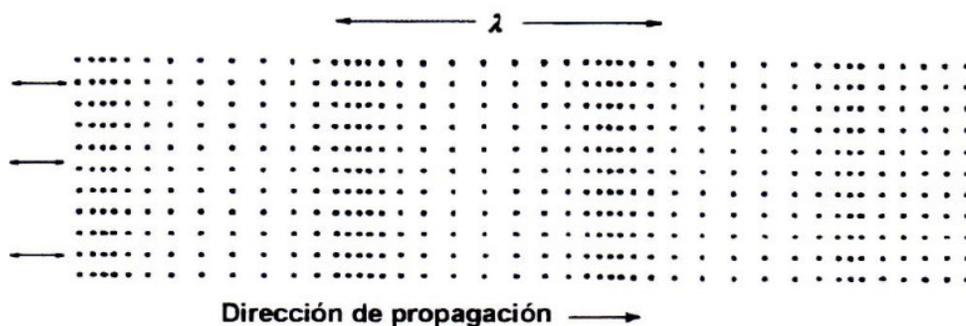


Fig. 4.5. Onda longitudinal

La velocidad con que se mueven las compresiones y dilataciones en la dirección de la propagación de la onda longitudinal es la velocidad del sonido (C_L) que, como ya se definió en el apartado 4.3.1.2, es una constante característica del material.

□ *Ondas transversales o de corte*

En este caso las moléculas vibran transversalmente a la dirección de propagación de la onda. Aunque la onda se transmite longitudinalmente alejándose del extremo sometido a vibración, las moléculas vibran transversalmente. La longitud de onda también queda determinada por la distancia entre dos planos en los que las partículas están en similar estado.

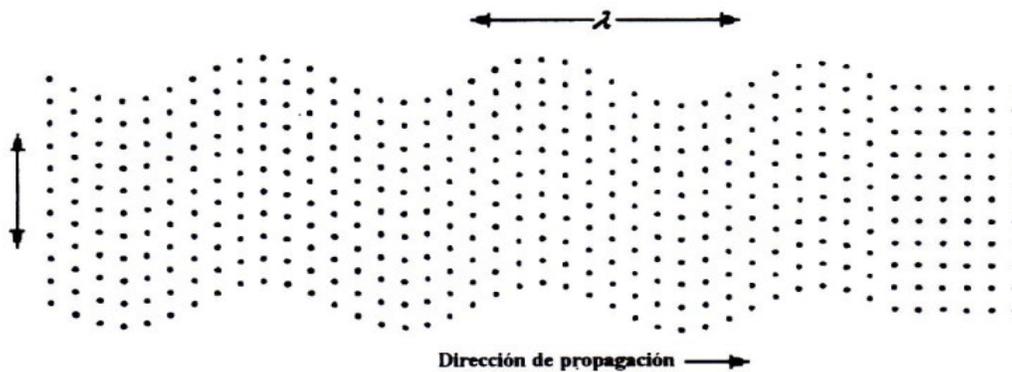


Fig. 4.6. Onda transversal

Este tipo de onda sólo puede propagarse en la materia sólida. Esto es debido a que en la materia sólida la densidad es muy alta comparada con los líquidos y los gases, es decir, la distancia entre los átomos o moléculas es muy pequeña. Además, están dispuestos en una estructura reticular cristalina y las fuerzas elásticas entre ellos son especialmente fuertes.

Si comparamos los dos tipos de ondas explicados anteriormente, la transmisión de energía de las ondas transversales es inferior a la de las ondas longitudinales debido a la oscilación transversal de los átomos. Igualmente, la velocidad de propagación de las ondas transversales (C_T) es inferior a la de las ondas longitudinales (C_L).

□ *Ondas de superficie*

Las ondas de superficie o de *Rayleigh* son ondas transversales que se producen solamente en la superficie del cuerpo elástico. Son paralelas a dicha superficie. Tienen una cierta profundidad de penetración, que está en el orden de una longitud de onda. La velocidad de las ondas superficiales, C_S , es menor que la velocidad de las ondas transversales en el mismo medio ($C_S \approx 0,9 \cdot C_T$).

En planchas finas una onda de superficie no se puede propagar si el espesor de la plancha es menor que la longitud de onda. En el caso de chapas muy finas las ondas superficiales se transforman en un tipo especial de ondas llamadas *ondas de chapa* u *ondas de Lamb*.

4.3.2. Generación, propagación y recepción de ondas ultrasónicas

Como ya se comentó al comienzo del capítulo 4, el método de inspección por ultrasonidos se basa en la introducción en los materiales de ondas elásticas de alta frecuencia, las cuales se propagan a través de éstos y sufren distintos fenómenos tales como reflexión, refracción o atenuación. A continuación se verán los mecanismos para generar y captar estas ondas, así como el modo en el que se propagan a través del material.

4.3.2.1 Efecto Piezoeléctrico

Las ondas ultrasónicas se generan debido al *efecto piezoeléctrico*. Este fenómeno consiste en que existen materiales que al deformarse mediante la aplicación de una fuerza exterior producen cargas eléctricas en su superficie. Inversamente, ese material cambia de forma si se le aplica un potencial eléctrico entre sus caras.

Se denomina *palpador* a la pequeña pieza que sirve para la aplicación de los ultrasonidos al material a investigar. Para ello se usa el fenómeno de la piezoelectricidad. Estos palpadores contienen cristales piezoeléctricos que se encuentran íntimamente ligados a electrodos, mediante los cuales reciben descargas de corriente alterna que les deforman, produciendo vibraciones ultrasónicas. Es el llamado *efecto piezoeléctrico inverso*. Es decir, cuando se aplica a los electrodos un potencial eléctrico, el cristal vibra, generando pulsaciones ultrasónicas. Estas ondas son transmitidas a la pieza a investigar a través de un *medio acoplante*. El palpador y el medio acoplante son descritos más ampliamente en el apartado 4.6.

De igual forma, cuando los electrodos están desactivados y el cristal en reposo, puede recibir las ondas transmitidas a través del material. El impulso acústico que llega

al cristal produce deformaciones que inducen una tensión eléctrica en las caras del material piezoeléctrico. Esta tensión tiene carácter alterno, igual que la deformación mecánica, y su amplitud es proporcional a la energía de la onda incidente. Es el *efecto piezoeléctrico directo*.

De esta forma, el palpador puede servir como excitador de ondas ultrasónicas o como receptor de las mismas.

Los materiales piezoeléctricos que más se utilizan para la construcción de palpadores son: Cuarzo, Sulfato de Litio, Titanato de Bario y Metaniobato de Plomo.

4.3.2.2 Propagación

En principio, las ondas ultrasónicas pueden propagarse a través de cualquier medio material, es decir, donde haya átomos o moléculas capaces de vibrar. Por el contrario, no podrán propagarse en el vacío.

Las ondas transmitidas a través de una material sometido a ensayo, se propagan en línea recta, sufren una *atenuación* con la distancia recorrida y se reflejan y transmiten al llegar al extremo del material.

La *atenuación* es la pérdida de energía del haz acústico a su paso por el material. Es debida a dos fenómenos: *Dispersión* y *Absorción*.

- *Dispersión*

Es consecuencia de la interacción de las ondas con las irregularidades propias del material, que nunca es estrictamente homogéneo: pequeños poros, inclusiones, segregaciones, fases diferentes, etc. Ocurre especialmente en los límites de grano, sobre todo cuando éstos están orientados al azar.

La dispersión aumenta cuando aumenta el tamaño del grano (en relación a la longitud de onda). En tamaños que van desde 1/10 hasta el valor total de la longitud de onda, la dispersión es tan grande que el ensayo puede resultar imposible de realizar. En tales casos se debería seleccionar una frecuencia más baja.

- *Absorción*

Es la pérdida de energía acústica por transformación directa en calor como consecuencia del rozamiento al vibrar las partículas del material. En general, la absorción se puede visualizar como un efecto de freno de las oscilaciones de las partículas. La absorción aumenta cuando aumenta la frecuencia. Sin embargo, su efecto es despreciable a las frecuencias normales de ensayo de materiales (1 a 10 MHz).

La atenuación es una de las dificultades principales encontradas en el ensayo por ultrasonidos. En algunos materiales esta atenuación es tan fuerte que resultan no aptos para este tipo de inspección.

Ya ha sido descrito el mecanismo de propagación de las ondas por el interior del material. A continuación se explicará qué ocurre cuando estas ondas ultrasónicas llegan a la superficie límite de separación entre dos medios diferentes.

Se pueden diferenciar dos casos: que la incidencia sea *perpendicular* o que sea *oblicua*.

□ INCIDENCIA PERPENDICULAR

En el caso en que un haz ultrasónico (I), ya sea longitudinal o transversal, incida perpendicularmente sobre una superficie límite plana que separa dos medios diferentes, parte de la energía incidente se *refleja* (R) y vuelve en la misma dirección, y otra parte se *transmite* (T) al otro medio manteniendo su dirección y su sentido.

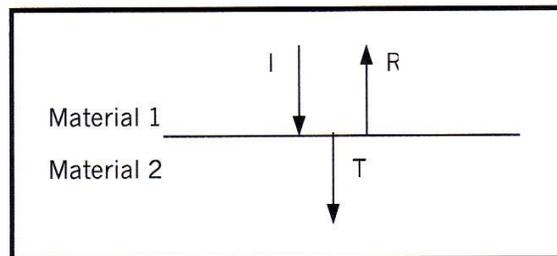


Fig. 4.7. Incidencia perpendicular

Realizando los balances de energía y de presión en la interfase (Anexo I.4 de esta memoria) se obtienen las siguientes conclusiones:

- Cuando las impedancias son iguales en ambos medios, la onda atraviesa la superficie límite sin ser perturbada (no se refleja nada).
- Cuando ambas impedancias difieren mucho, como en el caso del aire y de los gases en contacto con sólidos o líquidos (ver tablas I.1, I.2 y I.3 en anexo I de esta memoria) la onda se refleja prácticamente en su totalidad.

- Dado que la velocidad acústica en los líquidos y en los gases es nula para las ondas transversales, cuando la onda incidente sea de este tipo se reflejará totalmente cuando el medio sea un sólido en contacto con un líquido o un gas.

□ INCIDENCIA ANGULAR

Si una onda acústica incide oblicuamente en una superficie que separa dos medios, se producen ondas reflejadas y transmitidas. Pero en este caso las ondas transmitidas se denominan también ondas *refractadas* ya que su dirección cambia en relación con la dirección de incidencia.

En este caso hay que añadir un nuevo fenómeno llamado *conversión de modo*, consistente en que un tipo de onda puede transformarse en otro, es decir, las ondas longitudinales en transversales y viceversa. En la figura 4.8 se aprecia el desdoblamiento que sufren, tanto la onda reflejada como la transmitida, en una onda longitudinal y en otra transversal, resultando que una sola onda incidente da origen a cuatro ondas:

1. Haz longitudinal reflejado (rL)
2. Haz longitudinal refractado (tL)
3. Haz transversal reflejado (rT)
4. Haz transversal refractado (tT)

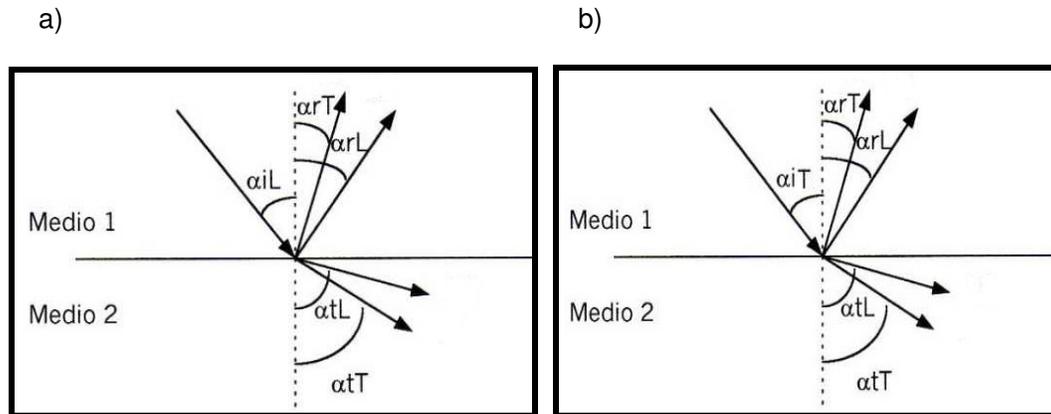


Fig. 4.8. Incidencia oblicua de onda longitudinal (a) y transversal (b)

Las direcciones de las ondas reflejadas y transmitidas vienen dadas por la *ley de Snell*:

$$\frac{\sin \alpha_1}{\sin \alpha_2} = \frac{c_1}{c_2}$$

Donde 1 y 2 son dos ondas arbitrarias, ligadas por un proceso de reflexión o de refracción, con velocidades acústicas c_1 y c_2 .

Aplicando la ley de Snell a las cuatro ondas anteriores (Ver Anexo I.5 de esta memoria) se pueden obtener las siguientes conclusiones para el caso en que una onda ultrasónica incide de forma oblicua en la superficie límite de separación entre dos medios:

- En el medio 1, si la onda incidente y la reflejada son del mismo tipo (ambas longitudinales o ambas transversales), forman el mismo ángulo con la normal.
- Dado que la velocidad de las ondas transversales es menor que la de las longitudinales, los ángulos de reflexión o de refracción de las ondas longitudinales serán mayores que los ángulos respectivos de reflexión o de refracción de las ondas transversales.
- El proceso es más simple si tiene lugar, parcial o totalmente, en líquidos o en gases, pues en ese caso no se propagan ondas transversales.
- Se puede simplificar el ensayo haciendo desaparecer la onda longitudinal refractada en el medio 2, transmitiéndose exclusivamente la onda transversal. Esto se consigue cuando el ángulo de la onda incidente es mayor que el *ángulo límite* (Ver anexo I.6 de esta memoria).

4.4. MÉTODOS DE INSPECCIÓN POR ULTRASONIDOS

Los métodos de inspección por ultrasonidos pueden clasificarse de dos formas: según la técnica utilizada o según el modo de acoplamiento.

4.4.1 Técnicas de Inspección

Las dos técnicas principales de inspección por ultrasonidos son *Transmisión* y *Pulso-eco*.

4.4.1.1 Pulso-Eco

Esta técnica se basa en el estudio de los fenómenos de reflexión que sufren las ondas ultrasónicas en las interfases de las piezas inspeccionadas y en las discontinuidades que éstas pueden presentar.

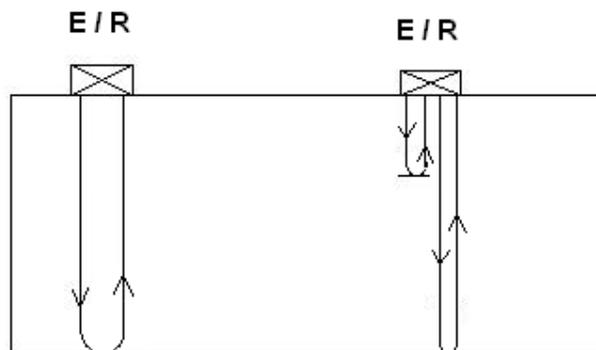


Fig. 4.9. Técnica de Pulso-Eco

El control y seguimiento de estas reflexiones a lo largo de la pieza inspeccionada, representadas en la pantalla del equipo de ultrasonidos mediante ecos, nos aporta información del estado de calidad de ésta:

- La intensidad (altura) del eco está relacionada con las características del reflector.
- El tiempo que tarda en recibirse el eco desde que se produce la emisión del impulso ultrasónico está relacionado con la posición (profundidad) del reflector que lo ha originado.

La interferencia de las ondas emitidas con las reflejadas impide la utilización de ondas continuas, por lo que se utiliza la excitación por impulsos. De esta forma resulta posible el uso de palpadores que sean a la vez emisores y receptores de la señal ultrasónica. Este hecho facilita la operación debido a que sólo se requiere acceso por un lado de la pieza a inspeccionar.

4.4.1.2 Transmisión

En este método el palpador emisor genera un haz de ondas ultrasónicas que es recibido por otro palpador receptor colocado al otro lado de la pieza.

Cuando el haz de ondas ultrasónicas es interceptado por un obstáculo, disminuye la intensidad acústica del haz ultrasónico captado por el receptor y de la apreciación de dicha reducción de señal se puede deducir la magnitud del obstáculo interceptado. Es decir, se evalúa la parte del haz que ha sido transmitida.

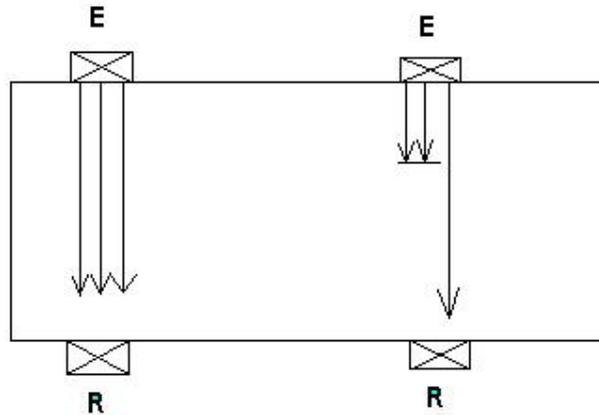


Fig. 4.10. Técnica de Transmisión

La diferencia principal con el método de pulso-eco es que en transmisión sólo se mide la amplitud de la señal captada por el receptor, y no el tiempo, por lo que no se puede saber la posición del defecto. Además, los palpadores son de excitación continua, pues el emisor y el receptor están separados, no habiendo por tanto problemas de interferencias entre las ondas.

El ensayo por transmisión se utiliza con menos frecuencia y sólo cuando el ensayo por pulso-eco no es posible. Esto ocurre, por ejemplo, cuando la atenuación del material de la muestra es muy elevada. Si se ensaya por transmisión, el recorrido a través de la muestra es sólo la mitad que si se aplica pulso-eco. Es el caso de componentes fabricados con estructuras en *panal de abeja*, muy utilizados actualmente en la industria aeroespacial.

A su limitación fundamental de dar únicamente información de amplitud, se une el hecho de que la variación de la amplitud de la señal recibida puede ser debida a factores que nada tienen que ver con el estado de la muestra, como son el riguroso enfrentamiento de los palpadores. Además, requiere el acceso por las dos superficies de la muestra, lo que es otra limitación con relación a la técnica de pulso-eco.

4.4.2 Modos de Acoplamiento

Como ya se comentó en la sección 4.3.2.1, la transmisión de las ondas ultrasónicas desde el palpador hasta la pieza a inspeccionar se realiza a través de un medio acoplante. En función de cómo se realice este acoplamiento, el ensayo por ultrasonidos se puede llevar a cabo de tres formas:

4.4.2.1 Por contacto

Es el modo de acoplamiento más utilizado en inspección manual. El operario mueve el palpador manualmente sobre la superficie de la pieza, en contacto directo con ella.

Este tipo de ensayo se realiza mediante contacto entre la superficie activa del palpador y la superficie de la pieza a través de una película de material acoplante para conseguir la transmisión acústica en la interfase. Esto es debido a que la fina capa de aire, que siempre quedaría entre el palpador y la muestra, posee una impedancia muy diferente a la del material, lo que implica un coeficiente de transmisión acústica prácticamente nulo.

Los factores que afectan a la transmisión en este tipo de ensayos son, principalmente, el medio de acoplamiento y el acabado superficial de la pieza.

El operador debe preocuparse en todo momento de que el acoplamiento palpador-muestra sea correcto. De lo contrario, se puede estar perdiendo información esencial. El uso de acoplantes constituye uno de los inconvenientes del ensayo por ultrasonidos.

El acoplante es, normalmente, alguno de los siguientes: aceites, grasas, geles acoplantes, etc. En cualquier caso, el acoplante utilizado debe ser compatible con la muestra y se debe lograr una película uniforme y un buen contacto entre el palpador y la muestra.

Otro aspecto de gran importancia es el acabado superficial de la pieza. En los ensayos por contacto directo cualquier partícula (arena, viruta, óxido) o resalte (irregularidades, rugosidad) puede perturbar el acoplamiento o el movimiento del palpador. Es, por tanto, totalmente necesario eliminar la suciedad, cascarilla suelta o salpicaduras. Así, en los casos de eliminación de suciedad se utilizan trapos secos o impregnados en disolvente. Del mismo modo, las superficies más rugosas pueden ser preparadas mediante lijado.

4.4.2.2 Por inmersión

Si el modo de acoplamiento por contacto es característico de los ensayos manuales, la inmersión lo es de los automáticos. La inmersión tiene varias ventajas:

- es más fácil de reproducir que el ensayo por contacto
- la exploración de la muestra es más rápida
- un solo palpador basta para ensayar con cualquier ángulo de incidencia

Existen dos variantes: la *inmersión total* y la *inmersión local*.

En la *inmersión total* la pieza a inspeccionar y el palpador se sumergen completamente en el líquido de acoplamiento que, casi siempre, es agua con los aditivos adecuados para que no produzca daños por corrosión.

La *inmersión local* se aplica a grandes piezas sin necesidad de recurrir a la inmersión total, que puede resultar muy costosa o inviable en ciertos casos. En este

caso, el acoplamiento ultrasónico se produce a través de un chorro o columna de agua. Esta técnica se aplica extensamente en la inspección por transmisión de materiales compuestos para aplicaciones aeronáuticas.

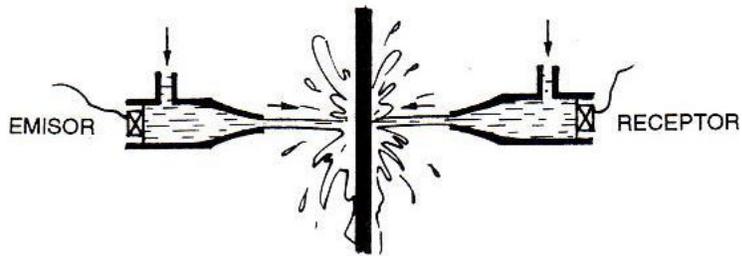


Fig. 4.11. Transmisión por chorro de agua

Una vez realizada una breve descripción de los métodos que existen para llevar a cabo la inspección por ultrasonidos nos centraremos en nuestro caso concreto.

Para la inspección de materiales compuestos la técnica más ampliamente utilizada es la *transmisión por chorro de agua*, como ya se ha comentado anteriormente. Esta técnica se aplica a estructuras de tamaño medio y grande, y/o de geometría compleja. Es la técnica más ampliamente usada para la inspección de los grandes componentes aeronáuticos como, por ejemplo, los estabilizadores horizontales. Para esta técnica se usan equipos automáticos, con dispositivos móviles que realizan el barrido a lo largo de la pieza.

En el caso de piezas de pequeñas dimensiones, suele usarse la técnica de *pulso-eco por contacto*. La inspección se realiza manualmente, pero tiene la ventaja de

que la instrumentación requerida es mucho más sencilla y menos costosa que en el caso anterior. Otra ventaja fundamental de este método es que proporciona información sobre la distancia a la que se encuentra el defecto. Por este motivo, suele aplicarse como complemento de la transmisión en la inspección de grandes piezas para determinar la posición de un determinado defecto.

Debido a que, tal como se ha comentado en secciones anteriores, EIS se dedica a la fabricación de paneles de pequeñas dimensiones y de geometría sencilla, y añadido al hecho de que la producción actual es pequeña, se procederá a utilizar la técnica de pulso-eco por contacto en el proceso de inspección. A pesar de tener el inconveniente de que incluye la componente subjetiva del ensayo manual, las ventajas, ya citadas anteriormente, son numerosas.

4.5 TÉCNICA DE PULSO-ECO

Aunque ya se hizo una breve descripción de esta técnica en la sección anterior, debido a que será el método que se empleará en el proceso de inspección en EIS, a continuación se procederá a realizar una descripción más detallada con el propósito de llegar a entender sus principios y fundamentos.

Como principio fundamental, la técnica de pulso-eco se basa en la evaluación de la indicación que produce la reflexión de un haz ultrasónico al incidir sobre una discontinuidad.

Cuando el haz de ultrasonidos que se transmite por el interior del material encuentra una superficie exterior de fondo, se refleja casi en su totalidad. Igualmente se reflejará cuando encuentre un obstáculo reflector.

El palpador actúa alternativamente como emisor-receptor y recoge los ecos de las distintas discontinuidades de la pieza, transformándolos en indicaciones en una pantalla que proporciona información sobre la distancia a la que se encuentra la discontinuidad y la cantidad de energía ultrasónica reflejada. Es decir, el control y seguimiento de estos ecos nos aporta información sobre el estado de calidad de la pieza:

- La intensidad del eco (incluso su ausencia) está relacionada con las características del reflector. Se mide en decibelios (dB's) o en tanto por ciento de la altura total de pantalla (% ATP).
- El tiempo que tarda en recibirse el eco desde que se produce la emisión del impulso ultrasónico se conoce como *tiempo de vuelo* y está relacionado con la posición (profundidad) del reflector que lo ha originado a través de la velocidad de propagación del sonido en el material:

$$p = \frac{ct}{2}$$

Donde, p = Profundidad (m)
 t = Tiempo de vuelo (s)
 c = Velocidad de propagación del sonido en el material (m/s)

El tiempo que tarda el impulso en recorrer la muestra y sus reflexiones (ecos) en la pared del fondo y en las posibles discontinuidades, se representan en la pantalla del equipo de ultrasonidos en una base de tiempos en forma de *deflexiones verticales* cuya altura es proporcional a la presión acústica del eco correspondiente.

Indicación del eco es la denominación para cada una de estas señales que se observan en la pantalla ya que, estrictamente hablando, tales señales son simplemente una representación de los auténticos ecos, es decir, de las reflexiones del impulso acústico en el interior de la muestra. Sin embargo, en la práctica, se llama simplemente *eco* a la indicación del eco, y así se hará en adelante.

Si el obstáculo es menor que la sección del haz emitido por el palpador, la porción del haz no interceptada seguirá su recorrido hasta reflejarse en la superficie opuesta. Esta reflexión llega al receptor más tarde que la procedente de la heterogeneidad por lo que su eco estará situado más a la derecha en la base de tiempos.

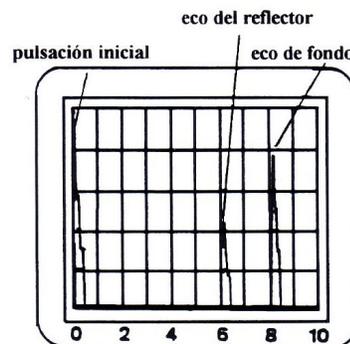


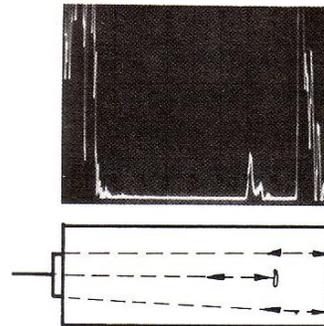
Fig. 4.12. Eco reflector y eco de fondo

Los ecos aparecen, pues, a distancias del origen de la base de tiempos proporcionales a su distancia al palpador y su altura es, como se ha dicho anteriormente, proporcional a la presión acústica reflejada por el obstáculo. La primera señal detectada en la pantalla es el denominado *eco de emisión* y tiene la forma de un pico muy pronunciado, el cual sirve de referencia para señalar el comienzo de la base de tiempos.

A continuación se reproducen los oscilogramas característicos de algunos ejemplos de ensayo de materiales por pulso-eco:

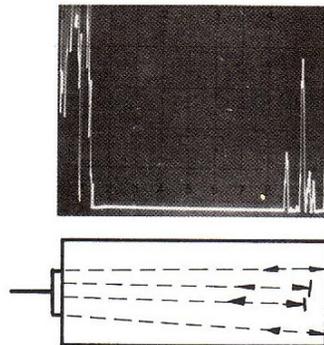
Caso 1:

Si la heterogeneidad es pequeña comparada con la sección del haz, se pueden obtener su eco y el de fondo.



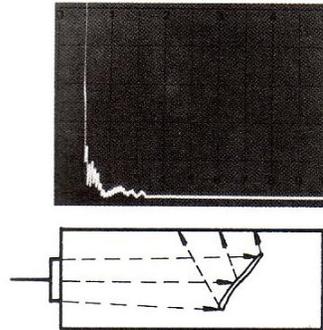
Caso 2:

Si se presentan varias heterogeneidades a diferentes distancias, se pueden obtener ecos diferentes siempre que las que están más próximas al palpador no oculten a las más alejadas.

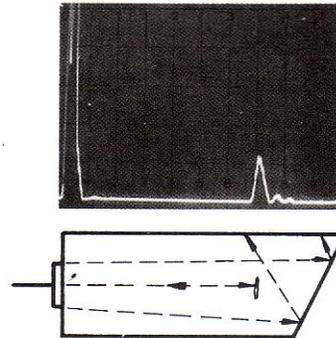


Caso 3:

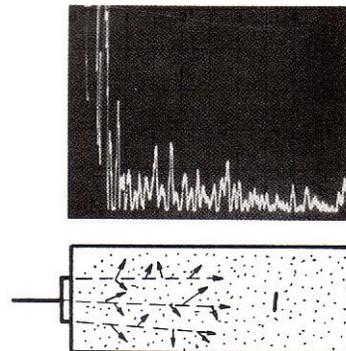
Cuando la heterogeneidad se presenta inclinada respecto al haz de ultrasonidos y además intercepta todo el haz, no se obtiene eco de fondo ni de la heterogeneidad. En este caso se puede estimar el tamaño proyectado de ésta, pero no se obtendrá información sobre su orientación o posición, a menos que se realice otra exploración en dirección perpendicular a la anterior.

Caso 4:

El eco de fondo puede desaparecer también por el efecto de la falta de paralelismo entre las caras de la muestra.

Caso 5:

La microporosidad, así como otros estados del material que producen dispersión del haz ultrasónico, da lugar a oscilogramas caracterizados por la presencia de "césped" sin ningún eco diferenciado.



La reflexión es el origen de la mayor parte de los ecos útiles en el ensayo de materiales. Tal como se explicó en la sección 4.3.2.2, la reflexión se produce cuando la onda encuentra una interfase con diferencias de impedancia acústica. A este tipo de señal se le llama *reflexión especular*.

La amplitud de un eco se expresa en voltios, que es la unidad en la que se mide la tensión generada en el receptor por el efecto piezoeléctrico. Sin embargo, esto no se utiliza en la práctica de los ensayos de materiales, donde es más útil referirse a medidas relativas. Para ello se utiliza el tanto por ciento de la altura total de pantalla (% ATP). Así, es frecuente referirse al ajuste de la sensibilidad en un ensayo con un eco de referencia del 80% ATP. Una vez establecido ese nivel de comparación, las amplitudes de otro ecos se suelen expresar en *decibelios* (dB) que es otra forma de medida relativa. El dB es un valor adimensional que se emplea para comparar magnitudes relacionadas con la intensidad. Así, dos señales de intensidades I_1 e I_2 se dice que tienen una diferencia en dB de:

$$dB = 10 \log \frac{I_2}{I_1}$$

El cálculo de la relación en dB también se puede hacer tomando los valores de altura de los ecos (Ver anexo I.7):

$$dB = 20 \log \frac{H_2}{H_1}$$

4.6 MATERIALES Y EQUIPOS

A continuación se describirán las características de los materiales y equipos a utilizar.

4.6.1 Equipo de Ultrasonidos

El equipo utilizado será de tipo pulso-eco modelo USM 35X DAC de la firma Krautkramer. Posee un rango de frecuencia entre 0,2 y 20 MHz y un rango máximo de calibración de 10 m (en acero).

En la figura 4.13 se muestra el esquema del sistema del equipo.

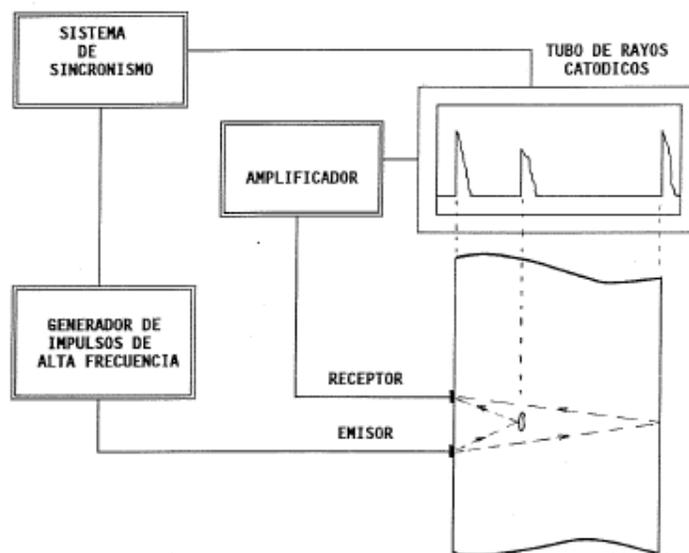


Fig. 4.13. Sistema de equipo de ultrasonidos

Básicamente, el funcionamiento del equipo es el siguiente: el impulso eléctrico procedente del generador excita al palpador emisor, lo que produce la emisión de un impulso acústico que pasa a la muestra a través del medio de acoplamiento. Al encontrar un obstáculo en su recorrido, la onda se refleja y vuelve al receptor. Éste, a su vez, genera un impulso eléctrico que, convenientemente amplificado, da lugar a la indicación del eco en la pantalla.

Los elementos fundamentales del equipo son:

- sistema de sincronismo
- generador de impulsos
- amplificador
- sistema de representación

4.6.1.1 Sistema de sincronismo

Establece el *ritmo* de funcionamiento del conjunto. Produce la señal de sincronización para la emisión de los sucesivos impulsos eléctricos por parte del generador de alta frecuencia.

Contiene también un generador de barrido que produce un voltaje, el cual actúa sobre un tubo de rayos catódicos (TRC), haciendo que la señal luminosa de la pantalla recorra ésta de izquierda a derecha en forma de pincel electrónico. Es decir, el generador de barrido dibuja la base de tiempos en el TRC, lo que permite representar los ecos.

4.6.1.2 Generador de impulsos

Esta unidad genera impulsos eléctricos con el fin de que el palpador los transforme en impulsos ultrasónicos.

Al mismo tiempo que envía el impulso eléctrico al palpador, envía al amplificador una pequeña fracción de la energía de ese impulso eléctrico. De esta forma, se produce la *señal de emisión* en la pantalla, siendo el punto de arranque de esta señal el origen de la base de tiempo, que marca el momento en el que el cristal emisor recibe el impulso eléctrico.

La señal de emisión termina a la derecha del cero de la escala, es decir, dentro del material. Esa zona, en la que no es posible detectar ecos debido a que está ocupada por la señal inicial, se llama *zona muerta*. La zona muerta es consecuencia de la duración del impulso emitido por el palpador.

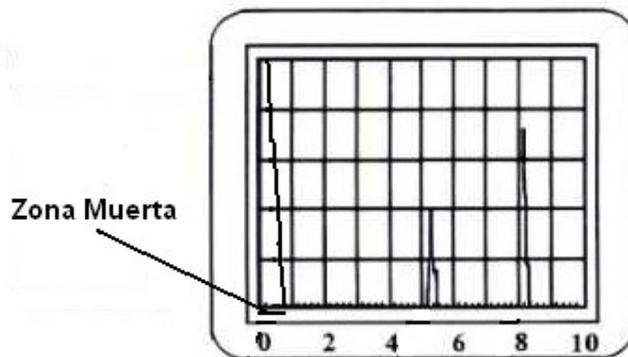


Fig. 4.14. Señal de emisión y zona muerta

4.6.1.3 Amplificador

Los impulsos acústicos llegan al receptor después de recorrer el material, generando impulsos eléctricos. El voltaje de estos impulsos eléctricos es menor que los valores requeridos para el funcionamiento del TRC, por lo que son amplificados de forma proporcional hasta los valores necesarios.

El amplificador permite variar las amplitudes de los ecos en la pantalla. Es de tipo lineal, es decir, todas las señales se multiplican por el mismo factor, que se puede variar con el *mando o control de ganancia*. El equipo dispone de dos controles de ganancia: uno para ajustes de grandes variaciones de ganancias, es decir, en pasos de 20 dB, y otro para ajustes de pasos de ganancia más pequeños, pasos de uno o dos dB.

Es importante nombrar aquí el sistema *Corrección Distancia-Amplitud (DAC)*. El equipo posee un dispositivo que permite al amplificador modificar automáticamente la ganancia en función del tiempo. Su finalidad es corregir el efecto atenuador que se produce en la señal ultrasónica debido al aumento de espesor. Así, las señales se amplifican tanto más cuanto más tardan en llegar. Por tanto, el eco de un reflector mostrará en pantalla una amplitud constante, independientemente de la distancia a la que se encuentre.

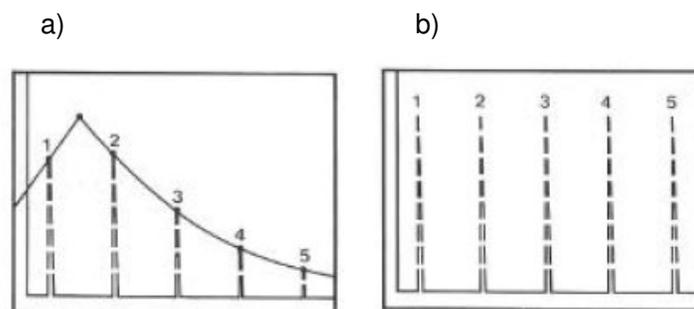


Fig. 4.15. Corrección DAC: a) alturas de los ecos producidos por reflectores del mismo tamaño situados a distinta profundidad, b) control DAC activado

4.6.1.4 Sistema de representación

El sistema de representación utilizado es un TRC con representación *A-scan*, en la que los ecos aparecen como deflexiones verticales de la base de tiempos. El eje horizontal indica tiempo (o profundidad) y el vertical indica amplitud. Cada "A-scan" es la representación completa de la señal ultrasónica en un determinado punto de la pieza, y contiene toda la información relativa a amplitud y posición de los diferentes ecos ultrasónicos en dicho punto.

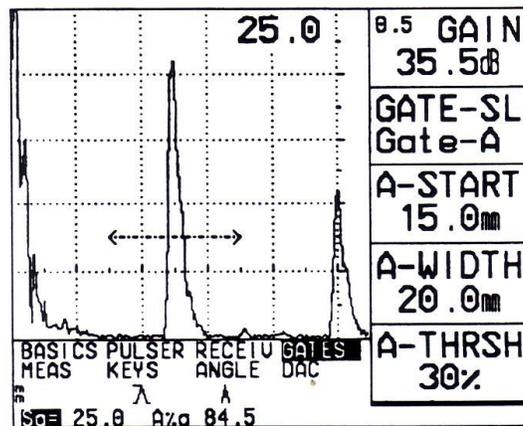


Fig. 4.16. Representación *A-scan*

La línea base de tiempos de la pantalla está dividida horizontalmente en cinco divisiones y a su vez, cada división en diez subdivisiones. El eje vertical está dividido en cinco espacios iguales a 1/5 (20%), 2/5 (40%), 3/5 (60%), 4/5 (80%) y 5/5 (100%) de la altura de la pantalla (ATP).

El equipo posee una opción de registro de datos que permite registrar y documentar lecturas de imágenes *A-scan*. También posee una interfase para la comunicación de datos con una impresora o PC.

El equipo consta de un aparato compacto en cuyo frente se sitúan la pantalla del monitor, los mandos de alimentación y de ajuste y las tomas para conexiones de alimentación y palpadores.

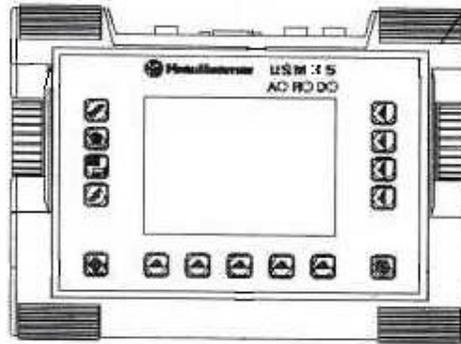


Fig. 4.17. Equipo USM 35 X DAC

4.6.2 Palpador

Como ya se comentó a modo de introducción en la sección 4.3.2.1, el palpador es la pieza que sirve para la aplicación de los ultrasonidos al material a investigar. Es un dispositivo que se construye utilizando como base un *transductor piezoeléctrico*, que es un convertidor de energía eléctrica en energía acústica o viceversa. Si la conversión de energía es en sentido eléctrico-acústico, recibe el nombre de *emisor*; si la conversión es en sentido opuesto, se le denomina *receptor*.

En el método de pulso-eco, el emisor y el receptor no precisan estar necesariamente separados, sino que el mismo transductor que emite los impulsos puede actuar como receptor mientras está en reposo entre dos impulsos consecutivos. Ésta es una característica fundamental de la excitación por impulsos.

4.6.2.1 Tipos de Palpadores

Existen principalmente tres tipos de palpadores:

- I. De contacto
- II. De inmersión
- III. Especiales

I. Palpadores de Contacto

Se aplican directamente a la superficie de la muestra, con una cierta presión, e intercalando un medio de acoplamiento. Se suelen emplear en ensayos manuales. Estos palpadores se clasifican en:

- a) *Palpador de incidencia normal*: Se caracteriza por emitir ondas longitudinales perpendiculares a la superficie de la pieza a inspeccionar. Las ondas se propagan por el interior de la pieza hasta encontrar una heterogeneidad, siendo nuevamente reflejadas hacia el cristal. Se usa para la detección de heterogeneidades paralelas a la superficie de entrada.
- b) *Palpador angular*: Se caracteriza por emitir sus haces de ondas longitudinales formando un ángulo distinto del recto con la superficie a inspeccionar. En estas circunstancias, el haz emitido sufre un cambio de modo, dando origen a un haz de ondas transversales. Este tipo de palpador se utiliza para la inspección de materiales cuyos defectos inherentes son de orientación inclinada.

- c) *Palpador bicristal*: Se caracteriza por poseer dos transductores separados eléctrica y acústicamente, de forma que uno actúa como emisor y el otro como receptor. Los dos cristales tienen una pequeña inclinación, de manera que se consigue un efecto focalizador que proporciona una máxima sensibilidad en las proximidades de la superficie a inspeccionar. Este tipo de palpador se utiliza para la medida de espesores muy pequeños.

II. Palpadores de Inmersión

Este tipo de palpadores se utilizan en el método de inspección por inmersión. Estos ensayos, bien sumergiendo la muestra en un tanque o mediante inmersión local, son particularmente indicados para inspecciones automáticas. La transmisión de los ultrasonidos entre el palpador y la muestra se efectúa a través de una columna de líquido, es decir, sin contacto directo.

El diseño de un palpador de inmersión es similar al de un palpador normal de contacto directo, diferenciándose en que los palpadores de inmersión han de ser estancos al líquido que se va a utilizar en la técnica de inmersión, incluyendo sus conexiones de cableado.

Estos palpadores están montados sobre un soporte de modo que se orientan hacia la superficie de la pieza según el ángulo de incidencia deseado.

III. Palpadores especiales

Los palpadores descritos anteriormente son los de uso más frecuente en la inspección por ultrasonidos. Pero existen otros tipos de palpadores construidos específicamente para determinadas aplicaciones. Es el caso, por ejemplo, de los palpadores para ensayar piezas de geometría compleja donde la zona de acceso no permite el empleo de palpadores convencionales. Del mismo modo hay palpadores especiales para soportar altas temperaturas o presiones.

Para el proceso de inspección en EIS el palpador a utilizar será de contacto, dado que el método que se empleará para la inspección será el de pulso-eco por contacto, siendo este tipo de palpador el usado en inspecciones manuales.

En cuanto a la dirección del haz ultrasónico, se elegirá de tal forma que los defectos esperados ofrezcan la máxima reflexión, esto es, que el haz ultrasónico encuentre a la superficie del defecto en dirección perpendicular a éste.

Debido al proceso de montaje de telas en la fabricación de los paneles de fibra de carbono, las posibles heterogeneidades que se van a encontrar en este tipo de componentes se van a situar de forma paralela a la superficie de entrada. Por este motivo, el palpador utilizado será de incidencia normal.

El inconveniente de la técnica de ensayo con palpadores de incidencia normal es que la llamada *zona muerta* (Ver 4.6.1.2) puede impedir la detección de heterogeneidades muy próximas a la superficie de apoyo del palpador o en piezas de pequeño espesor, como es el caso que nos ocupa, dado que los paneles que se fabrican en EIS tienen un espesor máximo de 7 mm.

Para solventar el inconveniente de la zona muerta, en la inspección de laminados de materiales compuestos se suelen usar palpadores de incidencia normal que llevan incorporado un *retardo*.

Este retardo es una pieza de metacrilato cuya longitud es del orden de 10 mm. La incorporación del retardo al palpador hace que la señal de emisión aparezca a la izquierda del origen de la base de tiempo, que es el que marca el comienzo de la pieza. Al comienzo de la base de tiempos aparecerá, en su lugar, el eco de interfase entre el retardo y la pieza a ensayar. Sin embargo, la amplitud de este eco es muy pequeña debido a que el metacrilato y el material compuesto de la muestra tienen impedancias acústicas muy próximas¹, por lo que sólo una pequeña porción del haz ultrasónico se reflejará. De esta forma, se elimina la zona muerta, posibilitando la inspección de piezas de pequeños espesores.



Fig. 4.18. Palpador de incidencia normal con retardo

¹ Tabla I.2 (Anexo I):
 Z (metacrilato) = $3,2 \cdot 10^6$ Kg / m² s
 Z (compuesto de fibra de carbono) = $2,8 - 3,7 \cdot 10^6$ Kg / m² s

4.6.2.2 Estructura del palpador de incidencia normal

En la figura 4.19 se representa un esquema de los principales elementos constructivos de un palpador de incidencia normal.

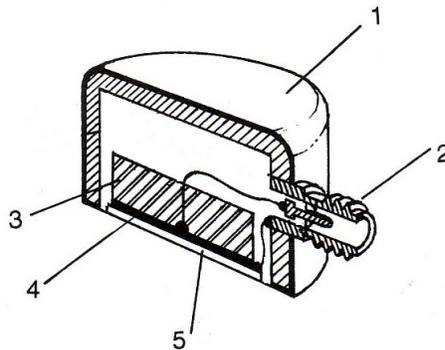


Fig. 4.19. Sección de un palpador de incidencia normal

1. *Carcasa*: Donde se aloja el cristal piezoeléctrico, el conector y el amortiguante, proporcionando la resistencia necesaria al conjunto.
2. *Conector*: Conecta el palpador al equipo de ultrasonidos
3. *Amortiguador*: Contribuye a reducir el tiempo de oscilación del cristal después del impulso eléctrico, es decir, acorta el impulso ultrasónico, mejorando así el poder de resolución. También debe absorber los componentes del impulso que son emitidos hacia atrás o reflejados en esa dirección.
4. *Cristal piezoeléctrico*: Es la parte fundamental del palpador. Su función es convertir los impulsos eléctrico en acústicos y viceversa. Los materiales más usados para los transductores ultrasónicos son: Cuarzo, Sulfato de Litio, Titanato de Bario y Metaniobato de Plomo, entre otros.

5. *Suela protectora*: Protege la cara de contacto del palpador para evitar el deterioro prematuro del cristal.

4.6.2.3 Características de un palpador

Entre las principales características de un palpador están:

- a) *Sensibilidad*: Es la capacidad del palpador para detectar discontinuidades pequeñas. El tamaño mínimo de defecto detectable viene dado por $\lambda/2$. Por tanto, cuanto menor sea la λ , mayor será la sensibilidad del palpador.
- b) *Poder de resolución*: Es la capacidad del palpador para detectar con ecos separados dos reflectores situados muy próximos entre sí. Un palpador tendrá un buen poder de resolución cuando las señales obtenidas sean angostas (estrechas).

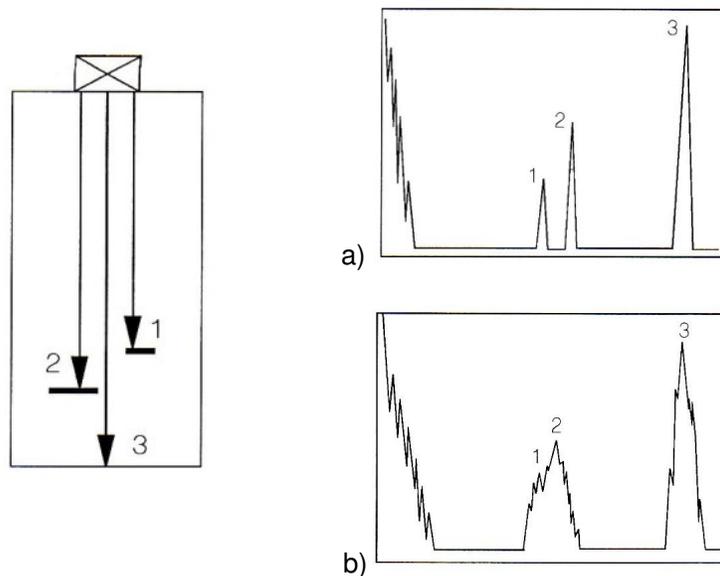


Fig. 4.20. Poder de resolución: a) Palpador de alta resolución
b) Palpador de baja resolución

Las variables a tener en cuenta a la hora de elegir el palpador son:

- a) *Tipo de cristal piezoeléctrico*: Los materiales piezoeléctricos más usados, así como algunos de sus parámetros más importantes, se muestran en la tabla 4.1.

	Cuarzo	Sulfato de Litio	Titanato de Bario	Metaniobato de Plomo
Impedancia Acústica Z (Kg/ m ² s.10 ⁶)	15,2	11,2	27	20,5
Factor de acoplamiento electromecánico K	0,1	0,38	0,45	0,4
Factor de acoplamiento para oscilación radial K _p	0,1	0	0,3	0,07

Tabla 4.1. Materiales piezoeléctricos más utilizados

- *Impedancia Acústica Z*: Como ya se definió, es la resistencia que el material opone a la vibración. Debido a que en los ensayos por contacto se requiere un acoplante líquido, con una impedancia baja, el material transductor debería tener una impedancia acústica del mismo orden para poder transmitir la máxima energía acústica posible.
- *Factor de acoplamiento electromecánico K*: Parámetro que mide la eficacia de la conversión de energía eléctrica a mecánica y viceversa.

- *Factor de acoplamiento para oscilación radial K_p* : Mide la aparición de oscilaciones radiales perturbadoras que hacen que las señales se ensanchen. Un poder de resolución satisfactorio requiere que K_p sea lo más bajo posible.

A la vista de los parámetros anteriores, es importante resaltar que no existe un material que sea ideal como material transductor. Hay que establecer compromisos y elegir el material que sea más adecuado para cada caso en concreto.

- b) *Frecuencia nominal*: Es la frecuencia de los impulsos que emite el palpador. Con la elección de frecuencias altas se obtiene mayor sensibilidad y mayor poder resolutivo. Sin embargo, al aumentar la frecuencia, disminuye la profundidad de penetración debido a que la absorción en el material aumenta. En el anexo I.8 de esta memoria se muestran los márgenes de frecuencia normalmente utilizados en el ensayo de diversos materiales.
- c) *Diámetro*: El diámetro del palpador va a influir en la longitud del campo próximo². Para la inspección de piezas de pequeño espesor o donde se espere encontrar defectos cerca de la superficie, la longitud del campo próximo debe ser lo menor posible, por lo que se utilizarán diámetros pequeños.

² *Campo próximo del palpador*: Debido a fenómenos de difracción y efectos de los bordes, se produce en la onda acústica, en su proximidad al cristal, un fenómeno de interferencias del campo ultrasónico. A esta zona se le denomina campo próximo. La evaluación de discontinuidades en esta zona podría no ser fiable debido a que las interferencias podrían falsear las señales. La longitud del campo próximo aumenta con el diámetro del palpador.

Para el proceso de inspección en EIS, el palpador utilizado será de incidencia normal, con un diámetro de piezoeléctrico de 6,35 mm (1/4 "). La frecuencia nominal será de 5 MHz. Llevará incorporado un retardo de metacrilato de 9,5 mm de longitud. Será un palpador modelo K 5 MN de la firma Krautkramer. En la figura 4.21 se muestra una imagen del palpador:



Fig. 4.21. Palpador K 5 MN

Todo palpador debe llevar un único número de serie que indique la frecuencia de trabajo, tamaño del transductor y ángulo, o un número de referencia a partir del que se pueda trazar esta información.

Asimismo, el palpador deberá ir acompañado de una hoja de características que proporcione información sobre su comportamiento. A continuación se detalla la información más relevante que debe suministrar el fabricante en dicha hoja de características:

- Nombre del fabricante
- Tipo de palpador
- Frecuencia nominal
- Peso y tamaño del palpador

- Tipo de conectores
- Material del transductor
- Forma y tamaño del transductor
- Material de la suela protectora

4.6.3 Acoplante

Es una sustancia que se utiliza para hacer posible la introducción de las ondas ultrasónicas producidas por el cristal piezoeléctrico en el interior del material a inspeccionar. Su finalidad es eliminar la delgada lámina de aire entre el palpador y el material a ensayar, en la cual sería imposible la transmisión del haz ultrasónico debido a la gran diferencia de impedancias entre el aire y el material.

Las características de un buen acoplante deben ser: humectabilidad (capaz de mojar la superficie y el palpador), viscosidad adecuada, baja atenuación (que el sonido se transmita al 100%), no tóxico, no corrosivo y que tenga una impedancia acústica adecuada.

Entre los acoplantes más utilizados están: geles, grasas y aceites de diverso grado de viscosidad. Cuanto mayor sea la rugosidad superficial de la pieza, mayor debe ser la viscosidad del acoplante. Esta sustancia debe formar una película fina, consistente y sin fluidez, y debe ser compatible con el material a examinar.

El acoplante utilizado en nuestro caso será un gel tipo ZG-F de la marca Krautkramer.

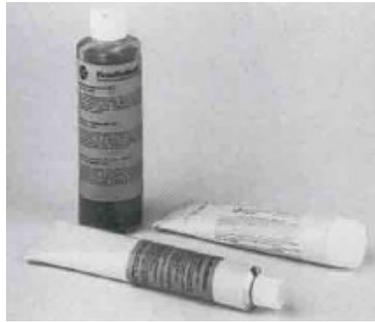


Fig. 4.22. Gel acoplante ZG-F

4.6.4 Bloques Patrón de Calibración y de Referencia

Se denominan así las piezas que se usan para comprobar el funcionamiento del equipo de ultrasonidos y del palpador, así como para efectuar la regulación del instrumento a fin de que éste se adapte a las condiciones del ensayo.

Los *bloques de calibración* son patrones normalizados que se emplean para realizar verificaciones periódicas del rendimiento del equipo de ultrasonidos. Estas verificaciones no pretenden establecer la aptitud del equipo para aplicaciones particulares, sino asegurar que éste posee unas características que le permiten realizar de forma fiable las inspecciones.

Para este propósito existen diversos bloques normalizados, pero uno de los más ampliamente usados, y el que será utilizado en el proceso de inspección de EIS, es el Bloque Patrón Nº 1 descrito en la norma UNE-EN 12223. El bloque debe ir acompañado de un certificado, emitido por el fabricante, donde se mencione que cumple con la Norma EN 12223.

Sobre dicho bloque debe aparecer marcada de forma permanente la siguiente información: EN 12223 y el número de serie del fabricante y marca comercial.

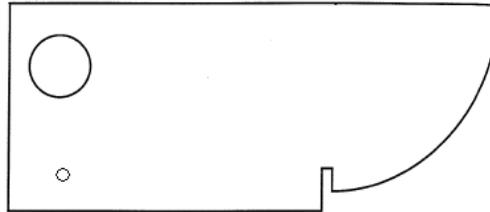


Fig. 4.23. Bloque Patrón Nº 1 según UNE EN 12223

Por otra parte, el equipo de ultrasonidos debe ser siempre ajustado previamente a la inspección y de forma periódica para demostrar que los parámetros de inspección que se establezcan garantizan una adecuada detección de los defectos del tamaño mínimo detectable requeridos por los criterios de aceptación aplicables.

Para ello es necesario el uso de *bloques de referencia* cuyo comportamiento frente a los ultrasonidos sea similar al de las piezas a inspeccionar. Estos bloques serán representativos en materiales, configuración geométrica y método de fabricación de los elementos a inspeccionar, y contendrán defectos artificiales representativos de los tamaños requeridos por el correspondiente criterio de aceptación aplicable. Las características que debe poseer el bloque de referencia representativo de los paneles fabricados en EIS están descritas en el procedimiento Fabricación de Pieza Patrón (IU-PRC-002), incluido en el anexo IV de esta memoria.

Estas probetas patrón deben pasar por un proceso de certificación. Dicho proceso consiste básicamente en verificar que el material es de similares características acústicas que el de las piezas a ensayar y realizar un control dimensional en cuanto a la posición y tamaño de los reflectores usados como referencia. Dichas probetas de referencia deben estar certificadas según la norma específica del cliente.

4.7 PERSONAL

Dentro del campo de los END se definen tres niveles básicos de certificación para los inspectores de acuerdo a la norma UNE-EN 473. Esta norma establece un sistema para la cualificación y certificación del personal encargado de efectuar ensayos no destructivos en la industria. Para la industria aeroespacial es de aplicación la norma UNE-EN 4179:2000, basada en la UNE-EN 473 pero con los requisitos específicos añadidos de este sector industrial.

La certificación cubre la competencia en uno o varios de los métodos siguientes:

- Corrientes Inducidas
- Líquidos Penetrantes
- Partículas Magnéticas
- **Ultrasonidos**
- Radiología Industrial

Las capacitaciones generales de los tres niveles de cualificación son las que se describen a continuación.

Nivel I

El personal de Nivel I debe ser capaz, con ayuda de instrucciones escritas y con la asistencia de personal de Nivel II ó III, de realizar lo siguiente:

- Ajustar y calibrar el equipo
- Efectuar ensayos individuales
- Interpretar y evaluar a efectos de aceptación o rechazo, a condición de que esto figure en el procedimiento escrito y/o en la instrucción escrita
- Informar de los resultados

Nivel II

Además de cumplir con los requisitos de Nivel I, el personal de Nivel II debe ser capaz de realizar las siguientes actividades:

- Escoger la técnica a utilizar en el método de ensayo
- Conocer en detalle el alcance, el campo de aplicación y las limitaciones del método
- Comprender las normas y las especificaciones de la Inspección por Ultrasonidos y transcribirlas en forma de instrucciones prácticas de ensayo adaptadas a las condiciones de trabajo reales.
- Interpretar y evaluar los resultados en función de las normas, códigos o especificaciones aplicables.
- Supervisar los ensayos
- Supervisar todas las tareas del personal de Nivel I

- Formar o asistir al personal
- Organizar los ensayos mediante Inspección por Ultrasonidos e informar de los resultados
- Poseer conocimientos básicos sobre la tecnología de los productos, en este caso sobre los materiales compuestos.

Nivel III

El personal reconocido como Nivel III debe ser capaz de realizar lo siguiente:

- Asumir la responsabilidad técnica de las instalaciones y del personal de Inspección por Ultrasonidos
- Validar los métodos y técnicas utilizados
- Interpretar las normas, códigos, especificaciones y procedimientos
- Tener suficiente conocimiento y experiencia práctica acerca de la tecnología de los materiales compuestos para ayudar a establecer los métodos de ensayo a utilizar, así como los criterios de aceptación y rechazo
- Tener suficiente conocimiento de otros métodos de END asociados a su área de responsabilidad y conocer la utilización adecuada de éstos
- Auditar a una organización exterior para asegurar que cumple los requisitos de los procedimientos escritos

- Formar, examinar y otorgar aprobación a todos los niveles del personal de Inspección por Ultrasonidos

En las instalaciones de EIS, el personal encargado de la inspección por ultrasonidos de las piezas y de la aplicación de los criterios de interpretación y evaluación, así como del mantenimiento y calibración del equipo de inspección, deberá estar certificado como mínimo con Nivel II en Ultrasonidos según UNE EN 4179:2000 por un organismo certificador en END¹.

El personal no certificado sólo podrá realizar labores auxiliares, tales como preparación de las piezas, limpieza, marcado, etc., siempre bajo la supervisión de personal certificado.

El personal certificado debe estar en posesión de su certificado correspondiente, que debe contener, como mínimo:

- Nombre completo de la persona certificada
- Fecha de la certificación
- Fecha del fin de la validez de la certificación
- Nivel de certificación
- Organismo certificador
- Método/s de END
- Sector/es industrial/es correspondiente/s
- Firma de la persona certificada

¹ En España tiene un amplia aceptación como organismo certificador la Asociación Española de Ensayos No Destructivos (AEND).

El personal certificado debe ser sometido a un examen anual para la verificación de la vista. Este examen deberá ser realizado anualmente por personal médico cualificado.

El periodo de validez de la certificación para Niveles I y II es de tres años, mientras que para el Nivel III es de cinco años.

La certificación dejará de ser válida cuando se produzca uno o varios de los casos siguientes:

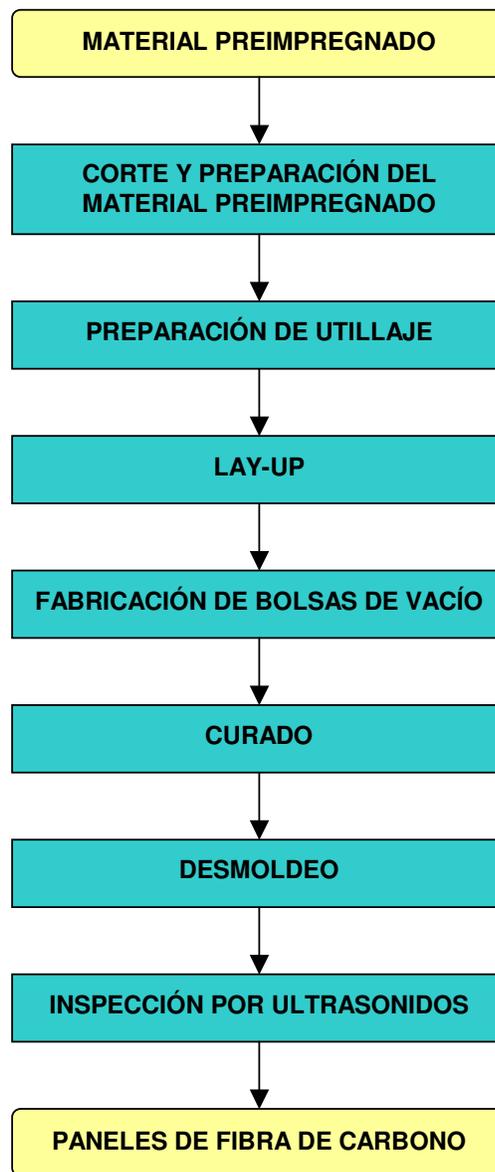
- Cuando el periodo de validez de la certificación haya caducado sin que ésta haya sido renovada o cuando la persona suspenda la prueba de renovación
- Cuando se produzca una interrupción notable² de la actividad relacionada con el método en el cual la persona obtuvo la certificación
- Cuando el individuo suspenda el examen anual

Con objeto de establecer la cualificación y requisitos del personal encargado de la Inspección por Ultrasonidos en EIS según la Norma UNE EN 4179, se ha desarrollado el procedimiento Cualificación del Personal para la Inspección por Ultrasonidos (GR-PRC-004), incluido en el anexo IV de esta memoria.

² Una interrupción notable significa una ausencia o un cambio de actividad que impide a la persona efectuar las tareas correspondientes a su nivel en el método en cuestión.

4.8. PROCESO DE INSPECCIÓN

El nuevo proceso de inspección por ultrasonidos se incorporará al final de la cadena productiva del proceso de fabricación de los paneles de fibra de carbono en EIS. A continuación puede verse un diagrama de cómo quedaría el proceso productivo completo:

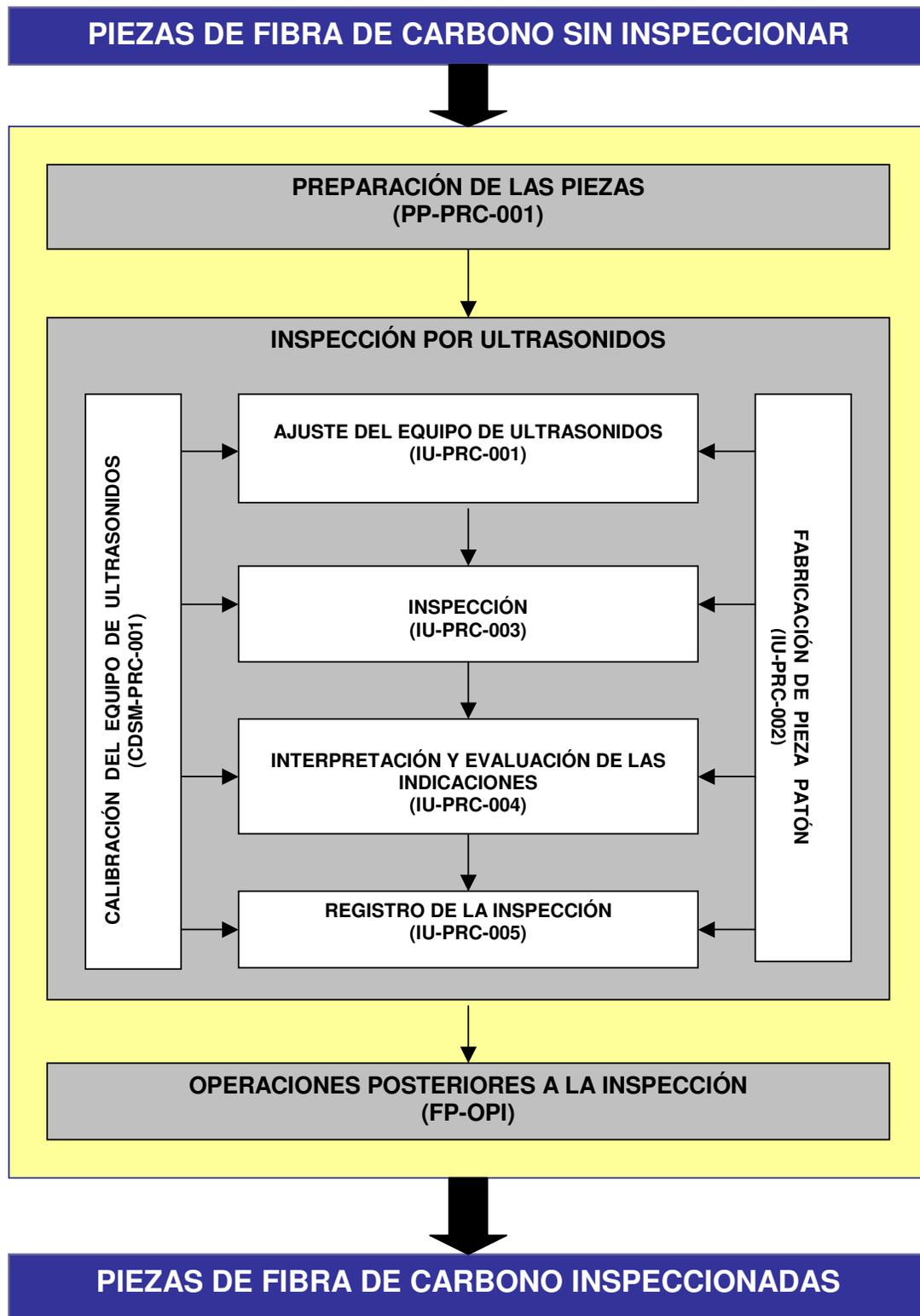


Analizando concretamente el proceso de inspección por ultrasonidos, éste constará de las siguientes etapas o fases:

- Preparación de las piezas para la inspección
- Ajuste y calibración del equipo
- Inspección
- Interpretación y evaluación de las indicaciones
- Registro de la inspección
- Operaciones posteriores a la inspección

Para cada una de estas fases del proceso de inspección se ha elaborado un procedimiento de trabajo. Dichos procedimientos se encuentran incluidos en el anexo IV de esta memoria.

A continuación se presenta un diagrama con todas las etapas y actividades del proceso de inspección por ultrasonidos, así como la codificación de sus procedimientos de trabajo correspondientes.



5. DISEÑO Y DESARROLLO DEL SISTEMA DE GESTIÓN DE CALIDAD

5.1. INTRODUCCIÓN

Realizado el diseño del proceso de Inspección por Ultrasonidos y sus correspondientes procedimientos, se procederá al diseño y desarrollo del Sistema de Gestión de Calidad (SGC).

Un SGC se define como *el conjunto de la estructura de la organización, de responsabilidades, de procedimientos, de procesos y de recursos que se establecen para llevar a cabo la gestión de la calidad.*

Mediante la gestión de la calidad podemos:

- Asegurar que los productos y servicios son conformes a los requisitos de calidad
- Controlar que se alcanza la calidad requerida
- Mejorar continuamente la calidad

Así, un SGC es una herramienta que permite conseguir, mantener y mejorar la calidad de los procesos y de los productos de una organización.

Un SGC que sea efectivo debe proporcionar:

- Los medios para permitir que las tareas se realicen de forma que se alcancen los resultados correctos.
- Los medios para identificar y resolver problemas así como para prevenir su recurrencia.
- Pruebas objetivas para demostrar la calidad de los productos y servicios, así como para demostrar que las operaciones están bajo control.
- Datos que puedan utilizarse para determinar el funcionamiento de los procesos de operación, productos y servicios, así como para mejorar el funcionamiento de la organización y la satisfacción del cliente.

A continuación se definen una serie de términos relacionados con un SGC y que aparecerán durante el transcurso del desarrollo del mismo:

- *Calidad*: Conjunto de características y propiedades de un producto o servicio que satisfacen las necesidades y expectativas de un cliente o usuario.
- *Gestión*: Conjunto de actividades destinadas a dirigir y coordinar una organización.
- *Requisito*: Necesidad o expectativa impuesta por el cliente, mejora continua o demás partes interesadas.

- *Cliente*: Organización o persona que recibe un producto o servicio.
- *Satisfacción del cliente*: Opinión del cliente sobre la medida en que el producto o servicio recibido ha satisfecho sus necesidades y expectativas.
- *Insatisfacción del cliente*: Opinión del cliente sobre la medida en que el producto o servicio recibido no ha satisfecho sus necesidades y/o expectativas.
- *Proveedor*: Organización o persona que suministra un producto o servicio.
- *Proceso*: Sistema de actividades que utilizan unos recursos para transformar entradas en salidas. Las entradas para un proceso son habitualmente salidas de otros procesos.
- *Procedimiento*: Documento que desarrolla y explica la forma específica de llevar a cabo una actividad o un proceso.
- *Especificación*: Documento que establece requisitos. Una especificación puede estar relacionada a actividades o a productos.
- *Instrucción técnica*: Documento donde se refleja con alto grado de detalle cada una de las operaciones concretas en el desarrollo de una actividad.
- *Documento de apoyo*: Documento que sin ser esencial para la correcta ejecución de una actividad en sí, se utiliza para completar, aclarar o matizar otros documentos, contribuyendo así notablemente a su mejor comprensión.
- *Registro*: Documento donde se reflejan las actividades efectuadas o los resultados obtenidos.

- *Manual de Calidad*: Documento que describe el SGC de una organización. El formato y nivel de detalle de un manual dependerá del tamaño y las necesidades de la organización.
- *Auditoría de Calidad*: Estudio que se realiza para determinar si las actividades siguen las pautas establecidas previamente en los procedimientos, si están implantadas de forma efectiva y si son adecuadas para alcanzar los objetivos.
- *Auditado*: Organización o persona que es auditada.
- *Auditor de Calidad*: Persona cualificada para realizar auditorías de calidad.
- *Equipo auditor*: Uno o más auditores que llevan a cabo una auditoría.
- *Conformidad*: Cumplimiento de un requisito.
- *No conformidad*: Incumplimiento de un requisito.
- *Acción correctiva*: Acción tomada para eliminar una causa de no conformidad.
- *Acción preventiva*: Acción tomada para eliminar una causa de una potencial no conformidad u otra potencial situación indeseable.

La acción correctiva se adopta para prevenir que vuelva a producirse una no conformidad, mientras que la acción preventiva se adopta para prevenir la ocurrencia.

5.2. LA NORMA EN 9100

La primera serie de normas y directrices internacionales para el aseguramiento y gestión de la calidad se publicó en el año 1987. Desde sus comienzos han obtenido un importante reconocimiento internacional como base para el establecimiento de sistemas de gestión de calidad y, sobre todo, para su certificación por terceras partes.

En una primera etapa de revisión de dichas normas se realizaron una serie limitada de cambios, que concluyeron en 1994 con una nueva edición de las normas. La segunda etapa del proceso de revisión fue mucho más profunda y dio lugar a la nueva edición de la serie de normas ISO 9000 del año 2000, que se aproximaban más a la práctica habitual de las organizaciones. Esta nueva familia de normas introdujo una serie de fundamentos modernos de gestión de la calidad.

Fue en este momento cuando los grandes constructores del sector aeronáutico, a través del IAQG (International Aerospace Quality Group), empezaron a trabajar en la confección de una norma que contuviera requisitos de un SGC específicos para el sector aeroespacial, basada en la norma ISO 9001:2000 , ya que esta norma contiene los requisitos que deben cumplir los SGC aplicables a cualquier organización. Apareció así la norma europea *EN 9100 de 2003*, que establece requisitos de un SGC a partir de los requisitos de la ISO 9001:2000, sumándole alguno más aplicable al sector aeronáutico por su propia forma de trabajo.

Esta norma EN 9100, al igual que la norma ISO 9001:2000, se basa en ocho fundamentos, que se conocen como los *8 Fundamentos de los Sistemas de Gestión de la Calidad*, que son:

- *Enfoque al cliente:* Las organizaciones dependen de sus clientes y por lo tanto deben comprender las necesidades actuales y futuras de los mismos, satisfacer sus requisitos y esforzarse en exceder sus expectativas.
- *Liderazgo:* Los líderes unifican la finalidad y orientación de la organización. Ellos deben crear y mantener un ambiente interno en el cual el personal pueda llegar a involucrarse totalmente en el logro de los objetivos de la organización.
- *Participación del personal:* El personal, a todos los niveles, es la esencia de una organización y su total compromiso posibilita que sus habilidades sean usadas para el beneficio de la organización.
- *Enfoque basado en procesos:* Un resultado deseado se alcanza más eficientemente cuando las actividades y los recursos relacionados se gestionan como un proceso.
- *Enfoque de sistema para la gestión:* Identificar, entender y gestionar los procesos interrelacionados como un sistema contribuye a la eficacia y eficiencia de una organización en el logro de sus objetivos.
- *Mejora continua:* La mejora continua del desempeño global de la organización debe ser un objetivo permanente de ésta.
- *Enfoque basado en hechos para la toma de decisión:* Las decisiones eficaces se basan en el análisis de los datos y de la información.
- *Relaciones mutuamente beneficiosas con el proveedor:* Una organización y sus proveedores son interdependientes, y una relación mutuamente beneficiosa aumenta la capacidad de ambos para crear valor.

A continuación se desarrollan más ampliamente cuatro de estos ocho fundamentos, que son los principales cambios en los que se centra la nueva norma con respecto a las normas anteriores. Estos cuatro principios son: enfoque basado en procesos, enfoque al cliente, mejora continua y participación del personal.

5.2.1 Enfoque basado en procesos

El enfoque basado en procesos es uno de los principios básicos que guía el establecimiento de un sistema de gestión de calidad basado en la norma ISO 9001:2000. Es uno de los principios de gestión de la calidad más desarrollado en esta norma y puede considerarse uno de los pilares sobre los que descansa el sistema de gestión de la calidad.

Un proceso es *un conjunto de actividades mutuamente relacionadas o que interactúan, las cuales usan recursos para transformar elementos de entrada en resultados.*

Los procesos son el núcleo de una organización y a través de ellos se aporta valor a los clientes. La gestión por procesos contribuye a mejorar la gestión global de la empresa. Como consecuencia directa de este hecho, los SGC de las organizaciones del sector aeronáutico han de estar enfocados a procesos. Dicho enfoque consiste en gestionar el conjunto de la organización como un conjunto de procesos interrelacionados, de tal forma que los resultados que se obtengan de dicha gestión permitan la consecución de sus objetivos.

Para que una organización del sector aeronáutico pueda abordar, de forma estructurada y eficaz, el enfoque basado en procesos propuesto en la norma EN 9100, debe seguir una secuencia de cuatro fases:

1. *Establecer la estructura de los procesos*

En esta primera fase se trata de identificar la secuencia de los procesos existentes y necesarios en la organización, y cómo se relacionan unos con otros. El resultado de esta fase es el *Mapa de Procesos* de la organización, que se define como la *representación gráfica de la estructura de procesos que conforman el sistema de gestión*.

2. *Caracterizar los procesos*

La caracterización o descripción de un proceso tiene como finalidad la determinación de los criterios y métodos para asegurar que las actividades que comprende dicho proceso se llevan a cabo de manera eficaz, al igual que el control del mismo.

Para esta caracterización se usan dos herramientas: el *Diagrama de Proceso* y la *Ficha de Proceso*. El primero representa las actividades de manera gráfica y relacionadas entre sí; la segunda, se puede considerar un soporte de información que pretende recabar todas aquellas características relevantes para el control de las actividades definidas en el diagrama, así como para la gestión del proceso.

3. *Obtener resultados*

La gestión basada en procesos facilita que la organización pueda alcanzar eficaz y eficientemente sus objetivos. Por ello, los procesos deben formar parte de un sistema que permita la obtención de resultados globales orientados a la consecución de los objetivos de la organización.

4. *Mejorar los procesos*

La mejora de los procesos se enmarca en el enfoque global de mejora continua propuesto en la norma EN 9100. La mejora de los procesos debe estar planificada, además de poder evidenciarse a través de *indicadores*. Estos indicadores son un *instrumento que permite recoger de forma adecuada y representativa la información relevante respecto a la ejecución y los resultados de uno o varios procesos, de forma que se pueda determinar la capacidad de eficacia de los mismos*.

Del mismo modo, la propia norma EN 9100 presenta una estructura basada en cuatro macroprocesos, comunes a cualquier organización del sector aeronáutico: *Estratégicos y de Planificación, Gestión de los Recursos, Realización del Producto y Medición, Análisis y Mejora*.

5.2.2. Enfoque al cliente

A medida que se ha ido evolucionando en los conceptos de los SGC, las organizaciones se han ido concienciando de la importancia que tiene conocer cuáles son los efectos que dicha gestión provoca en sus resultados económicos, siendo fundamental la posición de satisfacción o insatisfacción que los clientes tienen de la organización.

El mercado del sector aeronáutico, cada vez más global y competitivo, obliga a las organizaciones a esforzarse por ofrecer productos/ servicios de acuerdo con los requisitos de los clientes. Éstos disponen de un mayor nivel de información sobre las ventajas ofrecidas por las distintas posibilidades de suministro existentes en el mercado, lo que obliga a las empresas a competir de forma más especializada, debiendo tener un perfecto conocimiento de las necesidades y expectativas de sus clientes, para poder satisfacerlas e incluso superarlas.

La orientación al cliente exige:

1. *Identificar correctamente a los clientes*

Cliente es toda persona que decide o influye en la compra de un producto o servicio. Los clientes pueden ser: clientes o usuarios finales (utilizan directamente el producto), clientes intermedios (compran el producto para ponerlo a disposición de terceros) o prescriptores (recomiendan el producto).

2. *Escuchar sus necesidades y deseos*

Es esencial entender e identificar claramente sus necesidades y expectativas, con el fin de tener clientes satisfechos. Se deben establecer los mecanismos adecuados para conocer sus deseos y planificar la forma de satisfacerlos.

3. *Traducirlos en requisitos*

Una vez identificadas las necesidades y expectativas de los clientes, se irán incorporando como requisitos aquellas que se detecten como demandadas o más valoradas.

4. *Planificar las actividades para satisfacer esos requisitos*

Incorporados al sistema de gestión de la calidad todos los requisitos relacionados con los clientes, la organización deberá planificar las actividades y los medios adecuados para asegurar su cumplimiento.

5. *Verificar el grado de satisfacción del cliente*

De acuerdo con la orientación al cliente de la norma, la organización debe realizar el seguimiento de la información relacionada con la satisfacción del cliente, definiendo la forma más adecuada para obtener esta información, procesarla y utilizarla posteriormente. De esta forma se comprueba si se han conseguido comprender todas las necesidades y satisfacer todos los requisitos del cliente.

6. *Esforzarse por superar sus expectativas*

Se debe tener en cuenta que las necesidades y expectativas de los clientes se caracterizan por ser cambiantes en el tiempo, bien porque aumentan los niveles de exigencia de las necesidades actuales, bien porque aparecen otras nuevas. Por esta razón, la gestión de la calidad incorpora el principio de mejora continua, que a su vez descansa en la mejora de los procesos, siempre con el objetivo de tener clientes cada vez más satisfechos.

5.2.3. Mejora Continua

La norma EN 9100 presenta este enfoque hacia la mejora continua y se presenta como un objetivo permanente de las organizaciones. Esta mejora continua del SGC de la organización debe abordarse como una actividad planificada y debe constituir un objetivo permanente de ésta, cuyo despliegue llevará, sin duda, hacia la mejora de la eficacia de los procesos individuales.

La mejora continua debe basarse en un proceso cíclico y sistemático, que se retroalimente de los datos del proceso y que los incorpore en el proceso de mejora continua.

El ciclo de mejora continua que incorpora la norma EN 9100 es el ciclo *PHVA* (*Planificar-Hacer-Verificar-Actuar*) o ciclo de *Deming*.

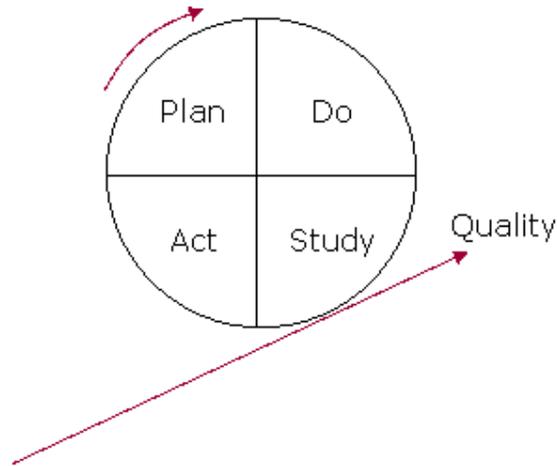


Fig. 5.1. Ciclo de Deming

- *Planificar*: Esta etapa implica establecer qué se quiere alcanzar (objetivos) y cómo se puede alcanzar (planificación de las acciones).
- *Hacer*: En esta etapa se lleva a cabo la implantación de las acciones planificadas.
- *Verificar*: En esta etapa se comprueba la implantación de las acciones y la efectividad de las mismas para alcanzar las mejoras planificadas (objetivos).
- *Actuar*: En esta etapa se realizan las acciones necesarias o se convierten las mejoras alcanzadas en una forma estandarizada de ejecutar el proceso (actualización).

5.2.4. Participación del personal

El éxito de un sistema de gestión de la calidad exige el liderazgo y el compromiso visible de la dirección de la organización, que debe adoptar un papel activo como impulsor del sistema de gestión de la calidad. Sin embargo, todo el personal forma la esencia de cualquier organización y resulta fundamental su total implicación, utilizando sus capacidades en beneficio de la organización.

La eficacia del sistema de gestión de la calidad debería mejorarse a través de la participación y el apoyo de las personas y depende, en gran medida, de la actitud positiva de todos los miembros de la empresa.

La dirección debe mostrar el liderazgo, el compromiso y la participación activa para desarrollar y mantener un sistema de gestión de la calidad eficaz que aporte beneficios a todos. La dirección juega un papel esencial al transmitir y mantener el compromiso de la calidad a todos los niveles de la organización.

Sin embargo, todas las personas de la organización deben ser conscientes del alcance, responsabilidad y autoridad de sus funciones y del impacto que pueden tener en la calidad y en la satisfacción del cliente, y deben participar activamente en el sistema de gestión de la calidad.

5.3. FASES DEL DISEÑO Y DESARROLLO DEL SISTEMA DE GESTIÓN DE CALIDAD

Las fases que se seguirán para el diseño y desarrollo del sistema de gestión de la calidad para el nuevo proceso de inspección por ultrasonidos incorporado a la División de Materiales Compuestos de EIS son las que se enumeran a continuación:

5.3.1. Identificación y desarrollo de procedimientos

5.3.1.1. Identificación de procedimientos

5.3.1.2. Desarrollo de procedimientos

5.3.2. Enfoque a procesos

5.3.2.1. Identificación de procesos

5.3.2.2. Elaboración de fichas de procesos

5.3.2.3. Elaboración del mapa de procesos

5.3.3. Requisitos del SGC

Desarrollando cada una de estas fases se elabora el SGC, que va a estar compuesto por una serie de documentos, los cuales se identifican en la pirámide de documentación reflejada en la figura 5.2.



Fig. 5.2. Pirámide de documentación de un SGC

5.3.1. Identificación y Desarrollo de Procedimientos

El objetivo de esta etapa es la documentación de todas las actividades que forman parte del proceso de Inspección por Ultrasonidos en EIS.

Existen dos formas de documentar estas actividades: mediante *procedimientos* o mediante *instrucciones técnicas*.

Un *procedimiento* es un documento que desarrolla y explica la forma específica de llevar a cabo una actividad, mientras que una *instrucción técnica* es un documento donde se refleja con alto grado de detalle cada una de las operaciones concretas en el desarrollo de una actividad.

Las actividades del proceso de Inspección por Ultrasonidos en EIS serán llevadas a cabo por personal certificado según la norma UNE-EN 4179:2000 *Cualificación del personal de ensayos no destructivos. Serie aeroespacial*. El personal deberá estar especializado en Ultrasonidos por lo que será suficiente documentar las actividades mediante procedimientos debido a que no será necesario llegar a un alto nivel de detalle, como es el caso de las instrucciones técnicas.

5.3.1.1. Identificación de Procedimientos

Tomando como base la primera parte del presente proyecto, cuyo objeto ha sido el diseño y estudio del proceso de Inspección por Ultrasonidos de piezas de fibra de carbono para EIS, se identifican todos los procedimientos pertenecientes a dicho proceso. Se relacionan en la tabla 5.1, junto con su correspondiente codificación. Estos documentos describirán las actividades que forman parte del proceso de Inspección por Ultrasonidos en EIS.

DOCUMENTO	TIPO	CODIFICACIÓN
Preparación de las piezas	Procedimiento	PP-PRC-001
Ajuste del equipo de ultrasonidos	Procedimiento	IU-PRC-001
Fabricación de pieza patrón	Procedimiento	IU-PRC-002
Inspección por ultrasonidos	Procedimiento	IU-PRC-003
Interpretación y evaluación de las indicaciones	Procedimiento	IU-PRC-004
Registro de la inspección	Procedimiento	IU-PRC-005
Calibración del equipo de ultrasonidos	Procedimiento	CDSM-PRC-001
Control de piezas no conformes	Procedimiento	OPI-PRC-001
Almacenamiento de piezas inspeccionadas	Procedimiento	OPI-PRC-002

Tabla 5.1. Actividades pertenecientes al proceso de inspección por ultrasonidos

5.3.1.2. Desarrollo de Procedimientos

Para el desarrollo de los procedimientos identificados en el proceso de inspección por ultrasonidos se ha elaborado una herramienta, que está incluida en el anexo VIII de esta memoria, y cuya codificación es HC-PRC: Formato de Procedimiento

Los procedimientos se han estructurado desarrollando los campos incluidos en dicha herramienta de la forma que se detalla a continuación:

- *Objeto del procedimiento:* Descripción de las actividades que se detallarán.
- *Aplicabilidad del procedimiento:* Se define a qué parte/s de la organización se aplica, o se indica, en su caso, que es aplicable a todo el Sistema de Gestión de Calidad de la organización.
- *Desarrollo del procedimiento:* Es la parte fundamental del documento. Son los pasos o secuencia de las actividades necesarias para cumplir con el objetivo del procedimiento. Deben estar ordenadas por etapas.
- *Esquema gráfico del procedimiento:* Es una representación gráfica de las etapas o secuencia de actividades a seguir, utilizando para ello la codificación que aparece en la herramienta HC-COD-001, incluida el anexo VIII de esta memoria.
- *Personal relacionado:* Se indican los cargos (no el nombre de las personas) implicados en el procedimiento y se detallan las responsabilidades según el nivel jerárquico.

- *Documentos aplicables:* Documentos o normas que se han tomado como referencia para la elaboración del procedimiento.

- *Documentos relacionados:* Estos documentos pueden ser impresos, plantillas, otros procedimientos, etc., que se utilizan y que están relacionados con el procedimiento que se desarrolla.

Una vez que el procedimiento ha sido documentado, se procede a escribir la fecha de edición en el correspondiente cuadro que aparece en la primera hoja, así como las responsabilidades de elaboración, revisión y aprobación.

Desde el momento en que el SGC se pone en funcionamiento y el procedimiento es distribuido al personal que va a ejecutar las tareas descritas en dicho documento, si se produce alguna modificación o una nueva versión del mismo se realiza una nueva revisión que incluya los cambios. Esta nueva revisión deberá quedar registrada en el cuadro de última revisión que aparece en la primera hoja, así como en el índice de revisiones.

Todos los procedimientos desarrollados se encuentran incluidos en el anexo IV de esta memoria.

5.3.2. Enfoque a Procesos

Las etapas en las que se desarrolla la fase de enfoque a procesos son las que se enumeran a continuación:

- Identificación de procesos
- Elaboración de Fichas de Proceso
- Elaboración de Mapa de Procesos

5.3.2.1. Identificación de procesos

Para la identificación de los procesos, así como de su interacción, se siguen las siguientes etapas:

- Identificación del producto resultante del proceso de Inspección por Ultrasonidos incorporado a la División de Materiales Compuestos de EIS, junto con una codificación y una breve descripción del objetivo o misión de dicho producto.

PRODUCTO	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN
Paneles de fibra de carbono para ensayo aeronáutico	PFC	Probetas de material compuesto (fibra de carbono) para ensayos de propiedades mecánicas en la industria aeronáutica

Tabla 5.2. Producto resultante del proceso de inspección por ultrasonidos

- Identificación de los clientes de la División de Materiales Compuestos de EIS (donde se incluye el nuevo proceso de inspección), junto con su codificación y su interacción con el producto identificado anteriormente.

CLIENTE	CÓDIGO	NECESIDAD
EADS	EADS	Proveedores de probetas de fibra de carbono para desarrollar estudios de las propiedades físicas de dicho material

Tabla 5.3. Interacción entre el producto resultante del proceso de inspección por ultrasonidos y el cliente de la DMC de EIS.

- Identificación de los procesos que agregan valor al producto proporcionado al cliente y que ha sido identificado en los puntos anteriores.

Estos procesos se pueden dividir en tres categorías distintas:

- I. *Procesos Estratégicos*: Procesos en relación muy directa con la misión de la empresa, que proporcionan el marco y las directrices a los demás procesos.

En la tabla 5.4 se enumeran todos los procesos estratégicos que se desarrollan en EIS, con su correspondiente codificación.

PROCESOS ESTRATÉGICOS	COD.
PLANIFICACIÓN ESTRATÉGICA	PE1
GESTIÓN DE RECURSOS	PE2
REVISIÓN POR LA DIRECCIÓN	PE3
MÁRKETING	PE4
FINANCIERO	PE5

Tabla 5.4. Procesos estratégicos

- II. *Procesos Operativos:* Procesos fundamentales representativos de las actividades de la empresa.

El SGC que EIS posee actualmente tiene alcance sobre todos los procesos operativos que se desarrollaban hasta el momento en la División de Materiales Compuestos. El objeto del presente proyecto es elaborar un SGC para el nuevo proceso de inspección que se incorporará a la División de Materiales Compuestos, de forma que la certificación que EIS ya posee pueda ser ampliada hasta abarcar el nuevo proceso. Por este motivo, en este apartado se identificarán sólo aquellos procesos operativos que se desarrollan durante la Inspección por Ultrasonidos de las piezas. Dichos procesos, junto con su correspondiente codificación, se especifican en la tabla 5.5.

PROCESOS OPERATIVOS	COD.
PREPARACIÓN DE LAS PIEZAS	PO1
INSPECCIÓN POR ULTRASONIDOS	PO2
OPERACIONES POSTERIORES A LA INSPECCIÓN	PO3

Tabla 5.5. Procesos operativos

III. *Procesos Soporte:* Procesos de apoyo a los procesos operativos.

A continuación se enumeran los procesos soporte del proceso de inspección por ultrasonidos de las piezas.

PROCESOS SOPORTE	COD.
CONTROL DE LOS DISPOSITIVOS DE SEGUIMIENTO Y MEDICIÓN	PS1
MEJORA CONTINUA	PS2

Tabla 5.6. Procesos soporte

5.3.2.2. Elaboración de Fichas de Proceso

Para elaborar las fichas de los procesos que han sido identificados previamente se crea una herramienta, que está incluida en el anexo VIII de esta memoria, y cuya codificación es HC-FP: Formato de Ficha de Proceso.

Se utilizará para ello la codificación y términos que aparecen en la herramienta HC-COD-002, incluida también en el anexo VIII de esta memoria.

A continuación se relacionan los campos incluidos en dicha herramienta:

- Nombre del proceso
- Objeto
- Aplicabilidad
- Elemento inicial
- Elemento final
- Centro responsable
- Centros relacionados
- Misión
- Propietario del proceso
- Objetivo del proceso
- Esquema gráfico del proceso
- Variables de entrada
- Variables de salida
- Indicadores
- Documentación aplicable

Cada ficha de proceso contiene indicadores específicos que permiten hacer una medición y seguimiento de cómo el proceso se orienta hacia el cumplimiento de su misión.

Solamente se elaboran las fichas de proceso correspondientes a los procesos operativos que intervienen en la inspección por ultrasonidos de las piezas y los procesos soporte que han sido identificados anteriormente, debido a que ésta es la documentación que hay que desarrollar para ampliar el SGC al nuevo proceso, con el objetivo de conseguir la posterior certificación.

La documentación correspondiente a los procesos estratégicos de la empresa y procesos operativos referentes a la fabricación de las piezas ya se encuentra desarrollada, no siendo aplicables al presente proyecto.

Las fichas de proceso ya elaboradas se encuentran incluidas en el anexo III de esta memoria.

Tras la elaboración de las fichas de procesos se construye un Panel de Indicadores. El Panel de Indicadores es un documento que contiene todos los indicadores de los procesos, mediante el cual se hace un seguimiento de la evolución y mejora continua de dichos procesos. En este caso, se construye el Panel con los indicadores correspondientes a las nuevas fichas de procesos elaboradas para la ampliación del SGC al proceso de inspección. El Panel de Indicadores se encuentra incluido en el anexo VI de esta memoria.

5.3.2.3 Elaboración del Mapa de Procesos

Para desarrollar el mapa de procesos se crea una nueva herramienta, que se incluye en el anexo VIII de esta memoria, y cuya codificación es HC-MP: Formato de Mapa de Procesos.

A continuación se relacionan los campos incluidos en dicha herramienta:

- Objeto
- Aplicabilidad
- Elemento inicial
- Elemento final
- Centros responsables
- Centros relacionados
- Misión
- Propietario del proceso
- Objetivo del proceso
- Esquema gráfico del Mapa de Procesos
- Binomio Productos/Clientes, donde se incluyen los productos identificados junto con su codificación y su misión. También se incluyen los clientes identificados junto con su codificación y su relación con los productos.
- Documentación aplicable

El documento correspondiente al Mapa de Procesos (FP-MP) ya elaborado se encuentra en el anexo II de la presente memoria.

5.3.3. Requisitos del Sistema de Gestión de Calidad

En esta última etapa del desarrollo del SGC se elabora el Manual de Gestión de la Calidad para el proceso de inspección por ultrasonidos de EIS.

La División de Materiales Compuestos ya posee un Manual de Calidad perteneciente al actual SGC. Sin embargo, dicho manual no contempla la existencia del nuevo proceso de inspección, por lo que se procederá a la elaboración de un nuevo manual, tomando como base el ya existente. De esta forma, el nuevo manual elaborado abarcará a todo el proceso productivo de la División de Materiales Compuestos de EIS.

Para el desarrollo del Manual de Gestión de la Calidad, cuya codificación será MAG-MC, se sigue la norma EN 9100, en base a la cual se está desarrollando el SGC, y se comprueba si éste cumple todos y cada uno de los requisitos de la norma.

Si tras la revisión de la misma se comprueba la existencia de algún requisito incumplido, se desarrolla la acción necesaria para lograr el cumplimiento del mismo y se genera toda la documentación asociada a dicha acción. EIS posee ya un SGC en base a la norma EN 9100, por lo que existen registros y procedimientos requeridos por la norma que están ya perfectamente desarrollados e implantados.

Por tanto, se genera toda la documentación asociada al nuevo proceso de inspección de las piezas y requerida por la norma. Los requisitos generales de la organización así como aquellos que hacen referencia al proceso de fabricación de las piezas ya están implantados, detallándose en el Manual de Calidad la forma en la que EIS cumple cada uno de ellos.

El Manual de Gestión de la Calidad, con codificación MAG-DMC, se encuentra elaborado en el anexo V de esta memoria.

6. IMPLANTACIÓN DEL SISTEMA DE GESTIÓN DE CALIDAD

6.1. AUDITORÍA INTERNA

Tras el diseño y desarrollo del SGC, todos los documentos originados durante el transcurso del mismo se aplicarán a la actividad diaria, una vez implantado el proceso de Inspección por Ultrasonidos en EIS.

Una vez que el SGC haya sido implantado en la organización, se hace necesaria la realización de una auditoría interna. Esta auditoría tiene como objeto la identificación del mayor número de no conformidades, si es que éstas existiesen. Con ello se pretende que en el momento en que una entidad certificadora audite el Sistema de Gestión de la Calidad para la obtención de la correspondiente certificación detecte el menor número de no conformidades. En caso de detectarse, éstas deberán ser solucionadas para poder conseguir la ampliación de la certificación en base a la norma UNE-EN 9100 para el nuevo proceso de inspección de las piezas de EIS.

De este modo, se realizarán dos tipos de auditorías internas:

- Auditoría de Procedimientos
- Auditoría de Procesos

Ambos tipos de auditorías serán realizadas por el responsable de la implantación del SGC y por el responsable de Calidad de EIS. A continuación se detallan las etapas a seguir en cada una de las auditorías, así como las herramientas a utilizar.

6.1.1. Auditoría de Procedimientos

Para la realización de la auditoría interna de procedimientos el responsable de la implantación del SGC y el responsable de calidad de EIS revisarán cada uno de los procedimientos desarrollados y valorarán el grado de cumplimiento de dichos documentos en el momento de ejecutar las tareas que en ellos se describen.

Para ello se analizará cada una de las actividades desarrolladas en cada uno de estos documentos y se tomará constancia de las mismas a través de los correspondientes registros generados, que se encuentran incluidos en el anexo VII de esta memoria. En aquellas actividades en las que no se genera ningún tipo de registro, se realizará un seguimiento exhaustivo del desarrollo de la acción y se analizará la conformidad o no con lo que se detalla en el documento aplicable.

Durante la realización de la auditoría se utilizará la herramienta AU-I-XXX, incluida en el anexo VII.9 de esta memoria, en la cual aparecen cada uno de los procedimientos desarrollados para el SGC y un apartado para describir las no conformidades encontradas.

Tras la identificación de las no conformidades existentes, se abrirá la Hoja de Detección de No Conformidades (HDNC) así como la Hoja de Acción Correctiva (HAC) correspondiente, ambas incluidas en el anexo VII de esta memoria. En dichos documentos se identificarán las no conformidades, las causas de las mismas, las acciones a tomar para corregirlas y el seguimiento recibido.

De este modo se lograrán corregir las no conformidades existentes, evitando así que la entidad certificadora las detecte durante la auditoría externa previa a la certificación del proceso.

6.1.2. Auditoría de Procesos

En la auditoría de procesos el responsable de calidad y el responsable de la implantación del SGC auditarán cada uno de los procesos mediante la revisión de las fichas de proceso y de toda la documentación asociada a cada uno de éstos.

Para ello se utilizará la herramienta AU-II-XXX, incluida en el anexo VII.10 de esta memoria, en la que aparecen cada uno de los procesos a auditar y donde se reflejarán las no conformidades detectadas y el grado de cumplimiento de cada proceso, en base a la medición de los indicadores.

Una vez identificadas las no conformidades existentes, se abrirá la Hoja de Detección de No Conformidades (HDNC) así como la Hoja de Acción Correctiva (HAC) correspondiente, ambas incluidas en el anexo VII de esta memoria. En dichos documentos se identificarán las no conformidades, las causas de las mismas, las acciones a tomar para corregirlas y el seguimiento recibido.

De este modo se lograrán corregir las no conformidades existentes en cada uno de los procesos auditados, evitando así que la entidad certificadora las detecte durante la auditoría externa previa a la certificación del proceso de inspección por ultrasonidos de las piezas de fibra de carbono en base a la norma UNE-EN 9100.

6.2. AUDITORÍA EXTERNA Y CERTIFICACIÓN

Tras la realización de la auditoría interna, quedaría concluido el diseño e implantación del SGC, objeto de la segunda y última parte del presente proyecto.

Una vez implantado el Sistema de Gestión y corregidas las no conformidades detectadas en la auditoría interna, comenzaría el proceso de certificación.

A continuación se describirán los pasos a seguir para obtener la ampliación de la certificación en base a la norma UNE-EN 9100.

6.2.1. Selección del organismo de certificación

Para la elección de la entidad certificadora se tendrán en cuenta los siguientes aspectos:

- Si la naturaleza de la acreditación del organismo de certificación es aceptable en el mercado al cual EIS pudiese incorporarse en un futuro.
- Imagen del organismo de certificación en el mercado
- Tarifas de certificación y auditorías.

En base al estudio de estos aspectos se elegirá la entidad certificadora que se encargará de la ampliación de la certificación en base a la norma UNE-EN 9100 al nuevo proceso de inspección por ultrasonidos de EIS.

6.2.2. Preparación para la evaluación

El proceso de evaluación comenzará con una reunión mantenida entre el auditor de la entidad certificadora elegida y la dirección general de EIS, con objeto de obtener una comprensión clara acerca del nuevo proceso que se lleva a cabo en la empresa. Del mismo modo se procederá a una revisión del Manual de Calidad de la División de Materiales Compuestos (manual que se verá afectado por el alcance de la ampliación) y de los documentos afectados. La revisión deberá ser realizada por el equipo auditor con el fin de asegurar que la documentación cumple los requisitos de la norma.

6.2.3. Auditoría

Tras la finalización satisfactoria de la etapa anterior, el equipo auditor comenzará el proceso de auditoría en las instalaciones en las que EIS desarrolle el proceso de inspección por ultrasonidos de las piezas. Previamente, el equipo auditor mantendrá una reunión con el Director General con objeto de dar a conocer el modo de proceder en la auditoría así como la fecha y el modo en que los resultados de la misma le serán transmitidos.

Durante el proceso de auditoría los auditores deberán recoger evidencias de la conformidad o no conformidad mediante la observación de las actividades, examen de procedimientos y registros, entrevistas con el personal responsable de realizar cada actividad, etc. De este modo, el equipo auditor deberá verificar la conformidad del SGC.

6.2.4. No conformidades

Las evidencias recogidas durante el proceso de auditoría, así como los resultados obtenidos, incluidas las no conformidades, deberán ser aclaradas y reportadas a la dirección general de EIS mediante una reunión, conocida con el nombre de *Reunión de Cierre*.

Durante la auditoría externa desarrollada por la entidad certificadora, pueden identificarse tres tipos de aspectos a solucionar:

- *No conformidad mayor*. Indica que:
 - EIS no ha implantado alguna parte del SGC.
 - Algún departamento de EIS no ha implantado la parte del SGC aplicable al mismo.
 - Se encuentran varias *no conformidades menores* en el cumplimiento de los requisitos de la norma.

- *No conformidad menor*. Indica que se ha producido un incidente aislado de incumplimiento con un proceso definido o requisito de la norma.

- *Observación*. Indica que si la situación encontrada durante la auditoría no se trata adecuadamente, puede producir una *no conformidad* en el futuro.

Las no conformidades detectadas, así como las observaciones emitidas por el auditor de la entidad certificadora, deberán ser resueltas por el responsable de la implantación del SGC y el responsable de calidad de EIS dentro del plazo designado por el auditor. Del mismo modo deberán enviar, dentro de este plazo, un informe con las medidas llevadas a cabo para solucionar dichos aspectos.

Para la corrección de las no conformidades (tanto mayores como menores) se abrirán Hojas de Acciones Correctivas, utilizando para ello el formato de HAC incluido en el anexo VII de esta memoria. En el caso de que haya que solucionar observaciones, se abrirán Hojas de Acciones Preventivas, utilizando el formato HAP que está también incluido en el anexo VII de esta memoria.

6.2.5. Certificado

Tras la emisión del informe de corrección de no conformidades y observaciones por el responsable de la implantación del SGC y el responsable de calidad de EIS, el auditor de la entidad certificadora deberá realizar una evaluación del mismo, expidiendo el correspondiente certificado a EIS en caso de que dicha evaluación resulte favorable.

BIBLIOGRAFÍA

- *Métodos de Ensayos No Destructivos, Tomo I.* Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial (INTA), 1996-1998, 4ª Edición.
- *Ensayos Ultrasónicos Nivel I.* Manual de formación en los Ultrasonidos. Krautkrämer España, S.A. 1996, 2ª Edición.
- *Nondestructive Testing Overview.* Stanley Ness, Charles N. Sherlock. American Society for Nondestructive Testing (ASNT), 1996, 2ª Edición.
- *Composite Airframe Structures.* Michael C. Y. Niu. Hong Kong Conmilit Press Ltd., 1992.
- *Engineered Materials Handbook, Volume I: Composites.* ASM International, 1987
- *Gestión de la Calidad Total: Un texto introductorio.* Paul James. Ed. Prentice Hall, 1997.
- *La Calidad Total.* Lluís Saderra Jorba. Ediciones Técnicas Rede, S. A., 1994.
- *Gestión de la Calidad.* Ángel Pola Maseda. Ed. Marcombo S. A., 1998.

PÁGINAS WEB:

- http://www.ndt-ed.org/index_flash.htm NDT Resource Center
- <http://www.geinspectiontechnologies.com/index.html> Inspection Technologies
- <http://www.aend.org/menuprincipal.html> Asociación Española de END

NORMATIVA:

- UNE-EN 1330-4:2000. “Ensayos no destructivos. Terminología. Parte 4: Términos utilizados en ensayos por ultrasonidos”
- UNE-EN 4179:2000. “Serie aeroespacial. Cualificación y aprobación del personal de ensayos no destructivos”
- UNE-EN 583:1999. “Ensayos no destructivos. Examen por ultrasonidos”
- UNE-EN 12223:2000. “Ensayos no destructivos. Examen por ultrasonidos. Especificaciones relativas al bloque patrón nº 1”
- UNE-EN 12668:2001. “Ensayos no destructivos. Caracterización y verificación del equipo de examen por ultrasonidos”
- EN 9100:2003. “Serie Aeroespacial. Requisitos de Sistemas de Gestión de la Calidad”

ÍNDICE ANEXO I

- A-I.1. Tabla de densidades, velocidades e impedancias acústicas en materiales metálicos
- A-I.2. Tabla de densidades, velocidades e impedancias acústicas en materiales no metálicos
- A-I.3. Tabla de densidades, velocidades e impedancias acústicas en líquidos y en aire
- A-I.4. Balances de energía y de presión en la interfase de separación de dos medios diferentes cuando incide sobre ella un haz ultrasónico de forma perpendicular
- A-I.5. Leyes de la reflexión y de la refracción
- A-I.6. Ángulo límite
- A-I.7. Medidas relativas de las indicaciones de los ecos
- A-I.8. Frecuencias de ensayo por ultrasonidos utilizadas normalmente en diversos materiales

Anexo I.1

DENSIDADES, VELOCIDADES E IMPEDANCIAS ACÚSTICAS EN MATERIALES METÁLICOS

Material	Densidad en 10 ³ kg/m ³ ρ	Velocidades acústicas 10 ³ m/s		Impedancia acústica en 10 ⁶ kg/m ² s Z = ρ C _L
		Long. C _L	Trans. C _T	
Aceros (baja aleación) (*)	7,85	5,82	3,19	45,7
Acero inoxidable austenítico. 18-8 X10Cr-Ni 18-19)	8,03	5,66	3,12	45,5
Acero inoxidable mart.13 Cr +X12Cr13)	7,67	7,39	2,99	56,7
Aluminio (Al)	2,71	6,32	3,08	17,1
Aleación AL L3120 (Al-Cu)	2,78	6,25	3,10	17,4
Aleación AL L3140 (Al-Cu) (*)	2,78	6,19	3,11	17,2
Antimonio (Sb)	6,69	4,15	--	28
Berilio (Be)	1,82	12,8	8,71	23,3
Bismuto (Bi)	9,8	2,18	1,10	21
Bronce (Cu-Sn)	7,4-8,9	4,40-4,98	2,34	32,5-44,5
Cadmio (Cd)	8,6	2,78	1,50	24
Cinc (Zn)	7,1	4,17	2,41	30
Constantan (Cu-Ni)	8,8	5,24	2,64	46
Cobre (Cu)	8,9	4,70	2,26	42
Estaño (Sn)	7,3	3,32	1,67	24
Fundición (Fe-C)	7,2	3,5-5,6	2,2-3,2	25-40
Hierro (Fe)	7,7	5,85	3,23	45
Inconel (laminado)	8,25	7,82	3,02	64,5
Iridio (Ir)	22,42	5,4	--	137
Latón (Cu-Zn)	8,5-8,6	3,83	2,05	33
Magnesio (Mg)	1,74	5,77	3,05	10,1
Manganeso (Mn)	8,4	4,66	2,35	39
Metal duro (vidias)	11-15	6,8-7,3	4,0-4,7	75-110
Mercurio (Hg)	13,6	1,45	--	20
Monel (laminado)	8,83	6,02	2,72	53,1
Molibdeno (Mo)	10,09	6,29	3,35	63,5
Niquel (Ni)	8,9	5,63	2,96	50
Oro (Au)	19,3	3,24	1,20	63
Plata (Ag)	10,5	3,60	1,59	38
Plata alemana (Cu-Zn-Ni)	8,4	4,76	2,16	40
Platino (Pt)	21,4	3,96	1,67	85
Plomo (Pb)	11,4	2,16	0,70	24,6
Plomo - 6% Antimonio	10,9	2,16	0,81	23,6
Tántalo (Ta)	16,6	4,2	--	69
Titanio (Ti) (*)	4,51	6,005	3,019	27
Volframio (W)	19,3	5,46	2,62	105

Anexo I.2

DENSIDADES, VELOCIDADES E IMPEDANCIAS ACÚSTICAS EN MATERIALES NO METÁLICOS

Material	Densidad en 10 ³ kg/m ³ ρ	Velocidades acústicas 10 ³ m/s		Impedancia acústica en 10 ⁶ kg/m ² s Z = ρ C _L
		Long. C _L	Trans. C _T	
Alúmina Al ₂ O ₃	3,7-3,9	10	--	37-39
Caucho, sin vulcanizar	1,3-2,1	1,48	--	1,9-3,1
Caucho vulcanizado	1,1-1,6	2,3	--	2,5-3,7
Cera de parafina	0,86-0,92	2,2	--	1,9-2,0
Corcho	0,24	0,50	--	0,12
Cristales piezoeléctricos:				
- Cloruro potásico (ClK), X	1,988	4,34	--	8,7
- Cloruro sódico (ClNa), X	2,28-2,41	4,78	--	10,9-11,5
- Bromuro potásico (BrK), X	2,75	3,48	--	9,5
- Bromuro sódico (BrNa), X	3,20	3,2	--	40,2
- Cuarzo (SiO ₂), X	2,65	5,76	--	15,3
- Fluorita (CaF ₂), X	3,18	7,18	--	23
- Fosfato monoamónico (PO ₄ H ₂ NH ₄)45°Z	1,80	4,92	--	8,8
- Metaniobato de Pb (PbNb ₂ O ₆)	5,8	2,8	--	16
- Sal de Rochela (C ₄ O ₆ H ₄ NaK 4H ₂ O)45°Y	1,77	--	2,47	--
- Sal de Rochela (C ₄ O ₆ H ₄ NaK 4H ₂ O)45°X	1,77	5,36	--	8,6
- Sulfato de litio (Li ₂ SO ₄)	2,06	4,72	--	11,2
- Titanato de bario (BaTiO ₄)	5,7	4,40	--	35
- Turmalina				
	X/Na ó Ca			
XY ₃ Al ₆ (BO ₃) ₃ Si ₆ O ₁₈ (OH) ₄	3-3,25	7,54	--	22,5-24,5
	Y/Al, Fe ³⁺ , Li, MgZ			
Granito	2,51-3,05	3,95	--	10,4-12,7
Hielo	0,9	3,98	1,99	3,6
Maderas				
- Olmo	0,56-0,82	1,01	--	0,56-0,83
- Roble	0,71-1,07	4,1	--	2,9-4,3
Marfil	1,83-1,92	3,01	--	5,5-5,8
Mármol	2,52-2,85	3,81	--	9,6-10,9
Pizarra	2,65-2,70	4,51	--	12,0-12,2
Poliamida (nylón, perlón)	1,0-1,2	1,8-2,2	--	1,8-2,7
Poliestireno	1,05	2,67	1,12	2,8
Polimetacrilato de metilo (perspex, plexiglás)	1,18	2,73	1,43	3,2
Politetrafluoretileno (teflón)	2,2	1,35	--	3,0
Porcelana	2,4	5,6-6,2	3,5-3,7	13-14
Resina acrílica (plexiglás)	1,18	2,67	1,12	3,2
Resina epoxídica (de colada, Araldit)	1,15-1,3	2,5-2,8	1,1	2,8-3,7
Resina fenólica (baquelita)	1,4	2,59	--	3,6
Vidrios:				
- Cristal denso	3,90	3,76	--	14,7
- Cristal ultraligero	3,15	4,80	--	15,1
- Vidrio de cuarzo	2,2	5,57	3,52	12,3
- Vidrio denso	2,72	5,26	--	14,3
- Vidrio fino	3,6	4,26	2,56	15
- Vidrio crown	2,51	5,66	3,42	14
- Vidrio de boro silicato (pirex)	2,23	5,57	3,44	12,4

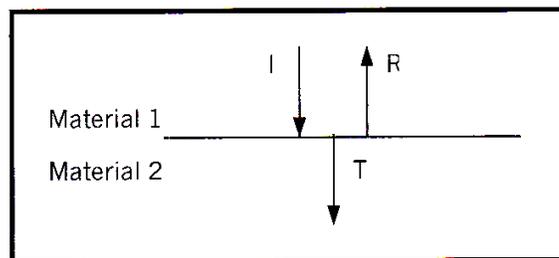
Anexo I.3

DENSIDADES, VELOCIDADES E IMPEDANCIAS ACÚSTICAS EN LÍQUIDOS Y EN AIRE

Material	Temperatura en °C θ	Densidad en 10^3 kg/m^3 ρ	Velocidad acústica en 10^3 m/s C	Impedancia acústica en $10^6 \text{ kg/m}^2 \text{ s}$ $Z = \rho \cdot C_L$
Aceite Diesel	--	0,88-1,02	1,25	1,1-1,3
Aceites lubricantes SAE 20 a 30)	--	0,89-0,96	1,74	1,5-1,7
Aceite de transformador	--	0,92	1,39	1,28
Acetona (CH_3COCH_3)	20	0,79	1,19	0,94
Agua destilada (H_2O)	20	1,0	1,483	1,48
Agua destilada (H_2O)	25	0,977	1,497	1,49
Agua de mar	17	--	1,51	--
Agua pesada (D_2O)	25	1,104	1,40	1,55
Alcohol etílico ($\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$)	20	0,79	1,17	0,92
Alcohol metílico (CH_3OH)	20	0,79	1,12	0,88
Anilina ($\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_2$)	20	1,02	1,66	1,69
Benceno (C_6H_6)	20	0,88	1,33	1,17
Bisulfuro de carbono (CS_2)	20	1,26	1,16	1,46
Cloroformo (CHCl_3)	20	1,49	0,99	1,48
Eter etílico ($(\text{CH}_3\text{-CH}_2)_2\text{O}$)	20	0,71	0,98	0,70
Esencia de trementina ($\text{C}_{10}\text{H}_{16}$)	27	0,86-0,88	1,28	1,10-1,12
Glicerina ($\text{C}_3\text{H}_8\text{O}_3$)	20	1,26	1,92	2,4
Mercurio (Hg)	--	13,6	1,45	20
Nitrotolueno ($\text{CH}_3\text{C}_6\text{H}_4\text{NO}_2$)	20	1,16	1,43	1,66
Pentano (C_5H_{12})	20	0,63	1,02	0,64
Queroseno	15	0,7-0,9	1,33	0,9-1,2
Tolueno (C_7H_8)	20	0,87	1,33	1,15
Xilol (C_8H_{10})	20	0,86	1,33	1,15
Yoduro de metileno (CH_2I_2)	--	3,33	0,98	3,3
Aire	--	0,0012	0,330	0,000398

Anexo I.4

Balances de energía y de presión en la interfase de separación de dos medios diferentes cuando incide sobre ella un haz ultrasónico de forma perpendicular



a) *Balance de Energía* (expresada en Intensidad)

$$I_I = I_R + I_T$$

Donde I_I es la intensidad de la onda incidente, e I_R e I_T las de las ondas reflejada y transmitida respectivamente.

Se define:

$$\text{Coeficiente de reflexión: } R = \frac{I_R}{I_I}$$

$$\text{Coeficiente de transmisión: } T = \frac{I_T}{I_I}$$

Ambos expresan el porcentaje de intensidad reflejada y transmitida, respectivamente, en relación con la intensidad incidente, siendo, por tanto,

$$R + T = 1$$

Según la teoría de propagación de las ondas acústicas:

$$R = \frac{(Z_2 - Z_1)^2}{(Z_1 + Z_2)^2} \quad T = \frac{4Z_1Z_2}{(Z_1 + Z_2)^2}$$

Siendo Z_1 y Z_2 las respectivas impedancias acústicas de los dos materiales.

b) *Balance de la Presión Acústica:*

$$P_I + P_R = P_T$$

Donde P_I es la presión acústica de la onda incidente, y P_R y P_T las de las ondas reflejada y transmitida respectivamente.

Es decir, para que se mantenga el equilibrio, la suma de las presiones debe ser la misma a ambos lados de la interfase.

Se define:

$$\text{Coeficiente de reflexión: } R' = \frac{P_R}{P_I}$$

$$\text{Coeficiente de transmisión: } T' = \frac{P_T}{P_I}$$

Según el balance de presión se debe cumplir:

$$1 + R' = T'$$

Según la teoría de propagación de las ondas acústicas R' y T' se pueden calcular como:

$$R' = \frac{Z_2 - Z_1}{Z_1 + Z_2} \quad T' = \frac{2Z_2}{Z_1 + Z_2}$$

De todo lo anterior se pueden sacar varias conclusiones para el caso en que las ondas ultrasónicas inciden perpendicularmente en la superficie límite de separación entre dos medios:

- Cuando las impedancias son iguales en ambos medios, la onda atraviesa la superficie límite sin ser perturbada, es decir,

$$R = R' \approx 0 \quad \text{y} \quad T = T' \approx 1$$

- Cuando ambas impedancias difieren mucho, como en el caso del aire y de los gases en contacto con sólidos o líquidos (ver tablas I.1, I.2 y I.3 en este anexo) la onda se refleja prácticamente en su totalidad, es decir,

$$R = R' \approx 1 \quad \text{y} \quad T = T' \approx 0$$

- Dado que la velocidad acústica en los líquidos y en los gases es nula para las ondas transversales, cuando la onda incidente sea de este tipo se reflejará totalmente cuando el medio sea un sólido en contacto con un líquido o un gas.

Anexo I.5

Leyes de la reflexión y de la refracción

a) Onda incidente longitudinal.

$$\frac{\text{sen}\alpha_{iL}}{\text{sen}\alpha_{rL}} = \frac{C_{L1}}{C_{L1}} = 1 ; \alpha_{iL} = \alpha_{rL}$$

$$\frac{\text{sen}\alpha_{iL}}{\text{sen}\alpha_{rT}} = \frac{C_{L1}}{C_{T1}} ; \alpha_{iL} = \alpha_{rL} > \alpha_{rT}$$

$$\left. \begin{array}{l} \frac{\text{sen}\alpha_{iL}}{\text{sen}\alpha_{iL}} = \frac{C_{L1}}{C_{L2}} \\ \frac{\text{sen}\alpha_{iL}}{\text{sen}\alpha_{iL}} = \frac{C_{L1}}{C_{T2}} \end{array} \right\} \alpha_{iL} > \alpha_{iT}$$

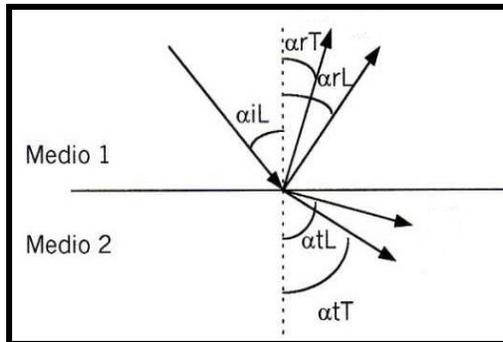
b) Onda incidente transversal.

$$\frac{\text{sen}\alpha_{iT}}{\text{sen}\alpha_{rT}} = \frac{C_{T1}}{C_{T1}} = 1 ; \alpha_{iT} = \alpha_{rT}$$

$$\frac{\text{sen}\alpha_{iT}}{\text{sen}\alpha_{rL}} = \frac{C_{T1}}{C_{L1}} ; \alpha_{iT} = \alpha_{rT} < \alpha_{rL}$$

$$\left. \begin{array}{l} \frac{\text{sen}\alpha_{iT}}{\text{sen}\alpha_{iT}} = \frac{C_{T1}}{C_{T2}} \\ \frac{\text{sen}\alpha_{iT}}{\text{sen}\alpha_{iL}} = \frac{C_{T1}}{C_{L2}} \end{array} \right\} \alpha_{iT} > \alpha_{iL}$$

Anexo I.6

Ángulo Límite

Cuando una onda ultrasónica incide de forma oblicua sobre la superficie de separación entre dos medios diferentes se puede simplificar el ensayo haciendo desaparecer la onda longitudinal refractada en el medio 2, transmitiéndose exclusivamente la onda transversal. Esto se consigue cuando el ángulo de la onda incidente es mayor que el *ángulo límite*.

Este ángulo límite se obtiene a través de la ley de Snell, para $\alpha_{iL} = 90^\circ$, siendo:

$$\sin \alpha_{iL} = \frac{C_{L1}}{C_{L2}} \quad \text{cuando la onda incidente es longitudinal}$$

$$\sin \alpha_{iT} = \frac{C_{T1}}{C_{L2}} \quad \text{cuando la onda incidente es transversal}$$

Siempre que $C_{L1} \leq C_{L2}$ y $C_{T1} \leq C_{L2}$

Anexo I.7

Medidas relativas de las indicaciones de los ecos

El dB es un valor adimensional que se emplea para comparar magnitudes relacionadas con la intensidad. Así, dos señales de intensidades I_1 e I_2 se dice que tienen una diferencia en dB de:

$$dB = 10 \log \frac{I_2}{I_1}$$

Como las intensidades son proporcionales al cuadrado de la presión acústica:

$$dB = 20 \log \frac{P_2}{P_1}$$

Como, a su vez, la altura de los ecos en pantalla es proporcional a la presión acústica, el cálculo de la relación en dB se puede hacer tomando los valores de altura en ecos:

$$dB = 20 \log \frac{H_2}{H_1}$$

Así, por ejemplo, la diferencia en dB entre un eco del 10% ATP y otro del 40% ATP será:

$$20 \log \left(\frac{40}{10} \right) = 12dB$$

Anexo I.8

FRECUENCIAS DE ENSAYO POR ULTRASONIDOS
UTILIZADAS NORMALMENTE EN DIVERSOS MATERIALES

ENSAYO POR CONTACTO	
Margen de frecuencia (MHz)	Aplicación
0.025 - 0.1	Hormigón, postes de madera, rocas y otros materiales de estructura basta.
0.2 - 1	Productos moldeados: fundición gris, nodular y materiales de estructura relativamente basta, tal como cobre y aceros inoxidable.
0.4 - 6	Productos moldeados: acero, aluminio, latones y otros materiales con tamaño de grano fino.
0.2 - 2	Materiales plásticos y similares, tales como combustibles sólidos de motores cohete y pólvoras.
1 - 10	Materiales compuestos.
1 - 6	Productos laminados: chapa, placa, barra y palanquilla.
2 - 10	Productos estirados y extruidos: barra, tubo y perfiles (férreos y no férreos).
1 - 10	Forjados: férreos y no férreos.
2 - 10	Vidrios y cerámicas (no decorativas).
1 - 5	Soldaduras: férreos y no férreos.
1 - 10	Inspección de mantenimiento, especialmente grietas de fatiga.
ENSAYO POR INMERSIÓN	
0.5 - 10	Grandes lingotes de aluminio, magnesio, titanio y sus aleaciones.
1 - 5	Aceros inoxidable.
1 - 10	Materiales compuestos.
5 - 25	Productos extruidos, forjados y laminados de aluminio, magnesio, titanio y sus aleaciones.



MAPA DE PROCESOS

**MAPA
DE
PROCESOS**

Edición: 24/03/06

Ultima revisión:

1. <u>INDICE</u>	<u>PÁGINA</u>
1. Índice	1
2. Revisión y estado de revisiones	2
3. Objeto	3
4. Aplicabilidad	3
5. Elemento inicial	3
6. Elemento final	3
7. Centros responsables	3
8. Centros relacionados	3
9. Misión	3
10. Propietario del proceso	4
11. Esquema gráfico del Mapa de Procesos	5
12. Binomio Productos/Clientes	6

PREPARADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
Almudena Castillo Niño	Responsable de Calidad	Director General

2. REVISIONES

FECHA	Preparada por:	Revisada por:	Autorizada por:

3. Objeto

El objeto de este documento es identificar los procesos correspondientes a la Inspección por Ultrasonidos perteneciente a la División de Materiales Compuestos de Easy Industrial Solutions (EIS), y su interacción a través del Mapa de Procesos.

4. Aplicabilidad

Este documento es aplicable al Sistema de Gestión de la Calidad de la División de Materiales Compuestos de EIS.

5. Elemento inicial

- Piezas de fibra de carbono sin inspeccionar

6. Elemento final

- Piezas de fibra de carbono inspeccionadas

7. Centros responsables

- División de Materiales Compuestos

8. Centros relacionados

- Todos los departamentos

9. Misión

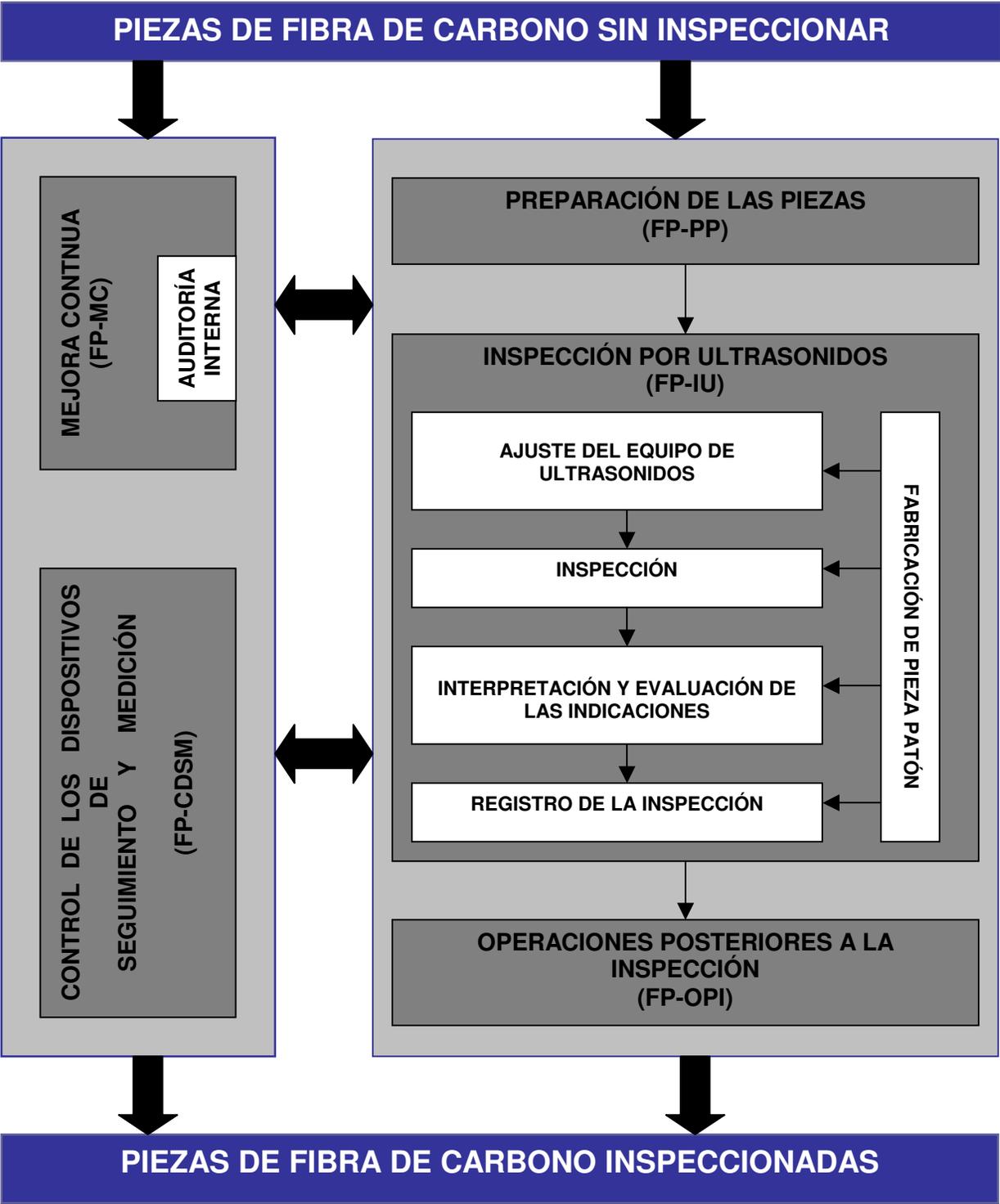
Garantizar que las piezas de fibra de carbono fabricadas en EIS cumplen con los requisitos de calidad según el criterio de aceptación impuesto por el cliente y gestionar el proceso hacia la mejora continua.

PROCESO	COD.
PREPARACIÓN DE LAS PIEZAS	PO1
INSPECCIÓN POR ULTRASONIDOS	PO2
OPERACIONES POSTERIORES A LA INSPECCIÓN	PO3
CONTROL DE LOS DISPOSITIVOS DE SEGUIMIENTO Y MEDICIÓN	PS1
MEJORA CONTINUA	PS2

10. Propietario del proceso

- Dirección

11. Esquema gráfico del Mapa de Procesos



12. Binomio Productos / Clientes

PRODUCTO	CÓDIGO	MISIÓN
Paneles de fibra de carbono	PFC	Probetas de material compuesto (fibra de carbono) para ensayos de propiedades mecánicas en la industria aeronáutica

CLIENTE	CÓDIGO	NECESIDAD
EADS	EADS	Proveedores de probetas de fibra de carbono para desarrollar estudios de las propiedades físicas de dicho material

ÍNDICE ANEXO III

- III.1. Preparación de las piezas (FP-PP)
- III.2. Inspección por Ultrasonidos (FP-IU)
- III.3. Control de los dispositivos de seguimiento y medición (FP-CDSM)
- III.4. Operaciones posteriores a la inspección (FP-OPI)
- III.5. Mejora Continua (FP-MC)



PREPARACIÓN DE LAS PIEZAS

Edición: 14/03/06
Ultima revisión:

INDICE

PÁGINA

1. Índice	1
2. Revisión y estado de revisiones	2
3. Objeto	3
4. Aplicabilidad	3
5. Elemento inicial	3
6. Elemento final	3
7. Centro responsable	3
8. Procesos relacionados	3
9. Propietario del proceso	4
10. Misión	4
11. Esquema gráfico del proceso	5
12. Variables de entrada	6
13. Variables de salida	6
14. Objetivo del proceso	6
15. Indicadores	6
16. Nivel de capacidad	7
17. Documentación aplicable	7

PREPARADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
Almudena Castillo Niño	Responsable de Calidad	Director General

2. REVISIONES

FECHA	Preparada por:	Revisada por:	Autorizada por:

3. Objeto

El objeto de este documento es describir la secuencia de actividades, entradas, salidas, indicadores, centros responsables y centros relacionados aplicables al proceso de preparación de las piezas antes de su inspección por ultrasonidos.

4. Aplicabilidad

Este documento es aplicable al Sistema de Gestión de la Calidad de la División de Materiales Compuestos de Easy Industrial Solutions (EIS).

5. Elemento inicial

- Pieza almacenada sin inspeccionar

6. Elemento final

- Pieza preparada para inspeccionar

7. Centro responsable

- División de Materiales Compuestos de EIS

8. Procesos relacionados

- Procesos estratégicos
- Proceso de Inspección por Ultrasonidos
- Proceso de Mejora Continua
- Proceso de Control de los Dispositivos de Seguimiento y Medición

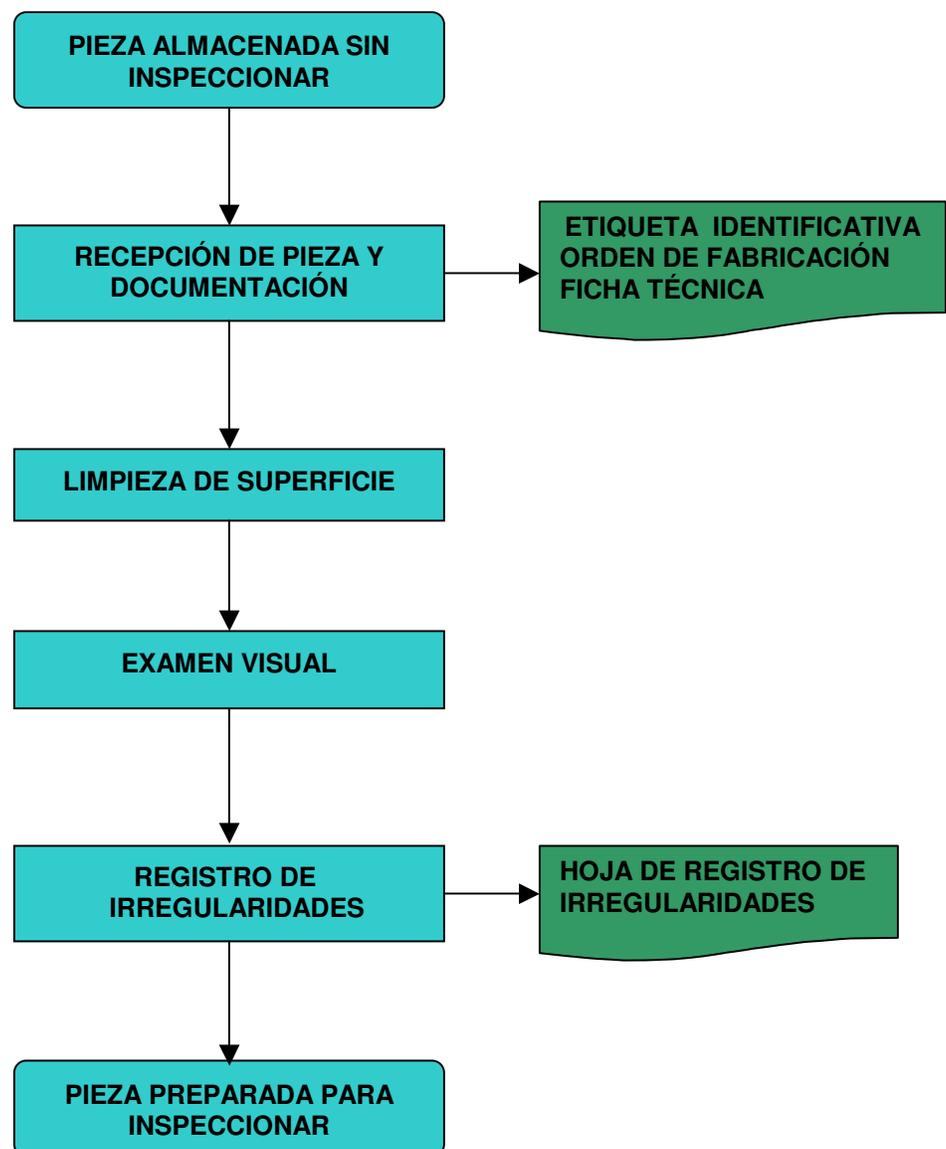
9. Propietario del proceso

División de Materiales Compuestos de EIS y Dirección General de EIS.

10. Misión

Garantizar una correcta preparación de las piezas que van a ser inspeccionadas, asegurando que se encuentran en perfecto estado para ser sometidas al proceso de inspección por ultrasonidos.

11. Esquema gráfico del proceso



12. Variables de entrada

- Piezas almacenadas para inspeccionar
- Órdenes de producción de piezas
- Fichas Técnicas de piezas
- Etiquetas identificativas

13. Variables de salida

- Hojas de Registro de Irregularidades
- Piezas preparadas para inspeccionar

14. Objetivo del proceso

Conseguir una correcta preparación del estado superficial de la piezas con el objeto de que al ser sometidas al posterior proceso de inspección por ultrasonidos éste pueda llevarse a cabo sin dificultades.

15. Indicadores

$$IPP = \frac{\sum NCPP}{\sum NCT} \cdot 100$$

Donde,

NCPP: Número de no conformidades en el proceso de inspección por ultrasonidos debidas a una incorrecta preparación de la superficie de la pieza.

NCT: Número total de no conformidades durante el proceso de inspección por ultrasonidos de las piezas.

16. Nivel de capacidad

- *IPP* debe ser como máximo 5%

17. Documentación aplicable

DOCUMENTO	CODIFICACIÓN	TIPO DE DOCUMENTO
Preparación de las piezas	PP-PRC-001	Procedimiento



INSPECCIÓN POR ULTRASONIDOS

Edición: 15/03/06

Ultima revisión:

INDICE

PÁGINA

1. Índice	1
2. Revisión y estado de revisiones	2
3. Objeto	3
4. Aplicabilidad	3
5. Elemento inicial	3
6. Elemento final	3
7. Centro responsable	3
8. Procesos relacionados	3
9. Propietario del proceso	4
10. Misión	4
11. Esquema gráfico del proceso	5
12. Variables de entrada	6
13. Variables de salida	6
14. Objetivo del proceso	6
15. Indicadores	6
16. Nivel de capacidad	7

PREPARADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
Almudena Castillo Niño	Responsable de Calidad	Director General

2. REVISIONES

FECHA	Preparada por:	Revisada por:	Autorizada por:

3. Objeto

El objeto de este documento es describir la secuencia de actividades, entradas, salidas, indicadores, centros responsables y centros relacionados aplicables al proceso de inspección por ultrasonidos de las piezas.

4. Aplicabilidad

Este documento es aplicable al Sistema de Gestión de la Calidad de la División de Materiales Compuestos de Easy Industrial Solutions (EIS).

5. Elemento inicial

- Pieza preparada para inspeccionar

6. Elemento final

- Pieza inspeccionada

7. Centro responsable

- División de Materiales Compuestos de EIS

8. Procesos relacionados

- Procesos estratégicos
- Proceso de preparación de las piezas
- Operaciones posteriores a la inspección
- Proceso de Mejora Continua

- Proceso de control de los dispositivos de seguimiento y medición

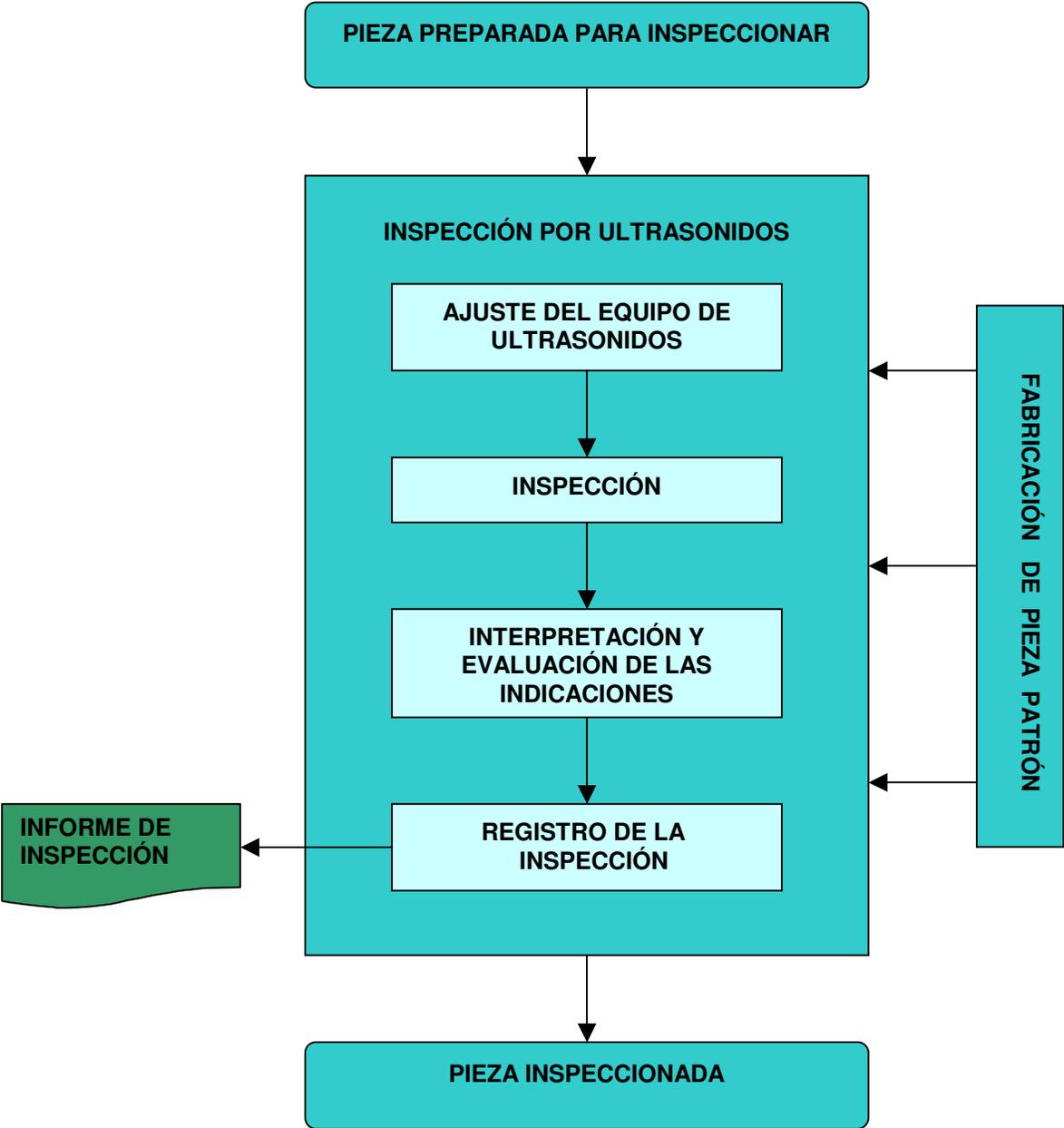
9. Propietario del proceso

División de Materiales Compuestos de EIS y Dirección General de EIS.

10. Misión

Garantizar que las piezas fabricadas cumplen con los requisitos de calidad según el criterio de aceptación impuesto por el cliente.

11. Esquema gráfico del proceso



12. Variables de entrada

- Piezas preparadas para inspeccionar
- Requisitos del cliente
- Criterio de aceptación aplicable
- Equipo de ultrasonidos

13. Variables de salida

- Piezas inspeccionadas
- Informes de inspección por ultrasonidos
- Piezas no conformes

14. Objetivo del proceso

Garantizar que las piezas entregadas al cliente cumplen con los requisitos de calidad impuestos por el mismo según el criterio de aceptación aplicable.

15. Indicadores

$$IIU = \frac{\sum PECC}{\sum PECT} \cdot 100$$

Donde,

PECC: Número de piezas entregadas al cliente conformes con los requisitos de calidad impuestos por éste según el criterio de aceptación aplicable.

NCT: Número total de piezas entregadas al cliente.

16. Nivel de capacidad

- *IIU* debe ser como mínimo 95%.

17. Documentación aplicable

DOCUMENTO	CODIFICACIÓN	TIPO DE DOCUMENTO
Ajuste del equipo de ultrasonidos	IU-PRC-001	Procedimiento
Fabricación de Pieza Patrón	IU-PRC-002	Procedimiento
Inspección por Ultrasonidos	IU-PRC-003	Procedimiento
Interpretación y evaluación de las indicaciones	IU-PRC-004	Procedimiento
Registro de la Inspección	IU-PRC-005	Procedimiento



FICHA DE PROCESO

**CONTROL DE LOS
DISPOSITIVOS DE
SEGUIMIENTO Y MEDICIÓN**

Edición: 21/03/06

Última revisión:

1. <u>INDICE</u>	<u>PÁGINA</u>
1. Índice	1
2. Revisiones y estado de revisiones	2
3. Objeto	3
4. Aplicabilidad	3
5. Elemento inicial	3
6. Elemento final	3
7. Centros responsables	3
8. Procesos relacionados	3
9. Propietario del proceso	4
10. Misión	4
11. Objetivo del proceso	4
12. Esquema gráfico del proceso	5
13. Variables de entrada	5
14. Variables de salida	6
15. Indicadores	6
16. Documentación aplicable	6

PREPARADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
Almudena Castillo Niño	Responsable de Calidad	Director General

2. REVISIONES

FECHA	Preparada por:	Revisada por:	Autorizada por:

3. Objeto

El objeto de este documento es describir la secuencia de actividades, entradas, salidas, indicadores, centros responsables y centros relacionados aplicables al proceso de control de los dispositivos de seguimiento y medición.

4. Aplicabilidad

Este procedimiento es aplicable al Sistema de Gestión de la Calidad de la División de Materiales Compuestos de Easy Industrial Solutions (EIS).

5. Elemento inicial

- Procesos operativos

6. Elemento final

- Procesos operativos

7. Centros responsables

- División de Materiales Compuestos de EIS

8. Procesos relacionados

- Procesos operativos

9. Propietario del proceso

- Gerente de la División de Materiales Compuestos

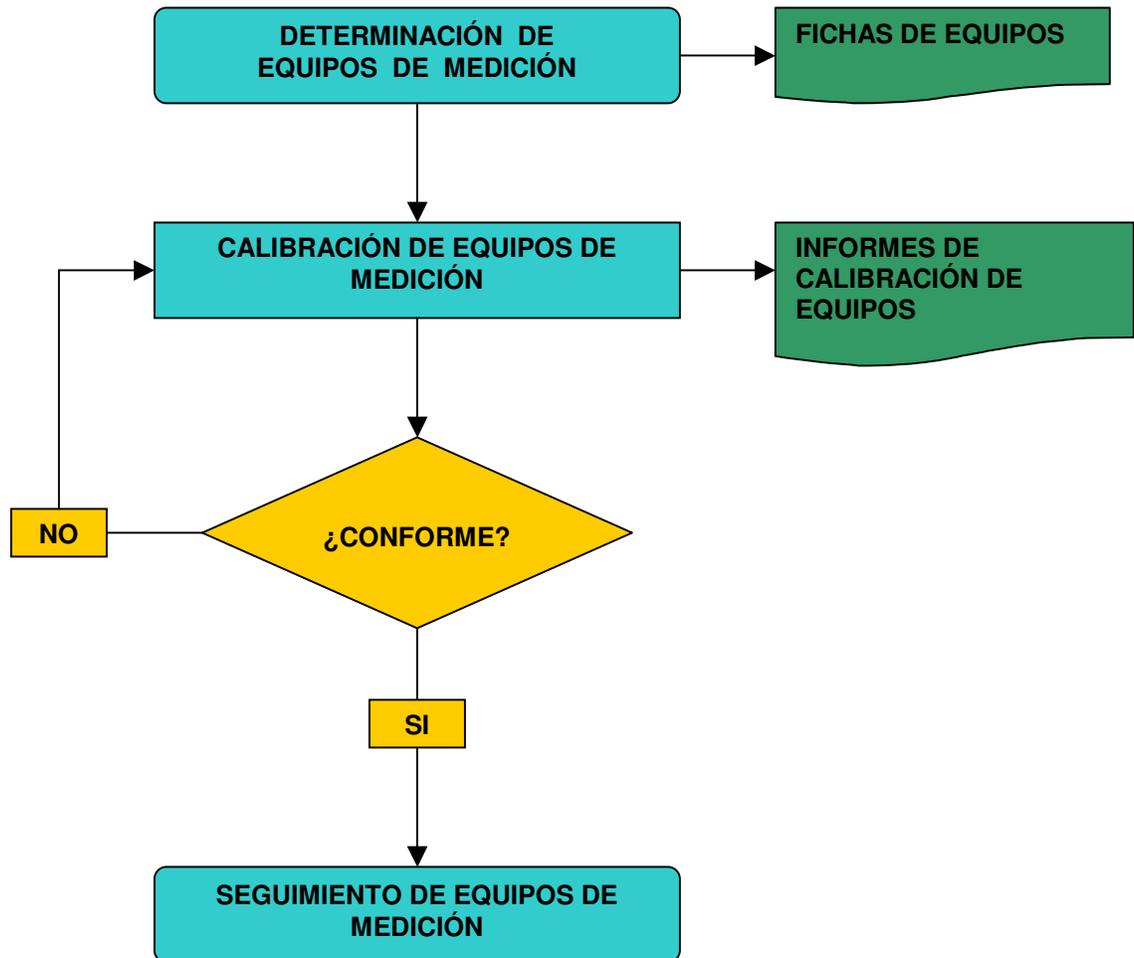
10. Misión

Garantizar que EIS dispone de dispositivos de seguimiento y medición coherentes con los requisitos de medida del proceso productivo.

11. Objetivos del proceso

Obtener un porcentaje inferior al 5% de piezas entregadas al cliente con no conformidades no detectadas debido a un incorrecto funcionamiento de los equipos de medición respecto del total de piezas entregadas al cliente.

12. Esquema gráfico del proceso



13. Variables de entrada

- Equipos de medición
- Fichas de equipos de medición
- Requisitos de equipos de medición

14. Variables de salida

- Calibraciones
- Informes de calibración de equipos

15. Indicadores

$$ICDSM = \frac{\sum PNC}{\sum PT} \cdot 100$$

Donde,

PNC: Piezas entregadas al cliente con no conformidades no detectadas debido a un incorrecto funcionamiento de los equipos de medición

PT: Piezas totales entregadas al cliente.

16. Documentación aplicable

TIPO DE DOCUMENTO	DOCUMENTO	CODIFICACIÓN
Procedimiento	Mantenimiento y calibración del equipo de ultrasonidos	CDSM-PRC-001



OPERACIONES POSTERIORES A LA INSPECCIÓN

Edición: 16/03/06

Ultima revisión:

INDICE

PÁGINA

1. Índice	1
2. Revisión y estado de revisiones	2
3. Objeto	3
4. Aplicabilidad	3
5. Elemento inicial	3
6. Elemento final	3
7. Centro responsable	3
8. Procesos relacionados	3
9. Propietario del proceso	4
10. Misión	4
11. Esquema gráfico del proceso	5
12. Variables de entrada	6
13. Variables de salida	6
14. Objetivo del proceso	6
15. Indicadores	7
16. Nivel de capacidad	8
17. Documentación aplicable	8

PREPARADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
Almudena Castillo Niño	Responsable de Calidad	Director General

2. REVISIONES

FECHA	Preparada por:	Revisada por:	Autorizada por:

3. Objeto

El objeto de este documento es describir la secuencia de actividades, entradas, salidas, indicadores, centros responsables y centros relacionados aplicables a las operaciones posteriores al proceso de inspección por ultrasonidos.

4. Aplicabilidad

Este documento es aplicable al Sistema de Gestión de la Calidad de la División de Materiales Compuestos de Easy Industrial Solutions (EIS).

5. Elemento inicial

- Piezas inspeccionadas

6. Elemento final

- Piezas inspeccionadas conformes almacenadas
- Control de piezas no conformes

7. Centro responsable

- División de Materiales Compuestos de EIS

8. Procesos relacionados

- Procesos estratégicos
- Proceso de Preparación de las Piezas
- Proceso de Inspección por Ultrasonidos

- Proceso de Mejora Continua
- Proceso de Control de los Dispositivos de Seguimiento y Medición

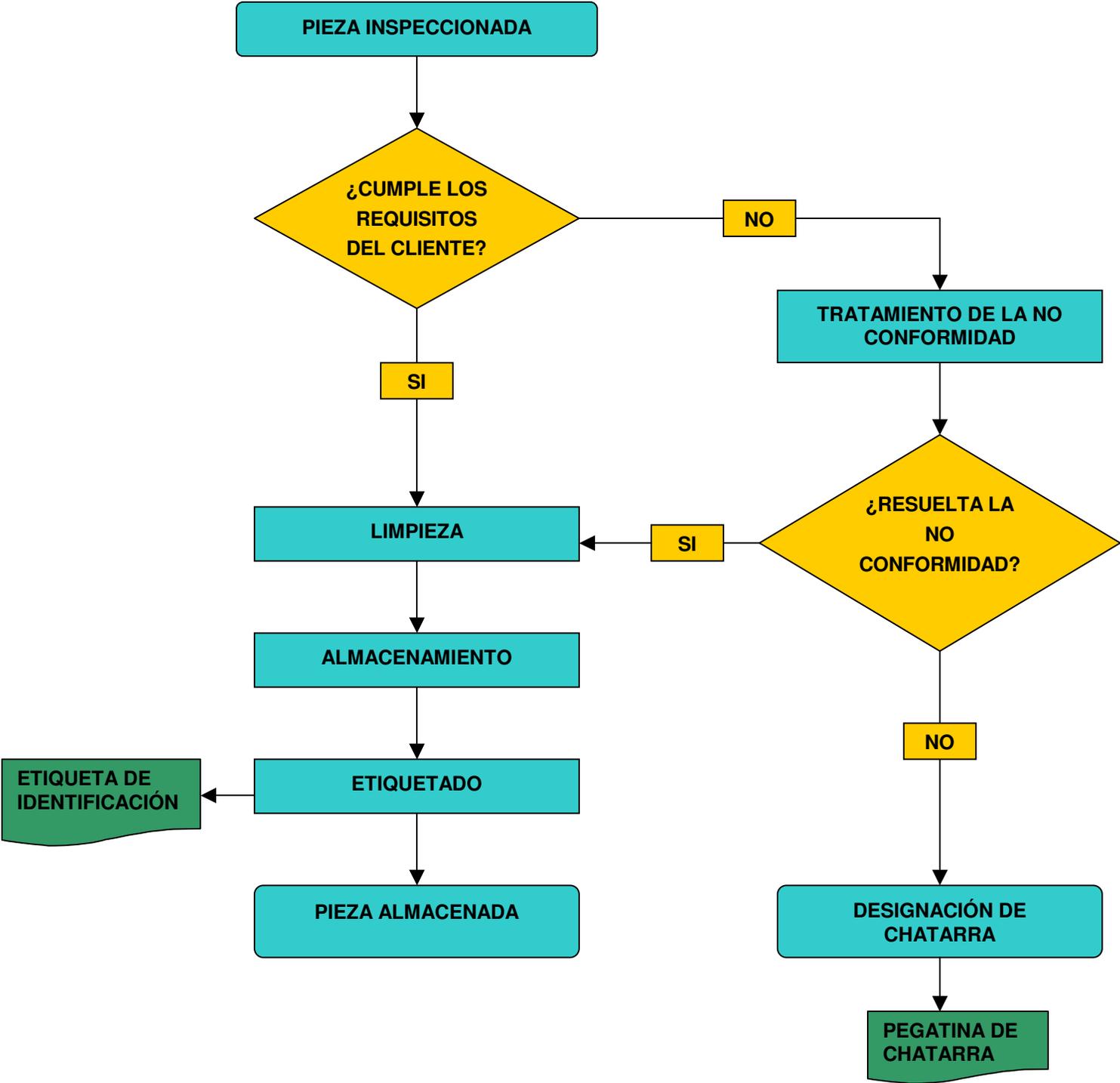
9. Propietario del proceso

División de Materiales Compuestos de EIS y Dirección General de EIS.

10. Misión

Garantizar que las piezas inspeccionadas que son conformes con los requisitos del cliente son almacenadas y etiquetadas correctamente, y asegurar el control de aquéllas que no son conformes.

11. Esquema gráfico del proceso



12. Variables de entrada

- Piezas inspeccionadas
- Requisitos del cliente
- Criterio de aceptación aplicable

13. Variables de salida

- Piezas conformes almacenadas
- Etiquetas de identificación
- HNC
- Piezas no conformes con designación de chatarra
- Pegatinas de chatarra

14. Objetivo del proceso

- Almacenar y etiquetar correctamente las piezas inspeccionadas que cumplen con los requisitos de calidad impuestos por el cliente.
- Controlar las piezas que no son conformes con los requisitos del cliente para prevenir su entrega no intencional.

15. Indicadores

15.1.

$$IOPI1 = \frac{\sum PAC}{\sum PAT} \cdot 100$$

Donde,

PAC: Número de piezas conformes almacenadas correctamente (limpias, etiquetadas y con documentación adjunta).

PAT: Número de piezas conformes almacenadas totales

15.2.

$$IOPI2 = \frac{\sum PNCE}{\sum PNCT} \cdot 100$$

Donde,

PNCE: Número de piezas no conformes entregadas al cliente (no intencionadamente).

PNCT: Número de piezas no conformes totales.

16. Nivel de capacidad

- *IOP11* debe ser como mínimo 90%
- *IOP12* debe ser como máximo 5%

17. Documentación aplicable

DOCUMENTO	CODIFICACIÓN	TIPO DE DOCUMENTO
Control de piezas no conformes	OPI-PRC-001	Procedimiento
Almacenamiento de piezas inspeccionadas	OPI-PRC-002	Procedimiento



FICHA DE PROCESO

MEJORA CONTINUA

Edición: 20/03/06

Última revisión:

1. <u>INDICE</u>	<u>PÁGINA</u>
1. Índice	1
2. Revisiones y estado de revisiones	2
3. Objeto	3
4. Aplicabilidad	3
5. Elemento inicial	3
6. Elemento final	3
7. Centros responsables	3
8. Procesos relacionados	4
9. Propietario del proceso	4
10. Misión	4
11. Objetivo del proceso	4
12. Esquema gráfico del proceso	5
13. Variables de entrada	6
14. Variables de salida	6
15. Indicadores	6
16. Documentación aplicable	7

PREPARADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
Almudena Castillo Niño	Responsable de Calidad	Director General

2. REVISIONES

FECHA	Preparada por:	Revisada por:	Autorizada por:

3. Objeto

El objeto de este documento es describir la secuencia de actividades, entradas, salidas, indicadores, centros responsables y centros relacionados aplicables al proceso de Mejora Continua.

4. Aplicabilidad

Este procedimiento es aplicable al Sistema de Gestión de la Calidad de la División de Materiales Compuestos de Easy Industrial Solutions (EIS).

5. Elemento inicial

- Procesos operativos
- Procesos soporte

6. Elemento final

- Procesos operativos
- Procesos soporte

7. Centros responsables

- División de Materiales Compuestos de EIS

8. Procesos relacionados

- Procesos operativos
- Procesos soporte

9. Propietario del proceso

- Gerente de la División de Materiales Compuestos

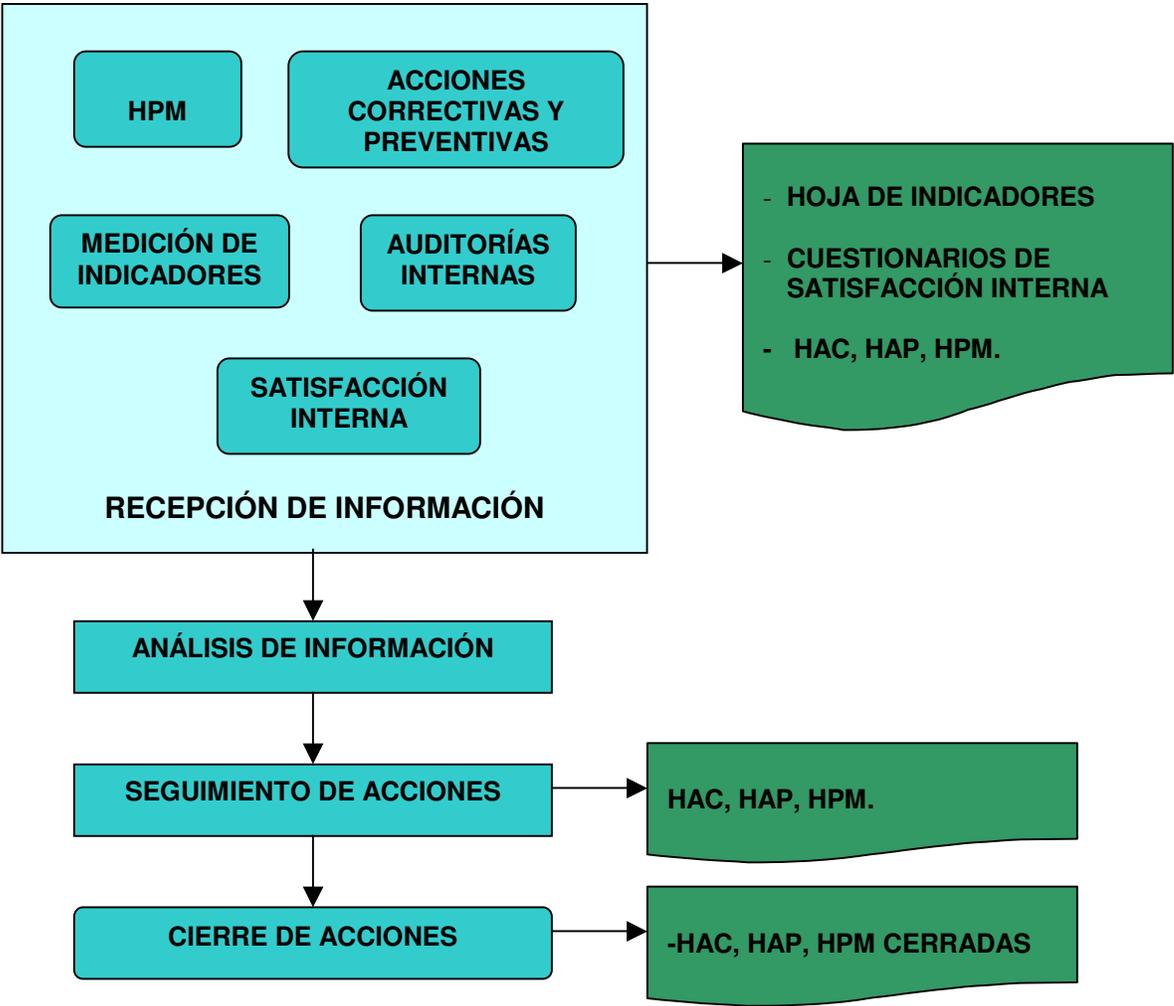
10. Misión

Garantizar que se gestionan de manera eficaz todas las acciones encaminadas hacia la mejora continua del Sistema de Gestión de la Calidad de la División de Materiales Compuestos de EIS.

11. Objetivo del proceso

- Nivel de capacidad: las no conformidades detectadas en auditorías internas deben ser como mínimo un 90% de las detectadas en auditorías externas.

12. Esquema gráfico del proceso



13. Variables de entrada

- Mejoras propuestas
- Acciones preventivas y correctivas
- Información general de auditorías
- Información de indicadores
- Cuestionarios de satisfacción interna

14. Variables de salida

- HAC, HAP, HPM

15. Indicadores

$$IMC = \frac{\sum NCI}{\sum NCE} \cdot 100$$

Donde,

NCI: No conformidades detectadas internamente

NCE: No conformidades detectadas externamente

16. Documentación aplicable

TIPO DE DOCUMENTO	DOCUMENTO	CODIFICACIÓN
Procedimiento	Detección de No Conformidades	MC-PRC-001
Procedimiento	Acciones Correctivas	MC-PRC-002
Procedimiento	Propuestas de Mejora	MC-PRC-003
Procedimiento	Acciones Preventivas	MC-PRC-004
Procedimiento	Auditoría Interna	MC-PRC-005
Procedimiento	Satisfacción del cliente	MC-PRC-006

ÍNDICE ANEXO IV

- A-IV.1. Preparación de las piezas (PP-PRC-001)
- A-IV.2. Ajuste del equipo de Ultrasonidos (IU-PRC-001)
- A-IV.3. Fabricación de Pieza Patrón (IU-PRC-002)
- A-IV.4. Inspección por Ultrasonidos (IU-PRC-003)
- A-IV.5. Interpretación y evaluación de las indicaciones (IU-PRC-004)
- A-IV.6. Registro de la inspección (IU-PRC-005)
- A-IV.7. Cualificación del personal para la inspección por ultrasonidos (GR-PRC-004)
- A-IV.8. Mantenimiento y calibración del equipo de ultrasonidos (CDSM-PRC-001)
- A-IV.9. Control de piezas no conformes (OPI-PRC-001)
- A-IV.10. Almacenamiento de piezas inspeccionadas (OPI-PRC-002)
- A-IV.11. Detección de no conformidades (MC-PRC-001)
- A-IV.12. Acciones correctivas (MC-PRC-002)
- A-IV.13. Propuestas de mejora (MC-PRC-003)
- A-IV.14. Acciones preventivas (MC-PRC-004)
- A-IV.15. Auditoría Interna (MC-PRC-005)
- A-IV.16. Satisfacción del cliente (MC-PRC-006)



PREPARACIÓN DE LAS PIEZAS

Edición: 01/03/06

Última revisión:

INDICE

PÁGINA

1. Índice	1
2. Revisiones y estado de revisiones	2
3. Objeto	3
4. Aplicabilidad	3
5. Desarrollo	3
6. Esquema gráfico del procedimiento	6
7. Personal responsable	7
8. Documentos aplicables	7
9. Documentos relacionados	7
10. Anexo. Hoja de Registro de Irregularidades	8

PREPARADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
Almudena Castillo Niño	Responsable de Calidad	Director General

2. REVISIONES

FECHA	Preparada por:	Revisada por:	Autorizada por:

3. Objeto

El objeto de este documento es definir y desarrollar la secuencia de actividades que son necesarias para llevar a cabo la preparación de las piezas antes de la inspección por ultrasonidos.

4. Aplicabilidad

Este documento es aplicable al Sistema de Gestión de la Calidad de la División de Materiales Compuestos de Easy Industrial Solutions (EIS).

5. Desarrollo del procedimiento

5.1. Recepción de la pieza y documentación

Las piezas cuya fabricación ha concluido y necesitan ser inspeccionadas se encuentran almacenadas en la correspondiente estantería para piezas acabadas. Cada pieza debe estar perfectamente identificada mediante una etiqueta pegada en su superficie. Dicha etiqueta contendrá los siguientes datos:

- Código de la pieza
- Número de orden de fabricación
- Programa
- Fecha de fabricación
- Responsable
- Factoría de origen
- Factoría de destino

Junto a cada pieza se adjuntará su correspondiente documentación. Estos documentos consisten en:

- Orden de producción, la cual debe contener:
 - Nombre de la persona que la ordena
 - Departamento
 - Firma
 - Fecha de inicio
 - Fecha de fin
 - Nº de orden
 - Tareas
 - Descripción
 - Materiales
 - Equipos y herramientas
 - Responsable de la tarea
 - Tiempo
 - Documentación

- Ficha Técnica, cuya información será:
 - Pieza
 - Código
 - Material Preimpregnado
 - Materiales auxiliares
 - Ciclo de curado (P y T)
 - Fecha de fabricación
 - Personal responsable
 - Firma

5.2. Limpieza de la superficie de la pieza

La superficie por la que se vaya a desplazar el palpador debe ser lo más uniforme posible para permitir un buen acoplamiento entre ambos. Los paneles serán inspeccionados por la superficie que presente menos rugosidad.

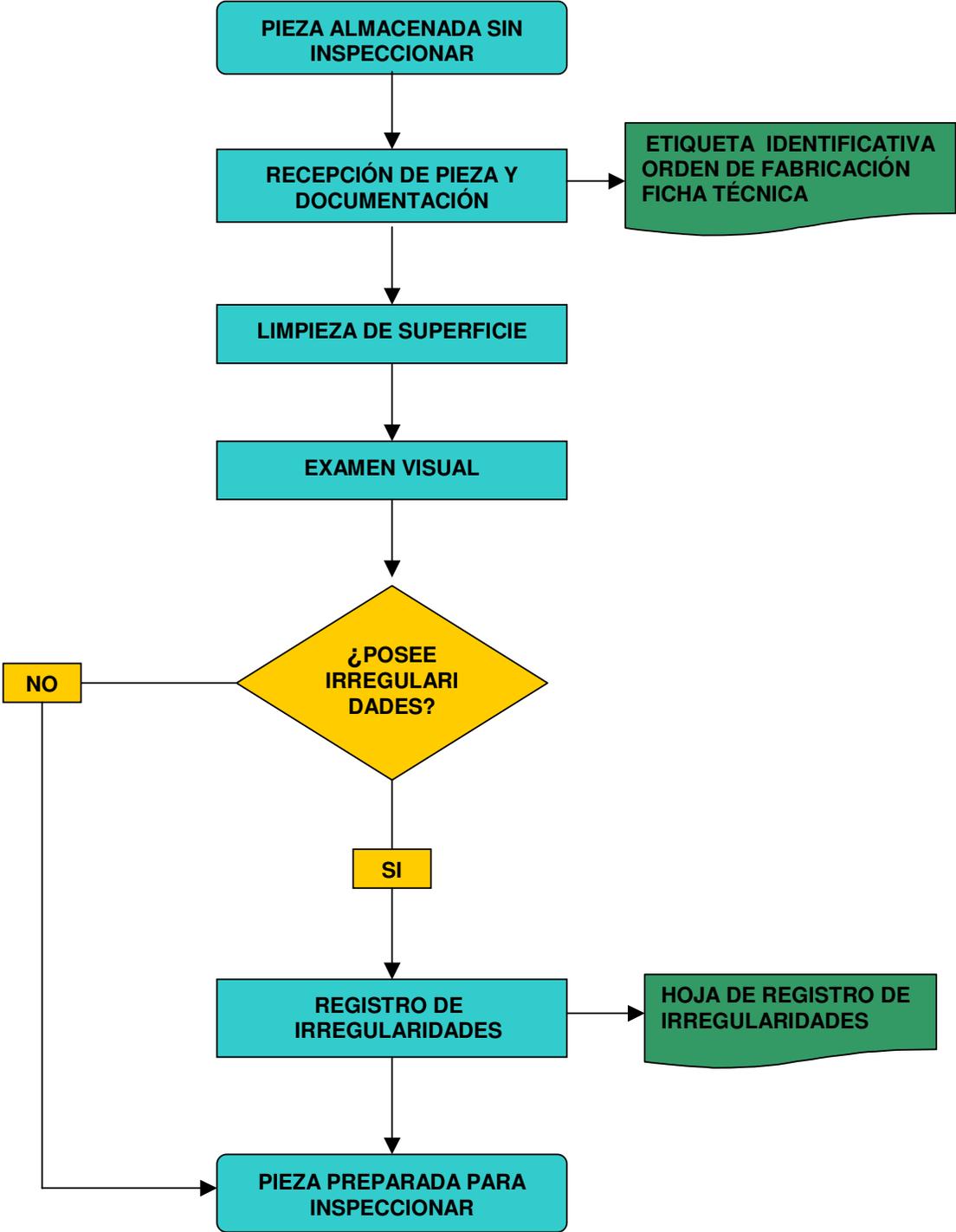
Se realizará una limpieza de dicha superficie, comprobando que se encuentra libre de materiales extraños o cualquier sustancia que pueda dificultar el desplazamiento del palpador y/o su acoplamiento con la superficie. Para ello se utilizará un trapo seco o impregnado en un disolvente suave.

5.3. Examen visual

Previamente a la propia inspección el elemento será examinado visualmente con el fin de detectar delaminaciones en los bordes, irregularidades superficiales, marcas u otros fenómenos que puedan afectar a la inspección.

En el caso de encontrarse irregularidades, éstas serán anotadas en la correspondiente *Hoja de Registro de Irregularidades* (Anexo) para posteriormente ser tenidas en cuenta en el registro final del proceso de inspección. Dicha hoja de registro de las irregularidades será archivada en su base de datos correspondiente.

6. Esquema gráfico del procedimiento



7. Personal responsable

Este procedimiento podrá ser llevado a cabo por personal no certificado, pero siempre bajo la supervisión de personal certificado en Ultrasonidos según UNE EN 4179, quien será el responsable final de su correcto cumplimiento.

8. Documentos aplicables

EN 9100

9. Documentos relacionados

DOCUMENTO	CODIFICACIÓN	TIPO DE DOCUMENTO
Preparación de las piezas	FP-PP	Ficha de Proceso

10. ANEXO

HOJA DE REGISTRO DE IRREGULARIDADES



PROCEDIMIENTO

 easy industrial solutions	HOJA DE REGISTRO DE IRREGULARIDADES	HOJA Nº:
		Fecha Edición:
		Fecha Revisión:
CÓDIGO PIEZA:	ORDEN DE FABRICACIÓN Nº:	
Observaciones:		
PERSONAL RESPONSABLE:		
Firma		



AJUSTE DEL EQUIPO DE ULTRASONIDOS

Edición: 01/03/06

Última revisión:

INDICE

PÁGINA

1. Índice	1
2. Revisiones y estado de revisiones	2
3. Objeto	3
4. Aplicabilidad	3
5. Equipo y materiales	3
6. Desarrollo	4
7. Esquema gráfico del procedimiento	9
8. Personal responsable	10
9. Documentos aplicables	10
10. Documentos relacionados	10

PREPARADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
Almudena Castillo Niño	Responsable de Calidad	Director General

2. REVISIONES

FECHA	Preparada por:	Revisada por:	Autorizada por:

3. Objeto

El objeto de este documento es definir y desarrollar la secuencia de actividades que son necesarias para llevar a cabo el ajuste previo del equipo de ultrasonidos.

4. Aplicabilidad

Este documento es aplicable al Sistema de Gestión de la Calidad de la División de Materiales Compuestos de Easy Industrial Solutions (EIS).

5. Equipo y materiales

5.1. Equipo de ultrasonidos

Será un equipo USM 35X DAC de la firma Krautkramer. La representación en pantalla será tipo A.

5.2. Palpador

Será de tipo contacto y de incidencia normal. Su frecuencia nominal será de 5 MHz y el diámetro de piezoeléctrico será de 6,35 mm (1/4"). Llevará incorporado un retardo de metacrilato de 9,5 mm de longitud. El palpador irá provisto de su cable coaxial correspondiente.

5.3. Agente acoplante

Será gel tipo ZG-F de la marca Krautkramer. Éste debe formar una película fina, consistente y sin fluidez.

5.4. Pieza patrón

Será una pieza patrón fabricada con los mismos materiales y el mismo método que las piezas a inspeccionar. Sus dimensiones y características deberán ser las descritas en el procedimiento IU-PRC-002.

6. Desarrollo

6.1. Generalidades

El equipo de ultrasonidos (aparato y palpador) deberá ser ajustado previamente a la inspección para demostrar que los parámetros de inspección que se establezcan garanticen una adecuada detección de los defectos del tamaño mínimo detectable requeridos por los criterios de aceptación aplicables a los elementos a inspeccionar.

Se deberá realizar un ajuste inicial del equipo al comenzar las inspecciones y un chequeo periódico cada hora o cuando se termine la inspección de un elemento si ésta dura más de una hora. Igualmente, se procederá a realizar un nuevo ajuste del equipo cuando se modifique alguna variable del mismo. La secuencia de ajuste se describe a continuación.

6.2. Ajuste de la Base de Tiempos

La base de tiempos del aparato debe ajustarse para indicar, en la pantalla, el recorrido del haz ultrasónico. De esta manera, es posible establecer una proporción entre la anchura del gráfico de pantalla (campo de ajuste) y un campo de distancia definido en el material en el que se va a realizar la inspección. Esto hace posible la localización de los defectos.

6.2.1. Conexión y puesta a punto del equipo

Se seguirán las instrucciones del fabricante para la conexión del equipo y del palpador, así como para el establecimiento de los parámetros y puesta a punto del conjunto.

6.2.2. Estabilización del sistema

Antes de comenzar el ajuste, el sistema ultrasónico se dejará estabilizar durante el tiempo que sea necesario de acuerdo a las instrucciones del fabricante.

6.2.3. Acoplamiento del palpador a la pieza patrón

Para la realización de las medidas se utilizará aquella parte de la pieza patrón cuyo espesor sea igual al espesor nominal del elemento a inspeccionar ± 1 mm.

El palpador se posicionará sobre dicha parte de la pieza patrón de forma que el haz ultrasónico no intercepte ninguno de los defectos artificiales, aplicando para ello previamente una capa uniforme de agente acoplante.

6.2.4. Obtención de ecos de referencia

Se observará la distancia entre los múltiples ecos de fondo obtenidos. Se actuará sobre el mando de ajuste de campo para que la distancia entre dos ecos consecutivos cualesquiera sea de 25 divisiones de la escala horizontal. Para la medida de distancias se tendrá en cuenta que el punto de referencia de cada eco es su borde ascendente izquierdo.

Una vez conseguida esa correspondencia, se actuará sobre el mando de desplazamiento de la base de tiempos hasta situar el primer eco de fondo exactamente en la división 25 de la escala horizontal. El segundo eco deberá quedar, por tanto, en la división 50 de la escala (extremo final de la escala).

6.2.5. Cálculo del factor de escala K

Una vez realizado el ajuste de la base de tiempos se calculará el valor del factor de escala k para obtener la correspondencia entre las distancias en el gráfico de pantalla y las distancias en el material, permitiendo así la localización de los posibles defectos.

El factor de escala k se calculará según la siguiente fórmula:

$$k = \frac{CA}{50} \quad \left(\frac{mm}{div.esc.} \right)$$

Donde,

CA: Campo de ajuste (mm). Es el doble del espesor utilizado de la pieza patrón.

Cada división de la escala horizontal de la pantalla corresponderá a k mm del material a inspeccionar.

6.3. Ajuste de la Sensibilidad

6.3.1. Generalidades

Una vez ajustada la base de tiempos, se debe ajustar la sensibilidad del equipo de ultrasonidos mediante la técnica de la *Curva Amplitud-Distancia (CAD ó DAC)*.

La curva DAC es una curva que representa el cambio de amplificación, en función del tiempo de vuelo o profundidad, que es necesario para conseguir que reflectores iguales produzcan ecos de la misma amplitud, independientemente de la profundidad a la que se encuentren. Su finalidad es corregir el efecto atenuador que se produce en la

señal ultrasónica debido al aumento de espesor. Así, las señales se amplifican tanto más cuanto más tardan en llegar. Por tanto, el eco de un reflector mostrará en pantalla una amplitud constante, independientemente de la distancia a la que se encuentre.

6.3.2. Acoplamiento del palpador a la pieza patrón

Para la construcción de la curva DAC se utilizará la misma sección de la pieza patrón usada para el ajuste previo de la base de tiempos.

El palpador se posicionará sobre dicha parte de la pieza patrón de forma que el haz ultrasónico intercepte alguno de los defectos artificiales, aplicando para ello previamente una capa uniforme de agente acoplante.

6.3.3. Construcción de la curva DAC

Se posicionará el palpador sobre los diferentes defectos artificiales localizados a diferente profundidad, y utilizando el sistema electrónico de compensación de que disponga el equipo, se realizará la construcción de la curva DAC siguiendo las instrucciones del fabricante.

De esta forma los ecos procedentes de todos los defectos quedarán compensados y situados al mismo nivel de ganancia. Se recomienda situarlos al 80% ATP siempre que sea posible, y nunca deberán superar el 100% ATP ni ser inferior al 60% ATP.

6.4. Verificación de los ajustes

Una vez realizados los ajustes de la base de tiempo y de la sensibilidad, se verificará mediante un barrido de la pieza patrón que los defectos artificiales se detectan adecuadamente en forma, tamaño y profundidad con el fin de garantizar la adecuada selección de los parámetros de inspección.

6.5. Determinación de la Transferencia

6.5.1. Generalidades

Se define como *transferencia* la pequeña variación de amplitud de la señal ultrasónica que puede producirse al pasar de la pieza patrón a una zona del elemento a inspeccionar de configuración equivalente.

Estas ligeras variaciones pueden estar producidas por posibles diferencias geométricas (espesor, condición superficial, etc.) que se pueden presentar entre la pieza patrón y el elemento a inspeccionar.

6.5.2. Determinación de la ganancia en la pieza patrón

Acoplando el palpador sobre la pieza patrón, de forma que el haz no intercepte ningún defecto artificial, se amplificará el primer eco de fondo obtenido hasta el 80% ATP. Se determinarán los decibelios necesarios (ganancia).

6.5.3. Determinación de la ganancia en el elemento

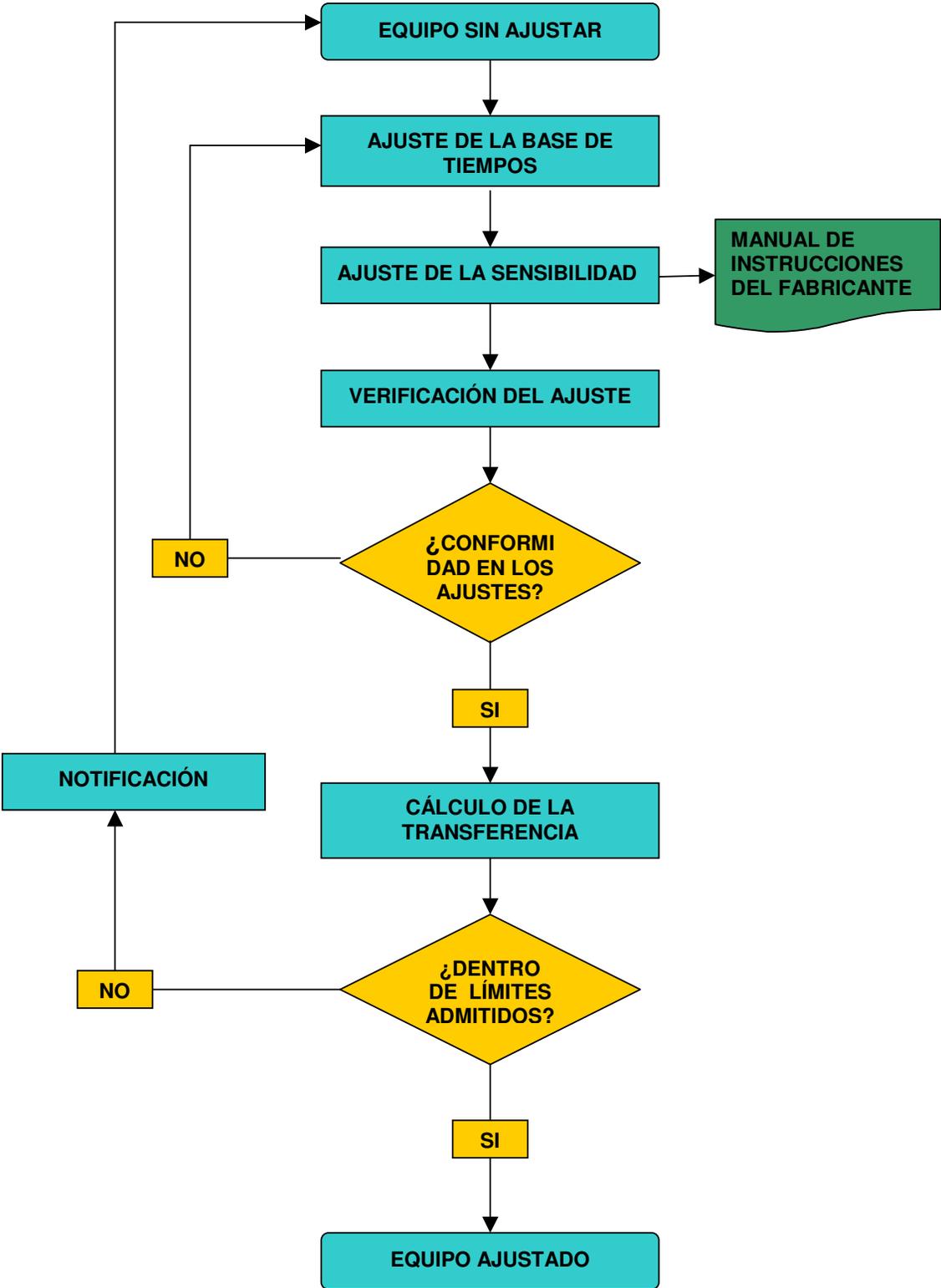
Se realizará un barrido de varias zonas del elemento comparables con la configuración de la pieza patrón, y se determinará el menor valor de decibelios necesarios (ganancia) para obtener una señal de fondo con la misma amplitud que la obtenida en el apartado 6.5.2. en la pieza patrón.

6.5.4. Cálculo del valor de la transferencia

El valor de la transferencia se obtendrá como resultado de restar los valores de decibelios obtenidos (ganancia) en la pieza patrón y en el elemento.

El valor de la transferencia admisible deberá estar comprendido entre ± 6 dB. En caso de que el valor esté fuera de estos límites, esto deberá ser reportado.

6. Esquema gráfico del procedimiento



7. Personal responsable

Este procedimiento deberá ser llevado a cabo por personal certificado como mínimo con Nivel II en Ultrasonidos según UNE EN 4179:2000, siendo el responsable final de su correcto cumplimiento.

8. Documentos aplicables

EN 9100

UNE-EN 583-2

9. Documentos relacionados

DOCUMENTO	CODIFICACIÓN	TIPO DE DOCUMENTO
Inspección por Ultrasonidos	FP-IU	Ficha de Proceso
Fabricación de Pieza Patrón	IU-PRC-002	Procedimiento



FABRICACIÓN DE PIEZA PATRÓN

Edición: 02/03/06

Última revisión:

INDICE

PÁGINA

1. Índice	1
2. Revisiones y estado de revisiones	2
3. Objeto	3
4. Aplicabilidad	3
5. Desarrollo	3
6. Dibujo de la pieza	5
7. Personal responsable	6
8. Documentos aplicables	6
9. Documentos relacionados	6
10. Anexo. Ficha Técnica de Pieza Patrón	7

PREPARADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
Almudena Castillo Niño	Responsable de Calidad	Director General

2. REVISIONES

FECHA	Preparada por:	Revisada por:	Autorizada por:

3. Objeto

El objeto de este documento es definir y desarrollar la secuencia de actividades que son necesarias para llevar a cabo la fabricación de la pieza patrón para el ajuste previo del equipo de ultrasonidos, así como las características que ésta debe tener.

4. Aplicabilidad

Este documento es aplicable al Sistema de Gestión de la Calidad de la División de Materiales Compuestos de Easy Industrial Solutions (EIS).

5. Desarrollo del procedimiento

5.1. Método de fabricación y materiales

La pieza patrón necesaria para el ajuste del equipo de ultrasonidos estará fabricada con los mismos materiales que las piezas a inspeccionar.

El método de fabricación utilizado será representativo del proceso de fabricación de los elementos a inspeccionar.

5.2. Dimensiones y configuración geométrica

Tendrá una configuración de caras paralelas. Poseerá varios espesores de referencia, debiendo cubrir todo el rango de espesores nominales de los elementos a inspeccionar ± 1 mm. Contendrá defectos artificiales del tamaño mínimo detectable según el correspondiente criterio de aceptación aplicable. Se simularán introduciendo teflón doblado.

Las dimensiones, así como un dibujo de la pieza, vienen dados en el apartado 6 del presente procedimiento.

5.3. Requisitos y documentación

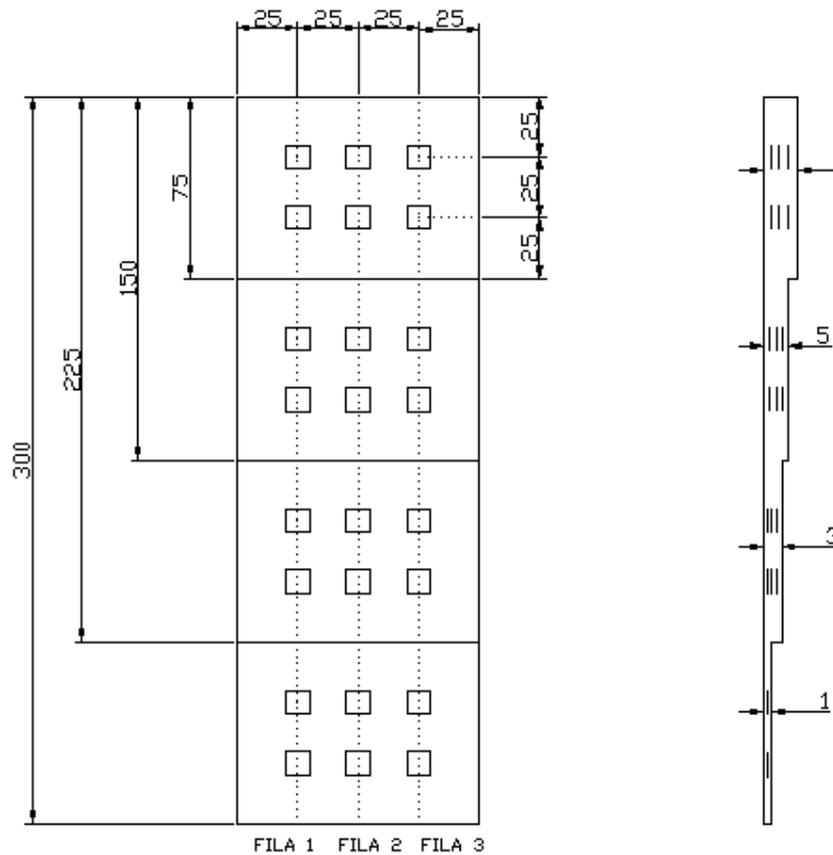
La pieza patrón estará identificada sobre su superficie con un número de serie mediante un sistema que asegure la identificación permanente durante su vida útil como pieza patrón.

Tras su fabricación, la pieza deberá pasar un proceso de certificación según la norma específica del cliente.

Además, deberá disponer de su correspondiente *Ficha Técnica* (Anexo), que deberá incluir la siguiente información:

- N° de serie
- Material preimpregnado
- Materiales auxiliares
- Ciclo de curado (P y T)
- Fecha de fabricación
- Personal responsable
- Firma

6. Dibujo de la pieza



- Las dimensiones vienen dadas en milímetros
- Defectos artificiales de 6 x 6 mm
- Localización de los defectos:
 - FILA 1: Defectos situados a dos telas de la superficie inferior.
 - FILA 2: Defectos situados en el centro del espesor.
 - FILA 3: Defectos situados a dos telas de la superficie superior.

7. Personal responsable

Este procedimiento será llevado a cabo por los técnicos TEFEC, siendo aplicables los mismos métodos y procedimientos que para la fabricación de las piezas a inspeccionar.

8. Documentos aplicables

EN 9100

9. Documentos relacionados

DOCUMENTO	CODIFICACIÓN	TIPO DE DOCUMENTO
Inspección por Ultrasonidos	FP-IU	Ficha de Proceso
Ajuste del equipo de ultrasonidos	IU-PRC-001	Procedimiento

10. ANEXO

FICHA TÉCNICA DE PIEZA PATRÓN



PROCEDIMIENTO

		FICHA TÉCNICA DE PIEZA PATRÓN	
CÓDIGO PIEZA:		Fecha de Edición:	
Nº DE SERIE:		Fecha de Revisión:	
MATERIALES DE FABRICACIÓN			
Material Preimpregnado:			
Materiales Auxiliares:	1		
	2		
	3		
	4		
	5		
PROCESO DE FABRICACIÓN			
Ciclo de Curado:		P:	T:
Fecha de Fabricación:			
Personal Responsable:			
Firma			



**INSPECCIÓN POR
ULTRASONIDOS**

Edición: 03/03/06
Última revisión:

INDICE

PÁGINA

1. Índice	1
2. Revisiones y estado de revisiones	2
3. Objeto	3
4. Aplicabilidad	3
5. Equipo y materiales	3
6. Desarrollo	3
7. Esquema gráfico del procedimiento	4
8. Personal responsable	5
9. Documentos aplicables	5
10. Documentos relacionados	5

PREPARADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
Almudena Castillo Niño	Responsable de Calidad	Director General

2. REVISIONES

FECHA	Preparada por:	Revisada por:	Autorizada por:

3. Objeto

El objeto de este documento es definir y desarrollar la secuencia de actividades que son necesarias para llevar a cabo la Inspección por Ultrasonidos de las piezas.

4. Aplicabilidad

Este documento es aplicable al Sistema de Gestión de la Calidad de la División de Materiales Compuestos de Easy Industrial Solutions (EIS).

5. Equipo y materiales

Se utilizará el mismo equipo de ultrasonidos (aparato y palpador, incluido cable coaxial) y agente acoplante que los utilizados en el proceso previo de ajuste.

6. Desarrollo

6.1. Establecimiento de los parámetros del equipo

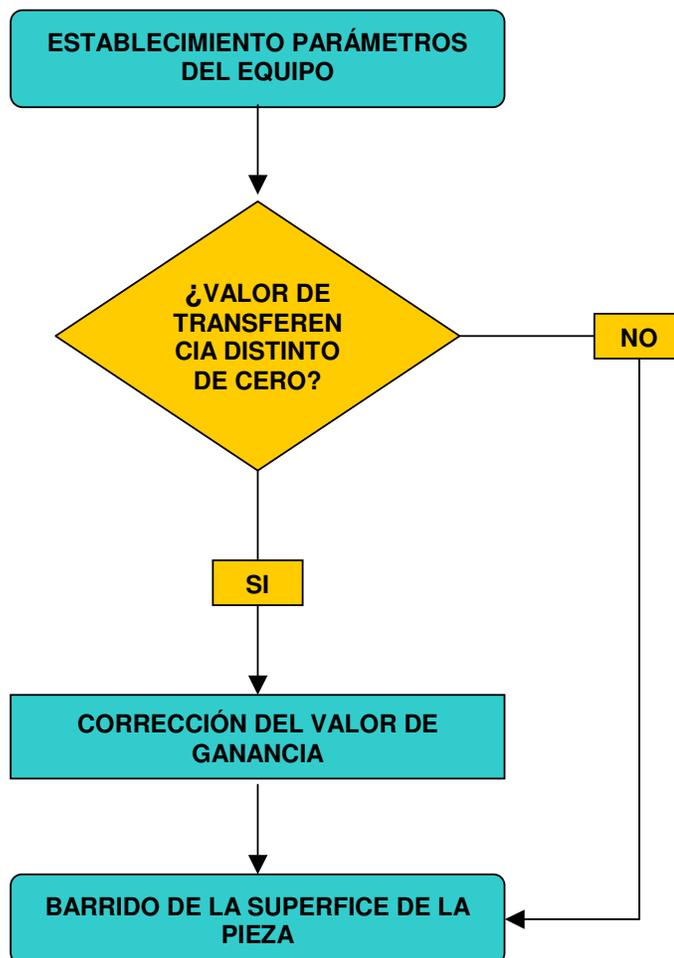
Los parámetros del equipo de ultrasonidos serán los mismos parámetros establecidos durante el ajuste previo. El valor de la ganancia deberá ser corregido con el valor obtenido de la transferencia en el ajuste previo en el caso en que éste sea distinto de cero.

6.2. Barrido de la pieza

El agente acoplante deberá ser aplicado de forma uniforme sobre la superficie de la pieza a inspeccionar. Se realizará un barrido del elemento hasta cubrir toda la superficie a inspeccionar. Para asegurar el barrido total de la zona a explorar cada paso del palpador deberá solapar al menos el 10% de la anchura del cristal oscilador.

La velocidad de barrido será tal que garantice la detectabilidad de los defectos de tamaño mínimo detectable requeridos por el criterio de aceptación aplicable. En ningún caso deberá exceder de 150 mm/s.

7. Esquema gráfico del procedimiento



8. Personal responsable

Este procedimiento deberá ser llevado a cabo por personal certificado como mínimo con Nivel II en Ultrasonidos según UNE EN 4179:2000, siendo el responsable final de su correcto cumplimiento.

9. Documentos aplicables

EN 9100

10. Documentos relacionados

TIPO DE DOCUMENTO	DOCUMENTO	CODIFICACIÓN
Ficha de Proceso	Inspección por Ultrasonidos	FP-IU
Procedimiento	Ajuste del equipo de ultrasonidos	IU-PRC-001
Procedimiento	Interpretación y evaluación de las indicaciones	IU-PRC-004
Procedimiento	Registro de la Inspección	IU-PRC-005





INTERPRETACIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS INDICACIONES

Edición: 06/03/06
Última revisión:

INDICE

PÁGINA

1. Índice	1
2. Revisiones y estado de revisiones	2
3. Objeto	3
4. Aplicabilidad	3
5. Definiciones	3
6. Desarrollo	3
7. Criterio de aceptación	5
8. Esquema gráfico del procedimiento	7
9. Personal responsable	8
10. Documentos aplicables	8
11. Documentos relacionados	8

PREPARADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
Almudena Castillo Niño	Responsable de Calidad	Director General

2. REVISIONES

FECHA	Preparada por:	Revisada por:	Autorizada por:

3. Objeto

El objeto de este documento es definir y desarrollar la secuencia de actividades que son necesarias para llevar a cabo la interpretación y evaluación de las indicaciones obtenidas durante el proceso de inspección por ultrasonidos de las piezas.

4. Aplicabilidad

Este documento es aplicable al Sistema de Gestión de la Calidad de la División de Materiales Compuestos de Easy Industrial Solutions (EIS).

5. Definiciones

- 5.1. **Indicación Identificable:** Aquélla en la que la inspección por ultrasonidos proporciona información suficiente para su caracterización.
- 5.2. **Indicación No Identificable:** Aquélla en la que la inspección por ultrasonidos no proporciona información suficiente para su caracterización.

6. Desarrollo

6.1. Detección de indicación

Cuando durante la inspección de la pieza se observe una indicación, se comprobará que ésta no es debida a variaciones en la configuración geométrica o a irregularidades superficiales (indicación irrelevante).

6.2. Caracterización de la indicación

En el caso de que la indicación sea relevante se comprobará que el método de ensayo empleado proporciona suficiente información para su caracterización (indicación identificable). Si no es posible su caracterización, la indicación será no identificable.

6.3. Evaluación de las dimensiones

Se comprobarán las dimensiones de la indicación considerando el criterio de aceptación aplicable (apartado 7). La indicación será reportable en los siguientes casos:

6.3.1. Indicación Identificable

Las indicaciones identificables serán reportables cuando excedan de las dimensiones y/o distribución del correspondiente criterio de aceptación aplicable.

6.3.2. Indicación No Identificable

Las indicaciones no identificables serán reportables cuando además de exceder de las dimensiones y/o distribución del correspondiente criterio de aceptación aplicable presenten alguna de las siguientes condiciones:

- El eco de fondo sufra una caída superior a 18 dB al compararse con las zonas similares adyacentes (caída del eco de fondo por debajo del 10% ATP).
- Aparezca un eco intermedio que sea superior en amplitud al nivel correspondiente del eco de fondo establecido durante el ajuste, después de restarle 9 dB (aparición de ecos intermedios por encima del 30% ATP).

7. Criterio de Aceptación

A continuación se indica el criterio de aceptación aplicable a indicaciones relevantes. Las dimensiones vienen dadas en mm y las áreas en mm².

Área máxima de indicación relevante (A)	500
Longitud máxima de indicación relevante (L)	39
Distancia mínima entre indicaciones relevantes (D)	(*)
Área máxima de indicaciones relevantes contenida en un círculo de 200 mm de diámetro	< 5%
Dimensión mínima registrable	(**)

(*) La distancia mínima entre indicaciones relevantes dependerá de la longitud de la indicación relevante mayor:

- Si $2,5 \times L < 50$ entonces $D = 50$
- Si $2,5 \times L > 50$ entonces $D = 2,5 \times L$

(**) Indicaciones cuya dimensión mayor sea inferior a 6 mm serán consideradas como no significantes y no se requerirá que sean registrables.

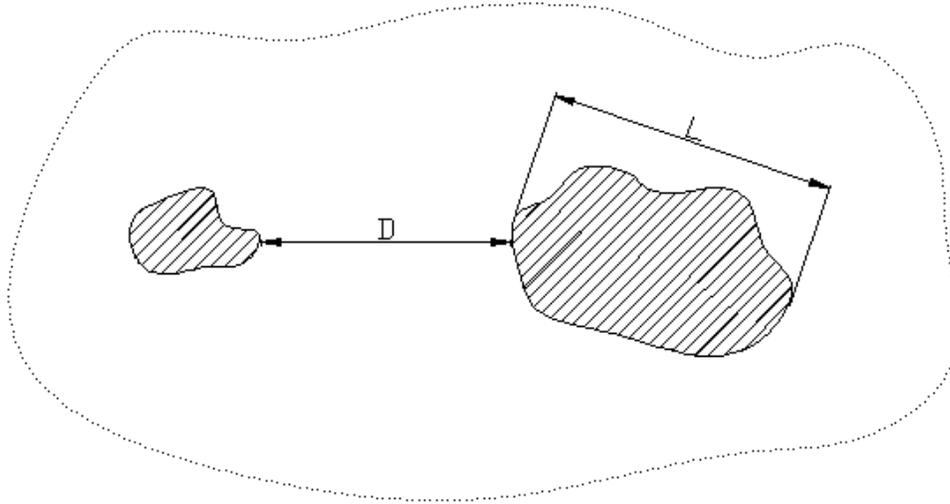
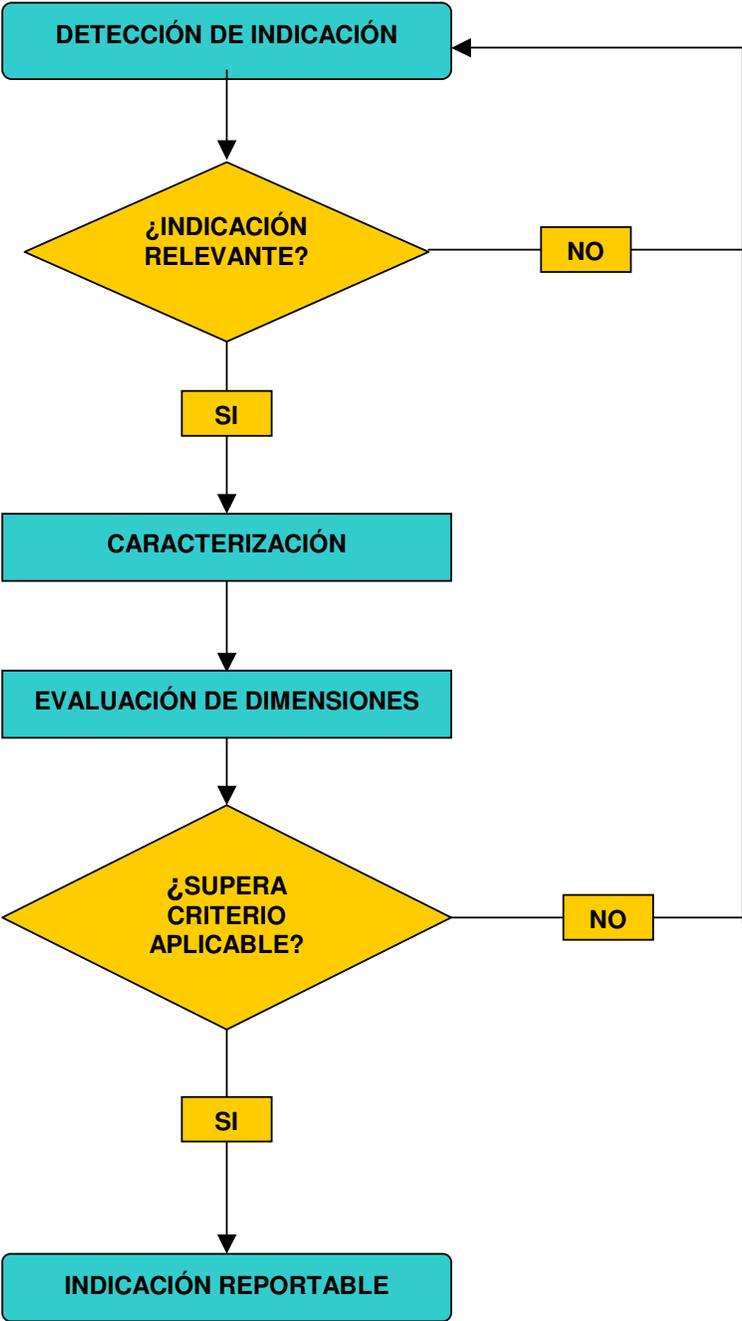


Fig.1. Representación gráfica de la longitud (L) de una indicación y de la distancia (D) entre dos indicaciones.

8. Esquema gráfico del procedimiento



9. Personal responsable

Este procedimiento será llevado a cabo por personal certificado como mínimo con Nivel II en Ultrasonidos según UNE EN 4179, siendo el responsable final de su correcto cumplimiento.

10. Documentos aplicables

EN 9100

11. Documentos relacionados

TIPO DE DOCUMENTO	DOCUMENTO	CODIFICACIÓN
Ficha de Proceso	Inspección por Ultrasonidos	FP-IU
Procedimiento	Ajuste del equipo de ultrasonidos	IU-PRC-001
Procedimiento	Inspección	IU-PRC-003
Procedimiento	Registro de la Inspección	IU-PRC-005



REGISTRO DE LA INSPECCIÓN

Edición: 07/03/06

Última revisión:

INDICE

PÁGINA

1. Índice	1
2. Revisiones y estado de revisiones	2
3. Objeto	3
4. Aplicabilidad	3
5. Desarrollo	3
6. Esquema gráfico del procedimiento	5
7. Personal responsable	6
8. Documentos aplicables	6
9. Documentos relacionados	6
10. Anexo. Informe de Inspección por Ultrasonidos	7

PREPARADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
Almudena Castillo Niño	Responsable de Calidad	Director General

2. REVISIONES

FECHA	Preparada por:	Revisada por:	Autorizada por:

3. Objeto

El objeto de este documento es definir y desarrollar la secuencia de actividades que son necesarias para llevar a cabo el registro de la inspección por ultrasonidos.

4. Aplicabilidad

Este documento es aplicable al Sistema de Gestión de la Calidad de la División de Materiales Compuestos de Easy Industrial Solutions (EIS).

5. Desarrollo del procedimiento

5.1. Marcado de la pieza

Las indicaciones que tras la aplicación del correspondiente procedimiento de interpretación y evaluación (IU-PRC-004) sean consideradas reportables serán marcadas sobre la superficie de la pieza.

El marcado de la pieza se realizará con un rotulador indeleble para facilitar su localización.

5.2. Elaboración del Informe de la Inspección

Una vez concluida la inspección de la pieza, se elaborará el correspondiente informe con los resultados obtenidos (Anexo). Deberá ser elaborado por la misma persona que ha aplicado el procedimiento de inspección.

El informe deberá contener como mínimo los siguientes datos:

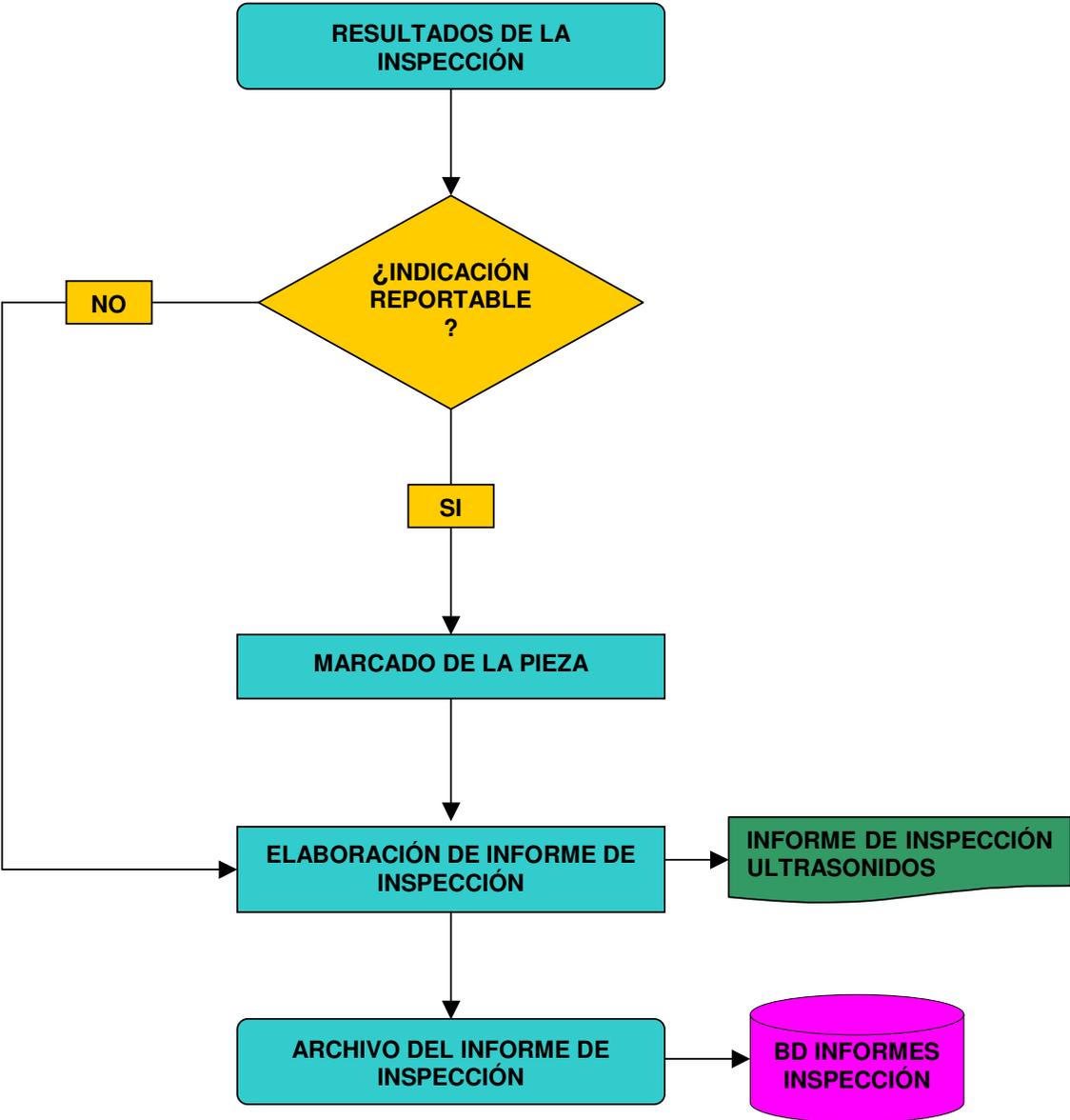
- Fecha de la inspección
- Categoría e identidad de la persona que realizó la inspección
- Identificación de la pieza
- Resultado de la inspección:
 - Se registrarán todas las indicaciones consideradas como reportables después de evaluarlas de acuerdo a IU-PRC-004.
 - Se recogerán todos los datos obtenidos que permitan la caracterización y posicionamiento de las indicaciones:
 - Datos de la señal ultrasónica obtenida (distancia y altura de eco)
 - Localización de la indicación en el elemento. Se realizará de alguna de las siguientes formas:
 - a) Sobre un croquis a escala 1:1 del elemento completo
 - b) Sobre un croquis general del elemento acompañado de un croquis a escala 1:1 de la zona concreta en la que se encuentre la indicación.

5.3. Archivo del Informe de Inspección

Los informes resultantes de las inspecciones deberán ser archivados en el archivo o base de datos correspondiente durante un periodo mínimo de 10 años desde su elaboración.

Estos registros se mantendrán para proporcionar evidencia del desarrollo del proceso de inspección por ultrasonidos y estarán disponibles para su revisión por el cliente.

6. Esquema gráfico del procedimiento



7. Personal responsable

Este procedimiento deberá ser llevado a cabo por personal certificado como mínimo con Nivel II en Ultrasonidos según UNE EN 4179:2000, siendo el responsable final de su correcto cumplimiento.

8. Documentos aplicables

EN 9100

9. Documentos relacionados

TIPO DE DOCUMENTO	DOCUMENTO	CODIFICACIÓN
Ficha de Proceso	Inspección por Ultrasonidos	FP-IU
Procedimiento	Ajuste del equipo de ultrasonidos	IU-PRC-001
Procedimiento	Inspección por Ultrasonidos	IU-PRC-003
Procedimiento	Interpretación y evaluación de las indicaciones	IU-PRC-004

10. ANEXO

INFORME DE INSPECCIÓN POR ULTRASONIDOS



PROCEDIMIENTO

 easy industrial solutions	INFORME DE INSPECCIÓN POR ULTRASONIDOS			Hoja 1 de 2	
				Fecha Edición:	
				Fecha Revisión:	
INFORME Nº:			CÓDIGO PIEZA:		
			ORDEN DE FABRICACIÓN Nº:		
EQUIPO		PALPADOR		ACOPLANTE	
Marca: Modelo:		Ref.: Frecuencia (MHz): Ángulo:		Tipo:	
PIEZA PATRÓN			ESTADO SUPERFICIAL		
Nº de Serie: Transferencia (dB):			Hoja de Irregularidades Nº:		
DEFECTO	TIPO	ÁREA (mm ²)	LONGITUD (mm)	ALTURA DE PICO (dB)	PROFUNDIDAD (mm)
1					
2					
3					
4					
5					
Observaciones:					



**CUALIFICACIÓN DEL
PERSONAL PARA LA
INSPECCIÓN POR
ULTRASONIDOS**

Edición: 20/03/06
Última revisión:

INDICE

PÁGINA

1. Índice	1
2. Revisiones y estado de revisiones	2
3. Objeto	3
4. Aplicabilidad	3
5. Niveles de cualificación	3
6. Personal responsable	5
7. Certificado	6
8. Examen anual	6
9. Fin de validez de la certificación	7
10. Documentos aplicables	8
11. Documentos relacionados	8

PREPARADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
Almudena Castillo Niño	Responsable de Calidad	Director General

2. REVISIONES

FECHA	Preparada por:	Revisada por:	Autorizada por:

3. Objeto

El objeto de este documento es establecer la cualificación y los requisitos que debe poseer el personal encargado de realizar la inspección por ultrasonidos.

4. Aplicabilidad

Este documento es aplicable al Sistema de Gestión de la Calidad de la División de Materiales Compuestos de Easy Industrial Solutions (EIS).

5. Niveles de Cualificación

Existen tres niveles de cualificación:

5.1. Nivel I

El personal de Nivel I debe ser capaz, con ayuda de instrucciones escritas y con la asistencia de personal de Nivel II ó III, de realizar lo siguiente:

- Ajustar y calibrar el equipo
- Efectuar ensayos individuales
- Interpretar y evaluar a efectos de aceptación o rechazo, a condición de que esto figure en el procedimiento escrito y/o en la instrucción escrita
- Informar de los resultados

5.2. Nivel II

Además de cumplir con los requisitos de Nivel I, el personal de Nivel II debe ser capaz de realizar las siguientes actividades:

- Escoger la técnica a utilizar en el método de ensayo
- Conocer en detalle el alcance, el campo de aplicación y las limitaciones del método
- Comprender las normas y las especificaciones de la Inspección por Ultrasonidos y transcribirlas en forma de instrucciones prácticas de ensayo adaptadas a las condiciones de trabajo reales.
- Interpretar y evaluar los resultados en función de las normas, códigos o especificaciones aplicables.
- Supervisar los ensayos
- Supervisar todas las tareas del personal de Nivel I
- Formar o asistir al personal
- Organizar los ensayos mediante Inspección por Ultrasonidos e informar de los resultados
- Poseer conocimientos básicos sobre la tecnología de los productos, en este caso sobre los materiales compuestos.

5.3. Nivel III

El personal reconocido como Nivel III debe ser capaz de realizar lo siguiente:

- Asumir la responsabilidad técnica de las instalaciones y del personal de Inspección por Ultrasonidos
- Establecer y validar los métodos y técnicas
- Interpretar las normas, códigos, especificaciones y procedimientos
- Tener suficiente conocimiento y experiencia práctica acerca de la tecnología de los materiales compuestos para ayudar a establecer los métodos de ensayo a utilizar, así como los criterios de aceptación y rechazo
- Tener suficiente conocimiento de otros métodos de END asociados a su área de responsabilidad y conocer la utilización adecuada de éstos
- Auditar a una organización exterior para asegurar que cumple los requisitos de los procedimientos escritos
- Formar, examinar y otorgar aprobación a todos los niveles del personal de Inspección por Ultrasonidos

6. Personal Responsable

El personal encargado de la inspección por ultrasonidos de las piezas en EIS y de la aplicación de los criterios de interpretación y evaluación, así como del mantenimiento y calibración del equipo de inspección, deberá estar certificado como mínimo con Nivel II en Ultrasonidos según UNE EN 4179:2000 por un organismo certificador en END.

7. Certificado

El personal certificado debe estar en posesión de su certificado correspondiente, que debe contener, como mínimo:

- Nombre completo de la persona certificada
- Fecha de la certificación
- Fecha del fin de la validez de la certificación
- Nivel de certificación
- Organismo certificador
- Método/s de END
- Sector/es industrial/es correspondiente/s
- Número de identificación
- Firma de la persona certificada

8. Examen anual

EIS realizará un examen de control de aptitud física al personal certificado en Ultrasonidos para la verificación de la visión de cerca y de la percepción de los colores. Este examen deberá ser realizado anualmente por personal médico cualificado. Los resultados deberán satisfacer los requisitos de la tabla 1.

Aptitud Física	Requisito
Visión de cerca	Jaeger N° 1 o equivalente, a una distancia de al menos 30 cm para un ojo
Percepción de los colores	El personal debe ser capaz de distinguir y diferenciar entre los diferentes colores empleados en el método respectivo. Donde no se pueda desarrollar un test adecuado, se podrá emplear el test Ishihara.

Tabla 1

9. Fin de validez de la certificación

La certificación para Niveles I y II deberá ser renovada cada tres años, mientras que la del Nivel III deberá serlo cada cinco años.

La certificación dejará de ser válida cuando se produzca uno o varios de los casos siguientes:

- Cuando el periodo de validez de la certificación haya caducado sin que ésta haya sido renovada o cuando la persona suspenda la prueba de renovación
- Cuando se produzca una interrupción notable¹ de la actividad relacionada con el método en el cual la persona obtuvo la certificación
- Cuando el individuo suspenda la evaluación anual

¹ Una interrupción notable significa una ausencia o un cambio de actividad que impide a la persona efectuar las tareas correspondientes a su nivel en el método en cuestión.

10. Documentos aplicables

- EN 9100
- UNE EN 4179

11. Documentos relacionados

TIPO DE DOCUMENTO	DOCUMENTO	CODIFICACIÓN
Ficha de Proceso	Inspección por Ultrasonidos	FP-IU
Procedimiento	Ajuste del equipo de ultrasonidos	IU-PRC-001
Procedimiento	Inspección por Ultrasonidos	IU-PRC-003
Procedimiento	Interpretación y evaluación de las indicaciones	IU-PRC-004
Procedimiento	Registro de la Inspección	IU-PRC-005
Procedimiento	Mantenimiento y calibración del equipo de ultrasonidos	CDSM-PRC-001



**MANTENIMIENTO Y
CALIBRACIÓN DEL
EQUIPO DE
ULTRASONIDOS**

Edición: 07/03/06

Última revisión:

INDICE

PÁGINA

1. Índice	1
2. Revisiones y estado de revisiones	2
3. Objeto	3
4. Aplicabilidad	3
5. Equipo y materiales	3
6. Desarrollo	5
7. Esquema gráfico del procedimiento	14
8. Personal responsable	15
9. Documentos aplicables.	15
10. Documentos relacionados	15
11. Anexo. Informe de calibración de equipo de ultrasonidos	16

PREPARADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
Almudena Castillo Niño	Responsable de Calidad	Director General

2. REVISIONES

FECHA	Preparada por:	Revisada por:	Autorizada por:

3. Objeto

El objeto de este documento es definir y desarrollar la secuencia de actividades que son necesarias para llevar a cabo el mantenimiento y calibración del equipo de ultrasonidos.

4. Aplicabilidad

Este documento es aplicable al Sistema de Gestión de la Calidad de la División de Materiales Compuestos de Easy Industrial Solutions (EIS).

5. Equipo y materiales

5.1. Equipo de ultrasonidos

Se utilizará el mismo equipo de ultrasonidos (aparato y palpador, incluido cable coaxial) que el utilizado en el proceso de inspección.

5.2. Agente acoplante

Será un gel tipo ZG-F de la marca Krautkramer. Éste debe formar una película fina, consistente y sin fluidez.

5.3. Pieza patrón

Se utilizará el *Bloque patrón n^o 1* descrito en la Norma EN 12223, fabricado en acero. Debe ir acompañado de un certificado, emitido por el fabricante, donde se mencione que cumple con la Norma EN 12223. Sobre dicho bloque debe aparecer marcada de forma permanente la siguiente información:

- EN 12223
- Número de serie del fabricante y marca comercial

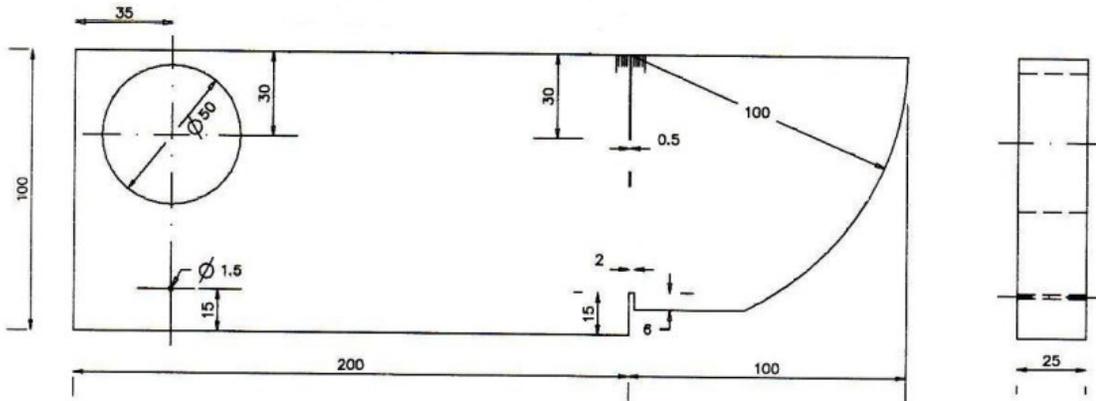


Fig. 1. BLOQUE PATRÓN N° 1

NOTA: Las medidas vienen dadas en mm

6. Desarrollo del procedimiento

6.1. Mantenimiento

- Después de cada inspección el equipo deberá ser limpiado exteriormente con paños humedecidos en agua o en detergentes suaves. No se deben utilizar productos disolventes. Igualmente se limpiará la suela del palpador para eliminar todo resto de acoplante tras el proceso de inspección.
- El equipo deberá ser manejado con extrema delicadeza antes, durante y después de la inspección.
- Se evitará el almacenamiento del equipo dentro de ambientes excesivamente húmedos.
- Se evitarán los golpes o caídas del palpador que podrían ocasionar la ruptura del transductor.
- No se utilizará el palpador en temperaturas que excedan la temperatura de funcionamiento máxima recomendada.
- Se seguirán siempre las recomendaciones de mantenimiento del fabricante.

6.2. Calibración

6.2.1. Generalidades

Las calibraciones periódicas del equipo de ultrasonidos permiten verificar el rendimiento del mismo. Estas verificaciones pretenden asegurar que el equipo posee unas características que le permiten realizar de forma fiable las inspecciones.

En función de la periodicidad con que se deben llevar a cabo, hay dos tipos de ensayos para la verificación del equipo de ultrasonidos: calibración anual y calibración semanal.

6.2.2. Calibración anual

El aparato de ultrasonidos será calibrado externamente por un laboratorio autorizado para ello para garantizar que satisface los requisitos de comportamiento descritos en la Norma UNE-EN 12668-1.

Esta verificación del comportamiento del equipo de ultrasonidos se realizará:

- A su recepción
- Cada doce meses
- Tras una reparación del aparato de ultrasonidos

6.2.3 Calibración semanal

Se realizarán ensayos para la verificación del aparato de ultrasonidos y del sistema completo (aparato de ultrasonidos, cable y palpador combinados) a su recepción y, posteriormente, a intervalos regulares de tiempo. Serán llevados a cabo por personal certificado en las instalaciones de EIS, en el mismo emplazamiento del equipo. Se realizarán con la ayuda del *bloque patrón n^o 1* descrito en la Norma EN 12223. Estos ensayos comprenden los siguientes:

6.2.3.1. Linealidad de la base de tiempos (linealidad horizontal)

6.2.3.1.1. Conexión y puesta a punto del equipo

Se seguirán las instrucciones del fabricante para la conexión del equipo y del palpador, así como para el establecimiento de los parámetros y puesta a punto del conjunto.

6.2.3.1.2. Estabilización del sistema

Antes de comenzar la calibración, el equipo se dejará estabilizar durante el tiempo que sea necesario de acuerdo a las instrucciones del fabricante.

6.2.3.1.3. Comprobación de la linealidad

Se situará el palpador sobre el bloque de calibración sobre el espesor de 25 mm. Se actuará sobre el mando de ajuste de la base de tiempos de forma que se obtengan 6 ecos de fondo y se harán coincidir el primer y sexto eco de fondo con la primera y última marca de la escala respectivamente. Se verificará la linealidad con los otros cuatro ecos.

Se llevarán alternativamente los ecos de fondo a una altura del 80% ATP. El borde izquierdo de los ecos sucesivos deberá coincidir con la línea correspondiente a la marca de referencia. Se verificará que toda desviación, en relación con las posiciones ideales, se mantiene dentro de las tolerancias especificadas cuando se miden a la misma altura de pantalla, cuando el primer y sexto eco están posicionados correctamente.

6.2.3.1.4. Tolerancia

Las desviaciones en relación con la linealidad no deben sobrepasar el $\pm 2\%$ de la anchura total de la pantalla.

6.2.3.1.5. Frecuencia de la verificación

Se deberán efectuar verificaciones de la linealidad de la base de tiempos al menos una vez por semana de uso.

6.2.3.2. Linealidad del sistema de amplificación (linealidad vertical)

6.2.3.2.1. Preparación del sistema

Los mandos de control del equipo se mantendrán en las mismas posiciones a emplear en los ensayos posteriores. Los mandos de supresión variable y de control fino de ganancia deben estar en posición *apagado*.

6.2.3.2.2. Verificación de la linealidad

Se posicionará el palpador sobre el bloque patrón a fin de obtener una señal reflejada a partir del reflector de 3 mm de diámetro.

Se ajustará la ganancia de manera que su señal corresponda al 80% ATP y se anotará el valor del control de ganancia calibrada (en dB). Después se aumentará la ganancia en 2 dB y se asegurará de que la señal aumenta en una proporción ligeramente superior a la altura total de la pantalla (101% ATP).

A continuación se establecerá de nuevo el valor inicial de ganancia y se reducirá en 6 dB. Se asegurará que la amplitud de señal baja aproximadamente al 40% ATP. Se reducirá la señal de manera sucesiva en tres incrementos suplementarios de 6 dB y se asegurará de que la amplitud de la señal baja respectivamente al 20%, 10% y 5% ATP.

6.2.3.2.3 Tolerancia

La amplitud de las señales no debe sobrepasar los límites indicados en la tabla 1.

Ganancia (dB)	% ATP esperada	Límites
+2	101	95% mínimo
0	80	Línea de referencia
-6	40	Del 37% al 43%
-12	20	Del 17% al 23%
-18	10	Del 8% al 12%
-24	5	Visible, por debajo del 8%

Tabla 1. Límites de aceptación de linealidad vertical

6.2.3.2.3. Frecuencia de la verificación

Se deberán realizar verificaciones de la linealidad del sistema de amplificación al menos una vez por semana de utilización.

6.2.3.3. Estado general y aspecto exterior

6.2.3.3.1. Procedimiento

Se examinará visualmente el exterior del equipo de ultrasonidos, del palpador y del cable a fin de identificar cualquier signo de daño o desgaste que pudiera afectar tanto al funcionamiento actual del sistema como a su fiabilidad en el futuro.

En particular, se inspeccionará la suela del palpador. Si el palpador está formado por varios componentes, se verificará que éstos están ensamblados correctamente. Se verificará la estabilidad de los contactos eléctricos.

6.2.3.3.2. Frecuencia de verificación

Se deberá verificar el estado general y aspecto exterior del equipo una vez por día de utilización.

6.2.3.4. Sensibilidad y relación señal-ruido de fondo

6.2.3.4.1. Medición de los valores de base

La verificación de la sensibilidad y de la relación señal-ruido de fondo se realizará mediante una comparación con unos valores de base establecidos previamente. Estos valores base se obtendrán aplicando el mismo procedimiento detallado a continuación para el mismo equipo de ultrasonidos (aparato, cable y palpador) que se utilizará en las verificaciones posteriores y ajustando los mandos del equipo en las mismas posiciones. Esta medición inicial se realizará en la evaluación de recepción del equipo.

Los valores obtenidos como referencia serán contrastados con aquellos obtenidos en las posteriores verificaciones.

6.2.3.4.2. Verificación de la sensibilidad y relación señal-ruido

Se utilizará para la verificación el *bloque patrón n^o 1* descrito en la Norma EN 12223, empleando el taladro de diámetro pequeño. Se posicionará el palpador sobre dicho bloque y se ajustará su posición a fin de obtener la amplitud máxima de la señal del taladro. Se actuará sobre el mando de ganancia a fin de ajustar la señal al 20% ATP y se anotará el ajuste del mando de ganancia (dB).

A continuación se retirará el palpador del bloque de ensayo y se limpiará su suela para eliminar todo resto de acoplante. Posteriormente se situará el palpador en el lateral. Se actuará sobre el mando de ganancia, aumentando ésta hasta que el ruido del conjunto del sistema situado a la misma distancia que el taladro objetivo alcance el 20% ATP. Se anotará el nuevo ajuste del mando de ganancia.

La primera medición de ganancia anotada permitirá verificar la sensibilidad del palpador y del equipo. La diferencia entre la primera y la segunda medición (dB) dará la relación señal /ruido de fondo.

6.2.3.4.3. Tolerancia

La sensibilidad y la relación señal /ruido de fondo deben estar dentro de los límites de ± 6 dB con respecto a las mediciones de base.

6.2.3.4.4. Frecuencia de verificación

Esta verificación deberá realizarse al menos una vez por semana de utilización del equipo.

6.2.3.5. Duración del impulso

6.2.3.5.1. Medición del valor de base

La verificación de la duración del impulso se realizará mediante una comparación con el valor de base establecido previamente. Esta medición inicial se realizará en la evaluación de recepción del equipo.

Este valor de referencia se obtendrá aplicando el mismo procedimiento detallado a continuación para el mismo equipo de ultrasonidos (aparato, cable y palpador) que se utilizará en las verificaciones posteriores y ajustando los mandos del equipo en las mismas posiciones. Se utilizará también el mismo recorrido de la base de tiempos.

Este valor obtenido como base será contrastado con el obtenido en las posteriores verificaciones.

6.2.3.5.2. Verificación de la duración del impulso

Se utilizará para la verificación el *bloque patrón n° 1* descrito en la Norma EN 12223. Se posicionará el palpador sobre dicho bloque y se calibrará la base de tiempos.

Se establecerá un eco de fondo sobre la base de tiempos calibrada. Se ajustará correctamente la amplitud de la señal reflejada al 100% ATP. Se medirá la anchura en milímetros de la señal en una posición que corresponda al 10% ATP. Podrá trabajarse con la medida en milímetros o transformándola a microsegundos.

6.2.3.5.3. Tolerancia

La duración del impulso no deberá ser superior a 1,5 veces la medición de base.

6.2.3.5.4. Frecuencia de verificación

La verificación de la duración del impulso deberá efectuarse al menos una vez por semana de uso del equipo.

6.2.4. Registro de la calibración

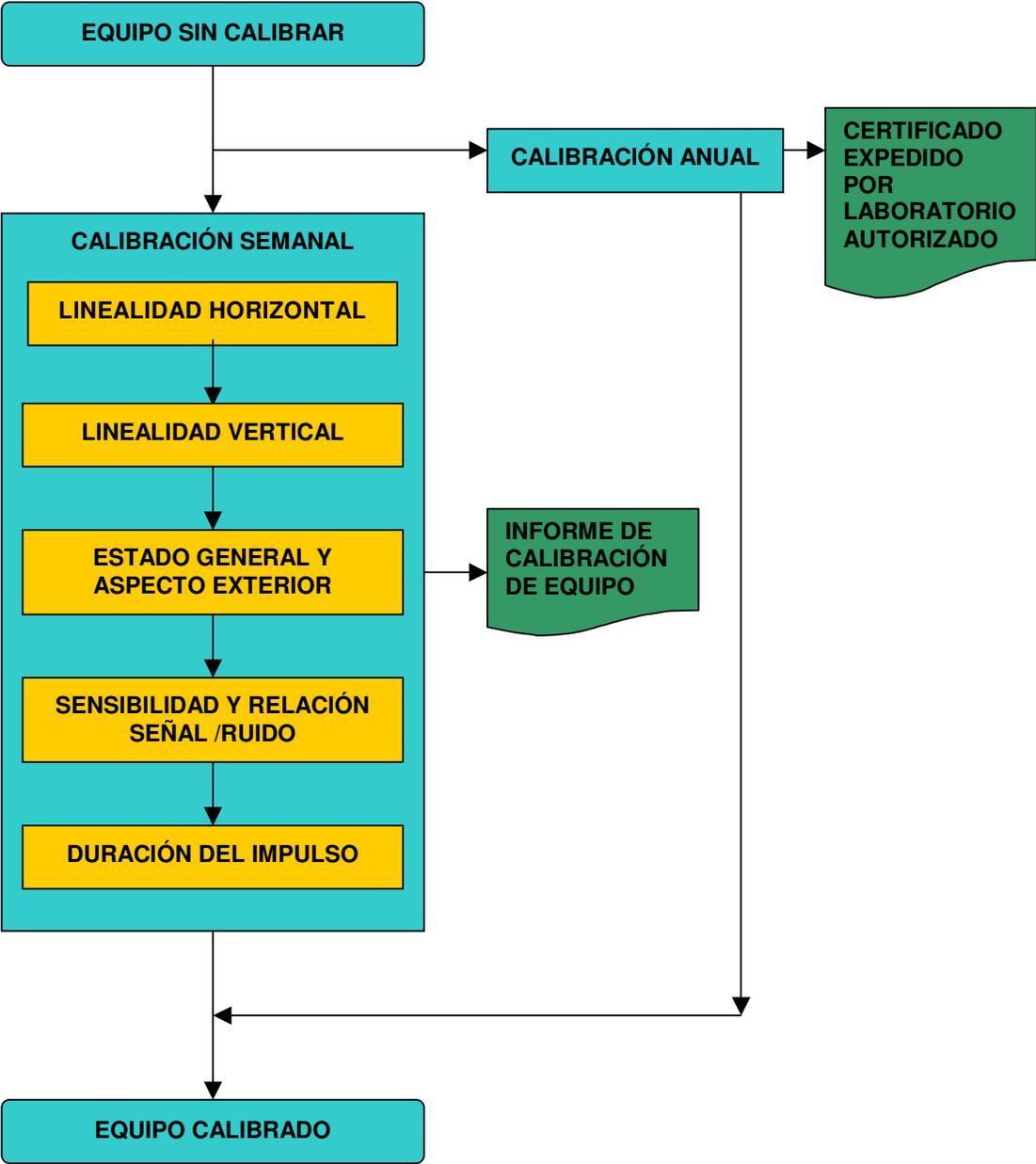
Tras la calibración anual del aparato de ultrasonidos, el laboratorio autorizado que lleve a cabo dicha calibración deberá emitir un informe con los resultados, así como un certificado garantizando que dicho aparato cumple con los requisitos de la Norma EN 12668-1, cuando éste sea el caso.

Igualmente, al término de las calibraciones semanales llevadas a cabo en las mismas instalaciones de EIS, será el personal que realice dichas calibraciones quien deberá emitir su correspondiente *informe de resultados* (Anexo), conteniendo la siguiente información:

- Identificación del equipo evaluado
- Fecha y responsable de la evaluación
- Ensayos realizados con expresión de los resultados obtenidos
- Desviaciones observadas

Los informes de calibración del equipo de ultrasonidos serán archivados en la base de datos correspondiente.

7. Esquema gráfico del procedimiento



8. Personal responsable

Este procedimiento deberá ser llevado a cabo por personal certificado como mínimo con Nivel II en Ultrasonidos según UNE EN 4179:2000, siendo el responsable final de su correcto cumplimiento.

9. Documentos aplicables

EN 9100
UNE-EN 12668-3
UNE-EN 12223

10. Documentos relacionados

TIPO DE DOCUMENTO	DOCUMENTO	CODIFICACIÓN
Ficha de Proceso	Control de los dispositivos de seguimiento y medición	FP-CDSM
Ficha de Proceso	Inspección por Ultrasonidos	FP-IU

11. ANEXO

INFORME DE CALIBRACIÓN DE EQUIPO DE ULTRASONIDOS

	INFORME DE CALIBRACIÓN DE EQUIPO DE ULTRASONIDOS		INFORME N°:					
			Fecha :					
EQUIPO		PALPADOR		ACOPLANTE				
Marca: Modelo:		Ref.: Frecuencia (MHz): Ángulo:		Tipo:				
VERIFICACIONES								
TIPO	RESULTADO				ACEPTABLE			
					SI	NO		
1. Linealidad Horizontal	Desviación (% de anchura total de pantalla):							
2. Linealidad Vertical	Ganancia (dB)	+2	-6	-12	-18	-24		
	% ATP							
3. Estado general y aspecto exterior								
4. Sensibilidad	Valor Base de Ganancia(dB):		Ganancia (dB):					
5. Relación señal/ ruido	Valor Base (dB):		Relación señal/ ruido (dB):					
6. Duración Impulso	Valor Base Anchura señal(mm):		Anchura señal (mm):					
Observaciones		INSPECTOR:						
		Firma						



CONTROL DE PIEZAS NO CONFORMES

Edición: 07/03/06

Última revisión:

INDICE

PÁGINA

1. Índice	1
2. Revisiones y estado de revisiones	2
3. Objeto	3
4. Aplicabilidad	3
5. Desarrollo	3
6. Esquema gráfico del procedimiento	7
7. Personal responsable	8
8. Documentos aplicables	8
9. Documentos relacionados	8
10. Anexo I. Hoja de No Conformidad	9
11. Anexo II. Pegatina de Producto No Conforme	11
12. Anexo III. Pegatina de Chatarra	13

PREPARADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
Almudena Castillo Niño	Responsable de Calidad	Director General

2. REVISIONES

FECHA	Preparada por:	Revisada por:	Autorizada por:

3. Objeto

El objeto de este documento es definir y desarrollar la secuencia de actividades que son necesarias para llevar a cabo el control de las piezas no conformes.

4. Aplicabilidad

Este documento es aplicable al Sistema de Gestión de la Calidad de la División de Materiales Compuestos de Easy Industrial Solutions (EIS).

5. Desarrollo del procedimiento

Cuando sea detectada una no conformidad en una pieza se llevarán a cabo las siguientes actividades para resolver dicha no conformidad:

5.1. Responsabilidades y autoridad

El Gerente de la División de Materiales Compuestos definirá al personal y las responsabilidades que llevarán a cabo las actividades necesarias para el tratamiento de la pieza no conforme. Las pautas a seguir son:

- Selección del personal encargado de resolver la no conformidad
- Aprobación del personal y comunicación al mismo, para que tome las decisiones para la resolución de la no conformidad

5.2. Tratamiento de la no conformidad

El personal aprobado procederá al tratamiento de la no conformidad, desarrollando las siguientes acciones:

- Cumplimentación de la Hoja de No Conformidad (HNC) (Anexo). La descripción de la discrepancia en la HNC será lo suficientemente clara para facilitar la comprensión a toda persona que no haya participado directamente en el proceso de la no conformidad.
- Identificación de la pieza afectada con la pegatina de Producto No Conforme (Anexo). Cuando no sea posible colocar la etiqueta en la pieza debido a su configuración o estado de fabricación, se adjuntará la etiqueta a la correspondiente documentación de fabricación.
- Anotación en la documentación de la pieza del número y fecha de la HNC, así como del número del informe de inspección por ultrasonidos al que hace referencia (cuando proceda).
- Segregación de la pieza no conforme del flujo normal de producción, a la espera de que se tome la disposición adecuada. La pieza se depositará en la estantería de Productos No Conformes.
- En aquellos casos en los que sea aplicable, se tomarán las siguientes acciones:
 - Autorización del uso, liberación o aceptación bajo concesión por una autoridad pertinente de la pieza en la que se ha detectado la no conformidad y, cuando sea aplicable, por el cliente.
 - Tomando acciones para impedir su uso o aplicación originalmente previstos.

5.3. Archivo de la no conformidad

Se procederá al archivo de la HNC y a toda la información generada durante el tratamiento de la no conformidad en el archivo o base de datos correspondiente.

5.4. Verificación

En el caso en que se haya resuelto la no conformidad, se procederá a una verificación de la misma, la cual estará reflejada en la documentación que acompaña a dicha no conformidad.

5.5. Designación de chatarra

En el caso en que no se haya resuelto la no conformidad siguiendo alguno de los pasos enumerados en el apartado 5.2, se designará a la pieza como chatarra, siguiendo las siguientes pautas:

- Marcar mediante la pegatina de Chatarra (Anexo) de forma clara y permanente
- Controlar las piezas no conformes hasta que queden físicamente inutilizables.
- Se creará una base de datos en la que aparezcan todas aquellas piezas que han sido designadas como chatarra.

5.6. Informes

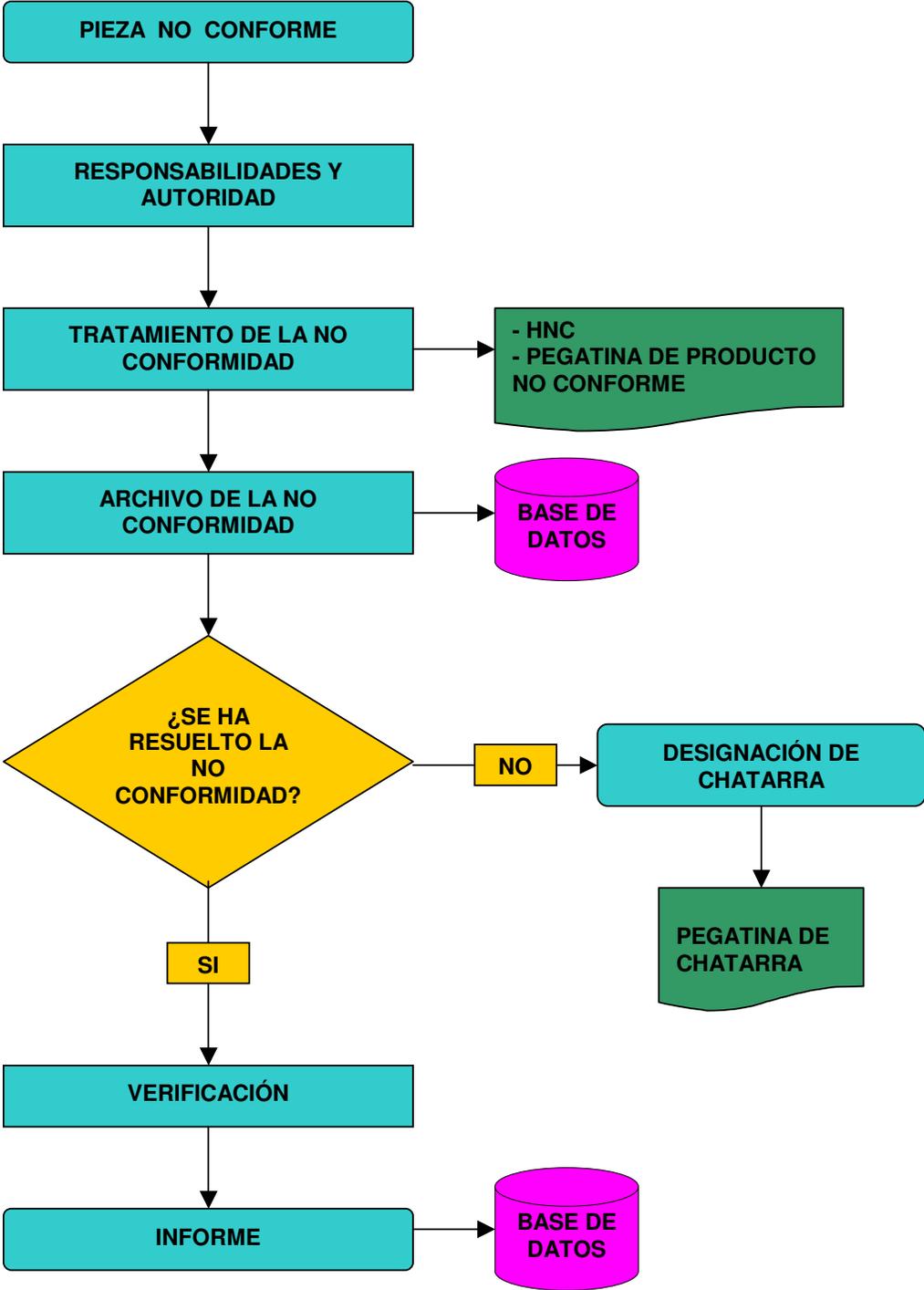
Se redactará un informe del tratamiento de la no conformidad y se anexarán todos los documentos generados a lo largo de dicho tratamiento. Los pasos a seguir son:

- Redacción del informe, el cual contendrá la siguiente información:
 - Descripción de la no conformidad
 - Modo de reparación de la no conformidad
 - Código de la pieza reparada
 - Nombre y código del cliente
 - Fecha de reparación de la no conformidad

- Anexo de la documentación generada durante el tratamiento de la no conformidad al informe

- Archivo del informe en el archivo o base de datos correspondiente

6. Esquema gráfico del procedimiento



7. Personal responsable

El personal responsable del correcto cumplimiento de este procedimiento será el Gerente de la División de Materiales Compuestos, así como el personal designado por éste para la resolución de la no conformidad.

8. Documentos aplicables

EN 9100

9. Documentos relacionados

TIPO DE DOCUMENTO	DOCUMENTO	CODIFICACIÓN
Ficha de Proceso	Operaciones posteriores a la inspección	FP-OPI

10. ANEXO I
HOJA DE NO CONFORMIDAD

	HOJA DE NO CONFORMIDAD	HNC Nº:
		Fecha Edición:
DESCRIPCIÓN DE LA NO CONFORMIDAD		
ANÁLISIS DE LA NO CONFORMIDAD		
RESOLUCIÓN DE LA NO CONFORMIDAD		
Emisor de la HNC:		
Firma		

11. ANEXO II
PEGATINA DE PRODUCTO NO CONFORME

**PRODUCTO
NO CONFORME**

12. ANEXO III
PEGATINA DE CHATARRA



CHATARRA



**ALMACENAMIENTO DE
PIEZAS INSPECCIONADAS**

Edición: 08/03/06
Última revisión:

INDICE

PÁGINA

1. Índice	1
2. Revisiones y estado de revisiones	2
3. Objeto	3
4. Aplicabilidad	3
5. Desarrollo	3
6. Esquema gráfico del procedimiento	6
7. Personal responsable	6
8. Documentos aplicables	7
9. Documentos relacionados	7

PREPARADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
Almudena Castillo Niño	Responsable de Calidad	Director General

2. REVISIONES

FECHA	Preparada por:	Revisada por:	Autorizada por:

3. Objeto

El objeto de este documento es definir y desarrollar la secuencia de actividades que son necesarias para llevar a cabo el almacenamiento de las piezas conformes tras su inspección.

4. Aplicabilidad

Este documento es aplicable al Sistema de Gestión de la Calidad de la División de Materiales Compuestos de Easy Industrial Solutions (EIS).

5. Desarrollo del procedimiento

5.1. Limpieza

Las piezas inspeccionadas se someterán a una limpieza, retirando todo resto de acoplante que haya podido quedar en su superficie tras el proceso de inspección por ultrasonidos, antes de proceder a su almacenamiento. Para ello se utilizarán paños de algodón secos.

5.2. Almacenamiento

Tras su limpieza, las piezas serán colocadas manualmente en la estantería para piezas inspeccionadas.

5.3. Etiquetado

Las piezas almacenadas deberá ser identificadas mediante una etiqueta pegada en la superficie de la misma. Los datos que aparecerán en la etiqueta serán:

- Código de la pieza
- Nº de orden de fabricación

- Programa
- Fecha de fabricación
- Fecha de envío
- Responsable
- Factoría de origen
- Factoría de destino

5.4. Adjuntar documentación

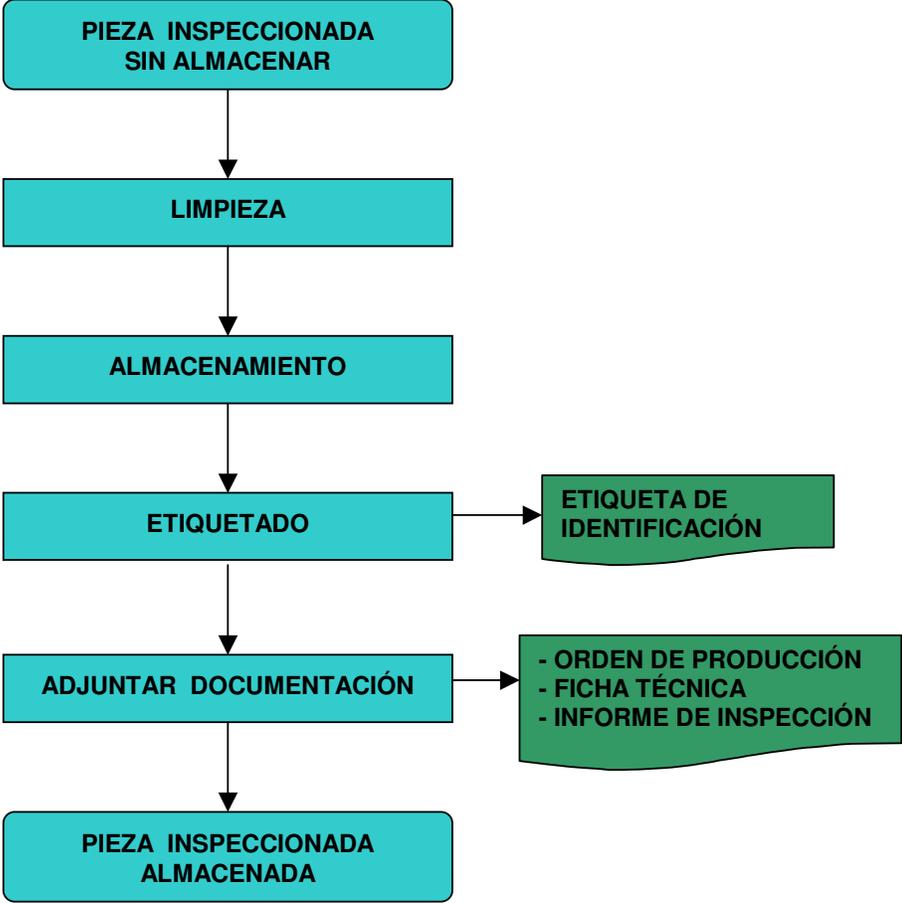
Se adjuntará la documentación correspondiente a la identificación de la pieza.
Estos documentos son:

- Orden de producción, la cual debe contener:
 - Nombre de la persona que la ordena
 - Departamento
 - Firma
 - Fecha de inicio
 - Fecha de fin
 - N° de orden
 - Tareas
 - Descripción
 - Materiales
 - Equipos y herramientas
 - Responsable de la tarea
 - Tiempo
 - Documentación

- Ficha Técnica, cuya información será:
 - Pieza
 - Código
 - Material preimpregnado
 - Materiales auxiliares
 - Ciclo de curado (P y T)
 - Fecha de fabricación
 - Personal responsable
 - Firma

- Informe de Inspección por Ultrasonidos, con la siguiente información:
 - Fecha de la inspección
 - Categoría e identidad de la persona que realizó la inspección
 - Identificación de la pieza
 - Resultados de la inspección
 - Croquis de la pieza
 - Equipo y materiales utilizados

6. Esquema gráfico del procedimiento



7. Personal responsable

La actividad descrita en este procedimiento será llevada a cabo por el operario de turno, pero siempre bajo la supervisión de algún técnico de la División de Materiales Compuestos.

8. Documentos aplicables

EN 9100

9. Documentos relacionados

TIPO DE DOCUMENTO	DOCUMENTO	CODIFICACIÓN
Ficha de Proceso	Operaciones posteriores a la inspección	FP-OPI



PROCEDIMIENTO

**DETECCIÓN DE
NO CONFORMIDADES**

Edición: 08/03/06

Última revisión:

INDICE

PÁGINA

1. Índice	1
2. Revisiones y estado de revisiones	2
3. Objeto	3
4. Aplicabilidad	3
5. Desarrollo	3
6. Personal responsable	5
7. Documentos aplicables	5
8. Documentos relacionados	5
9. Anexo. Hoja de Detección de No Conformidades	6

PREPARADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
Almudena Castillo Niño	Responsable de Calidad	Director General

2. REVISIONES

FECHA	Preparada por:	Revisada por:	Autorizada por:

3. Objeto

El objeto de este documento es describir el procedimiento de detección de No Conformidades.

4. Aplicabilidad

Este documento es aplicable al Sistema de Gestión de la Calidad de la División de Materiales Compuestos de Easy Industrial Solutions (EIS).

5. Desarrollo

Cualquier persona de la organización puede identificar una no conformidad en el Sistema de Gestión de la Calidad. Por tanto, debe registrarla y hacerla llegar a la dirección de EIS para así proceder al estudio de la causa raíz de la misma y corregirla.

El registro de esta actividad se realizará en la *Hoja de Detección de No Conformidades (HDNC)* que se adjunta como anexo a este procedimiento.

5.1. Contenido

El contenido de una Hoja de Detección de No Conformidades debe ser:

- 1) Procedimiento HDNC: en la primera página del documento deben describirse los pasos a seguir para elaborar una HDNC
- 2) Datos de HDNC. Se incluye:
 - a. El número de hoja
 - b. La fecha de emisión de la hoja
 - c. Emisor de la hoja
 - d. Origen de la No Conformidad

- 3) Documentos afectados. Se incluye:
 - a. Documento
 - b. Revisión
 - c. Otros documentos afectados
- 4) Análisis de la No Conformidad
- 5) Acción Correctora originada

5.2. Elaboración

La elaboración de una Hoja de Detección de No Conformidades sigue los siguientes pasos:

- 1) Abrir la Hoja de Detección de No Conformidades
- 2) Rellenar el cuadro "DATOS HDNC":
 - a. El número de hoja
 - b. La fecha de emisión de la hoja
 - c. Emisor de la hoja
 - d. Origen de la No Conformidad
- 3) Introducir los documentos afectados
 - a. Documento
 - b. Revisión
 - c. Otros documentos afectados
- 4) Introducir las no conformidades identificadas siempre incluyendo referencias explícitas en relación a documentos, páginas, etc.

- 5) Archivar la hoja con el nombre HDNC-XXX. Incluir el nombre de la hoja en el recuadro en blanco localizado en el encabezamiento
- 6) Análisis de la No Conformidad
- 7) Acción Correctora

5.3. Codificación

La codificación general de las HDNC será HDNC-XXX, siendo XXX el número de HDNC.

6. Personal responsable

La detección de no conformidades será responsabilidad de todo el personal de Easy Industrial Solutions.

7. Documentos aplicables

EN 9100

8. Documentos relacionados

TIPO DE DOCUMENTO	DOCUMENTO	CODIFICACIÓN
Ficha de Proceso	Mejora Continua	FP-MC
Procedimiento	Acciones Correctivas	MC-PRC-002
Procedimiento	Propuestas de Mejora	MC-PRC-003
Procedimiento	Acciones Preventivas	MC-PRC-004
Procedimiento	Auditoría Interna	MC-PRC-005
Procedimiento	Satisfacción del cliente	MC-PRC-006

9. ANEXO

HOJA DE DETECCIÓN DE NO CONFORMIDADES



PROCEDIMIENTO HDNC

1. Abrir la Hoja HDNC.
2. Rellenar el cuadro "DATOS HDNC"
 - 2.1. Número de Hoja. HDNC seguido de un número correlativo de tres dígitos
 - 2.2. Fecha de emisión de la Hoja.
 - 2.3. Nombre del emisor.
 - 2.4. Origen de la No Conformidad.
3. Introducir los documentos afectados.
4. Introducir las no conformidades identificadas siempre incluyendo referencias explícitas en relación a documentos, páginas, etc.
5. Archivar la hoja con el nombre HDNC-XXX. Incluir el nombre de la hoja en el recuadro en blanco localizado en el encabezamiento.
6. Análisis de la no conformidad por la dirección.
7. Acción correctora.



HOJA DE DETECCIÓN DE NO CONFORMIDADES

DATOS DE HDNC

Número de Hoja: HDNC-
Fecha de emisión de la Hoja:
Emisor de la Hoja:
Origen de la NC:

NO CONFORMIDADES IDENTIFICADAS

--

DOCUMENTOS AFECTADOS

Documento	Revisión	Otros documentos



HOJA DE DETECCIÓN DE NO CONFORMIDADES

ANÁLISIS DE LA NO CONFORMIDAD	
¿La NC necesita de una Acción Correctora?	S N
Nº HAC-	
Fecha de reunión:	



PROCEDIMIENTO

**ACCIONES
CORRECTIVAS**

Edición: 09/03/06

Última revisión:

1. <u>INDICE</u>	<u>PÁGINA</u>
1. Índice	1
2. Revisiones y estado de revisiones	2
3. Objeto	3
4. Aplicabilidad	3
5. Desarrollo	3
6. Personal responsable	6
7. Documentos aplicables	6
8. Documentos relacionados	6
9. Anexo. Hoja de Acción Correctiva	7

PREPARADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
Almudena Castillo Niño	Responsable de Calidad	Director General

2. REVISIONES

FECHA	Preparada por:	Revisada por:	Autorizada por:

3. Objeto

El objeto de este documento consiste en describir el método operativo para asegurar que se toman las acciones correctoras que son necesarias para la eliminación de las causas de las no conformidades.

4. Aplicabilidad

Este procedimiento es aplicable al Sistema de Gestión de la Calidad de la División de Materiales Compuestos de Easy Industrial Solutions (EIS).

5. Desarrollo

5.1. Contenido de la Hoja de Acción Correctiva (HAC) (Anexo)

- 1) Procedimiento Hoja de Acción Correctiva. En la primera página del documento deben describirse los pasos a seguir para elaborar una hoja de acción correctiva.
- 2) Datos de la hoja. Se incluye:
 - a. El código de la hoja
 - b. La fecha de emisión de la hoja
 - c. Emisor de la hoja
 - d. Origen de la No Conformidad
- 3) Relación de documentos afectados
- 4) No conformidades apreciadas y sus causas
- 5) Acción correctiva propuesta

- 6) Resultados de la acción correctiva
- 7) Fecha de implementación o cierre de la Acción Correctiva

5.2. Desarrollo del procedimiento

5.2.1. Origen

La propuesta de una acción correctiva puede partir de cualquier miembro de la organización. Se originan, como consecuencia de:

- Detección de no conformidades
- Conclusiones de auditorias internas
- Aceptación de propuestas de mejora
- Estudio y evaluación de reclamaciones de clientes
- Previsión de dificultades especiales

5.2.2. Propuesta y aprobación

En general la propuesta de una acción correctiva la realizará el Gerente o el responsable de cada departamento tras indagar las causas de las no conformidades y reclamaciones de clientes o previsión de dificultades especiales.

La definición de una acción correctiva conlleva la descripción de la misma, exponiendo los antecedentes y la propuesta de la acción, la designación de la persona responsable de ponerla en práctica y la fijación de un plazo para su implantación.

La aprobación de la acción correctiva la llevará a cabo el Gerente.

5.2.3. Implantación

El responsable de la implantación de una acción correctiva será, en general, el responsable del área del ámbito en que se aplique dicha acción, debiendo proceder a su aplicación una vez aprobada y realizar un seguimiento adecuado con el fin de tenerla implantada en el plazo previsto y verificar la eficacia de la misma.

5.2.4. Cierre

Al término de la implantación de la acción correctiva, y una vez verificada su eficacia o bien cuando se defina una nueva acción por ineficacia de la inicialmente definida, el Gerente de la organización, tras discutirlo con el responsable de la aplicación, procederá a su cierre, anotándolo en la hoja de acción correctiva y firmando la misma.

5.2.5. Seguimiento

Las auditorías internas de la calidad pondrán especial cuidado en comprobar que se está llevando a cabo la implantación y seguimiento de las acciones correctivas.

5.2.6. Cambios en la documentación

Cuando se haya verificado la efectividad de las acciones correctivas, el responsable de su implantación recopilará todos los cambios finales producidos por la acción correctiva en las distintas partes del SGC, comunicándolo a la Dirección. Este último promoverá la consiguiente modificación de los distintos documentos del SGC si ello fuera necesario.

6. Personal responsable

La elaboración y revisión de la Hoja de Acción Correctiva es responsabilidad del responsable de cada departamento.

La aprobación de la Hoja de Acción Correctiva es responsabilidad del Gerente de EIS.

7. Documentos aplicables

EN 9100

8. Documentos relacionados

TIPO DE DOCUMENTO	DOCUMENTO	CODIFICACIÓN
Ficha de Proceso	Mejora Continua	FP-MC
Procedimiento	Detección de No Conformidades	MC-PRC-001
Procedimiento	Propuestas de Mejora	MC-PRC-003
Procedimiento	Acciones Preventivas	MC-PRC-004
Procedimiento	Auditoría Interna	MC-PRC-005
Procedimiento	Satisfacción del cliente	MC-PRC-006

9. ANEXO
HOJA DE ACCIÓN CORRECTIVA



PROCEDIMIENTO HAC

- 1) Abrir la Hoja de Acciones Correctivas.
- 2) Rellenar el cuadro "DATOS HAC":
 - a. El número de hoja.
 - b. La fecha de emisión de la hoja.
 - c. Emisor de la hoja.
 - d. Origen de la No Conformidad.
- 3) Introducir los documentos afectados.
 - a. Documento.
 - b. Revisión.
 - c. Otros documentos afectados.
- 4) Introducir las no conformidades y sus causas.
- 5) Introducir la propuesta de acción correctiva y plazo para su consecución.
- 6) Seguimiento y cierre de la acción correctiva.



HOJA DE ACCIÓN CORRECTIVA

DATOS DE HOJA

Número de Hoja:
Fecha de emisión de la Hoja:
Emisor de la Hoja:
Origen de la No Conformidad: HDNC-

DOCUMENTOS AFECTADOS

Documento	Revisión	Otros documentos

NO CONFORMIDADES

CAUSAS



IMPLEMENTACIÓN/ RECHAZO
PLAZO FIJADO PARA IMPLANTACIÓN DE LA ACCIÓN CORRECTIVA



SEGUIMIENTO

Implementador de la acción:
Fecha de implementación de acción correctiva:
Firma del Gerente:



PROCEDIMIENTO

**PROPUESTAS DE
MEJORA**

Edición: 09/03/06

Última revisión:

INDICE

PÁGINA

1. Índice	1
2. Revisiones y estado de revisiones	2
3. Objeto	3
4. Aplicabilidad	3
5. Desarrollo	3
6. Personal responsable	5
7. Documentos aplicables	5
8. Documentos relacionados	5
9. Anexo. Hoja de Propuesta de Mejora	6

PREPARADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
Almudena Castillo Niño	Responsable de Calidad	Director General

2. REVISIONES

FECHA	Preparada por:	Revisada por:	Autorizada por:

3. Objeto

El objeto de este documento es describir el procedimiento de elaboración de Hojas de Propuestas de Mejora.

4. Aplicabilidad

Este documento es aplicable al Sistema de Gestión de la Calidad de la División de Materiales Compuestos de Easy Industrial Solutions (EIS).

5. Desarrollo

5.1. Contenido

El contenido de una Hoja de Propuesta de Mejora (HPM) debe ser:

- 1) Procedimiento HPM. En la primera página del documento deben describirse los pasos a seguir para elaborar una HPM.
- 2) Datos de HPM. Se incluye:
 - a. El número de hoja
 - b. La fecha de emisión de la hoja
 - c. Emisor de la hoja
 - d. Origen de la propuesta de mejora
- 3) Documentos afectados. Se incluye:
 - a. Documento
 - b. Revisión
 - c. Otros documentos afectados

- 4) Mejoras propuestas
- 5) Aceptación de la propuesta.

5.2. Elaboración

La elaboración de una Hoja de Propuesta de Mejora sigue los siguientes pasos:

- 1) Abrir la Hoja de Propuesta de Mejora
- 2) Rellenar el cuadro "DATOS HPM":
 - a. El número de hoja
 - b. La fecha de emisión de la hoja
 - c. Emisor de la hoja
 - d. Origen de la Propuesta de Mejora
- 3) Introducir los documentos afectados
 - a. Documento
 - b. Revisión
 - c. Otros documentos afectados
- 4) Introducir las mejoras correspondientes siempre incluyendo referencias explícitas en relación a documentos, páginas, etc.
- 5) Archivar la hoja con el nombre HPM-XXX. Incluir el nombre de la hoja en el recuadro en blanco localizado en el encabezamiento.
- 6) Discutir la propuesta en reuniones de mejora continua.
- 7) Implementar o rechazar la mejora propuesta.

5.3. Codificación

La codificación general de las HPM será HPM-XXX, siendo XXX el número de HPM.

6. Personal responsable

Las propuestas de mejora serán responsabilidad de todo el personal de Easy Industrial Solutions.

La implementación o rechazo de las mejora propuestas será responsabilidad de la Dirección.

7. Documentos aplicables

EN 9100

8. Documentos relacionados

TIPO DE DOCUMENTO	DOCUMENTO	CODIFICACIÓN
Ficha de Proceso	Mejora Continua	FP-MC
Procedimiento	Detección de No Conformidades	MC-PRC-001
Procedimiento	Acciones Correctivas	MC-PRC-002
Procedimiento	Acciones Preventivas	MC-PRC-004
Procedimiento	Auditoría Interna	MC-PRC-005
Procedimiento	Satisfacción del cliente	MC-PRC-006

9. ANEXO
HOJA DE PROPUESTA DE MEJORA



PROCEDIMIENTO HPM

1. Abrir la Hoja HPM
2. Rellenar el cuadro "DATOS HPM"
 - 2.1. Número de Hoja. HPM seguido del número de identificación de técnico
 - 2.2. Fecha de emisión de la Hoja
 - 2.3. Nombre del emisor
 - 2.4. Origen de la Propuesta de Mejora
3. Introducir los documentos afectados
4. Introducir las mejoras correspondientes siempre incluyendo referencias explícitas en relación a documentos, páginas, etc.
5. Archivar la hoja con el nombre HPM-XXX. Incluir el nombre de la hoja en el recuadro en blanco localizado en el encabezamiento
6. Discutir la propuesta en reuniones de mejora continua
7. Implementar o rechazar la mejora propuesta



HOJA DE PROPUESTA DE MEJORA

DATOS DE HPM

Número de Hoja: HPM-
Fecha de emisión de la Hoja:
Emisor de la Hoja:
Origen de la Propuesta de Mejora:

MEJORAS PROPUESTAS

Empty box for proposed improvements.

DOCUMENTOS AFECTADOS		
Documento	Revisión	Otros documentos



PROCEDIMIENTO

**ACCIONES
PREVENTIVAS**

Edición: 09/03/06

Última revisión:

1. INDICE

PÁGINA

1. Índice	1
2. Revisiones y estado de revisiones	2
3. Objeto	3
4. Aplicabilidad	3
5. Desarrollo	3
6. Personal responsable	5
7. Documentos aplicables	5
8. Documentos relacionados	6
9. Anexo. Hoja de Acción Preventiva	7

PREPARADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
Almudena Castillo Niño	Responsable de Calidad	Director General

2. REVISIONES

FECHA	Preparada por:	Revisada por:	Autorizada por:

3. Objeto

El objeto de este procedimiento consiste en describir el método operativo para asegurar que se toman las acciones preventivas que son necesarias para la eliminación de las causas de las no conformidades potenciales.

4. Aplicabilidad

Este procedimiento es aplicable al Sistema de Gestión de la Calidad de la División de Materiales Compuestos de Easy Industrial Solutions (EIS).

5. Desarrollo

5.1. Contenido de la Hoja de Acción Preventiva (HAP)

- 1) Procedimiento Hoja de Acción Preventiva. En la primera página del documento deben describirse los pasos a seguir para elaborar una hoja de acción preventiva.
- 2) Datos de la hoja. Se incluye:
 - a. El código de la hoja
 - b. La fecha de emisión de la hoja
 - c. Emisor de la hoja
 - d. Revisión de la hoja
- 3) Documentos afectados
- 4) No conformidades apreciadas y sus causas
- 5) Acción preventiva propuesta
- 6) Resultados de la acción preventiva

5.2. Desarrollo del procedimiento

5.2.1. Origen

La propuesta de acción preventiva parte de cualquier miembro de la organización y se origina como consecuencia de la previsión de dificultades potenciales.

5.2.2. Propuesta y aprobación

En general la propuesta de una acción preventiva la realizará el responsable de cada departamento tras previsión de dificultades potenciales. La definición de una acción preventiva conlleva la descripción de la misma, exponiendo los antecedentes y la propuesta de la acción, la designación de la persona responsable de ponerla en práctica y la fijación de un plazo para su implantación.

La aprobación de la acción preventiva se llevará a cabo por el Gerente de EIS.

5.2.3. Implantación

El responsable de la implantación de una acción preventiva, será en general el responsable del área del ámbito en que se aplique dicha acción, debiendo proceder a su aplicación una vez aprobada y realizar un seguimiento adecuado con el fin de tenerla implantada en el plazo previsto y verificar la eficacia de la misma.

5.2.4. Cierre

Al término de la implantación de la acción preventiva y una vez verificada su eficacia, o bien cuando se defina una nueva acción por ineficacia de la inicialmente definida, el Director del centro, tras discutirlo con el responsable de la aplicación, procederá a su cierre, anotándolo en la hoja de acción preventiva.

5.2.5. Seguimiento

Las auditorías internas de la calidad pondrán especial cuidado en comprobar que se está llevando a cabo la implantación y seguimiento de las acciones preventivas.

5.2.6. Cambios en la documentación

Cuando se haya verificado la efectividad de las acciones preventivas, el responsable de su implantación recopilará todos los cambios finales producidos por las mismas en las distintas partes del SGC, comunicándolo a la Dirección. Este último promoverá la consiguiente modificación de los distintos documentos del SGC si ello fuera necesario.

6. Personal responsable

La elaboración y revisión de la Hoja de Acción Preventiva es responsabilidad del responsable de cada área.

La aprobación de la Hoja de Acción Preventiva es responsabilidad del Gerente de EIS.

7. Documentos aplicables

EN 9100

8. Documentos relacionados

TIPO DE DOCUMENTO	DOCUMENTO	CODIFICACIÓN
Ficha de Proceso	Mejora Continua	FP-MC
Procedimiento	Detección de No Conformidades	MC-PRC-001
Procedimiento	Acciones Correctivas	MC-PRC-002
Procedimiento	Propuestas de Mejora	MC-PRC-003
Procedimiento	Auditoría Interna	MC-PRC-005
Procedimiento	Satisfacción del Cliente	MC-PRC-006

9. ANEXO

HOJA DE ACCIÓN PREVENTIVA



PROCEDIMIENTO HAP

- 1) Abrir la Hoja de Acciones Preventivas
- 2) Rellenar el cuadro "DATOS HAP":
 - a. El número de hoja
 - b. La fecha de emisión de la hoja
 - c. Emisor de la hoja
 - d. Revisión
- 3) Introducir los documentos afectados
 - a. Pautas de recepción afectadas
 - b. Normativa afectada
 - c. Otros documentos afectados
- 4) Introducir las no conformidades potenciales y sus causas
- 5) Introducir la propuesta de acción preventiva



HOJA DE ACCIÓN PREVENTIVA

DATOS DE HOJA		
Número de Hoja: HAP- Fecha de emisión de la Hoja: Emisor de la Hoja:		
DOCUMENTOS AFECTADOS		
Documento	Revisión	Otros documentos

NO CONFORMIDADES



CAUSAS

ACCIÓN PREVENTIVA



SEGUIMIENTO

Implementador de la acción:
Fecha de implementación de acción preventiva:



PROCEDIMIENTO

**AUDITORÍA
INTERNA**

Edición: 10/03/06

Última revisión:

INDICE

PÁGINA

1. Índice	1
2. Revisiones y estado de revisiones	2
3. Objeto	3
4. Aplicabilidad	3
5. Desarrollo	3
6. Personal responsable	7
7. Documentos aplicables	7
8. Documentos relacionados	7
9. Anexo I. Informe de Auditoría Interna de Procedimientos	8
10. Anexo II. Informe de Auditoría Interna de Procesos	14

PREPARADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
Almudena Castillo Niño	Responsable de Calidad	Director de Calidad

2. REVISIONES

FECHA	Preparada por:	Revisada por:	Autorizada por:

3. Objeto

El objeto de este procedimiento consiste en establecer el método de realización de Auditorías Internas de los procesos y procedimientos desarrollados, con el fin de evaluar la efectividad y adecuación del SGC.

4. Aplicabilidad

Este documento es aplicable al Sistema de Gestión de la Calidad de la División de Materiales Compuestos de Easy Industrial Solutions (EIS).

5. Desarrollo

5.1. Procedimiento de Auditoría Interna

5.1.1. Etapas de la Auditoría Interna de PROCEDIMIENTOS

5.1.1.1. Herramienta

Para el desarrollo de la auditoría interna de procedimientos se utilizará como herramienta el *Informe de Auditoría Interna de Procedimientos* (Anexo). En dicho documento se reflejan los procedimientos que se han desarrollado para el SGC referentes al nuevo proceso de inspección por ultrasonidos de las piezas. Del mismo modo se detallan las actividades que se realizan en cada uno de estos procedimientos.

5.1.1.2. Verificación de actividades

Se revisará cada uno de los procedimientos y se valorará el grado de cumplimiento de dichos documentos en el momento de ejecutar las actividades que en ellos se describen.

Para ello se analizarán las actividades desarrolladas en cada uno de los procedimientos y se tomará constancia de las mismas a través de los registros generados.

En aquellas actividades en las que no se genere ningún tipo de registro se realizará un seguimiento exhaustivo del desarrollo de la acción por parte del personal responsable de la misma. Se analizará la conformidad o no con lo detallado en el documento aplicable.

En caso de detectarse no conformidades, éstas serán detalladas en el correspondiente apartado del informe de auditoría.

5.1.1.3. Apertura de HDNC y HAC

Una vez identificadas las no conformidades existentes, se abrirá una Hoja de Detección de No Conformidades (HDNC) y la Hoja de Acción Correctiva (HAC) correspondiente, ambas incluidas en el anexo VII de la memoria del presente proyecto. En dichos documentos se describirán las no conformidades detectadas, las causas de las mismas, las acciones a tomar para corregirlas y el seguimiento recibido.

5.1.2. Etapas de la Auditoría Interna de PROCESOS

5.1.2.1. Herramienta

Para el desarrollo de la auditoría interna de procesos se utilizará como herramienta el *Informe de Auditoría Interna de Procesos* (Anexo). En dicho documento se reflejan los procesos que han de ser auditados, así como los indicadores de cada uno de ellos.

También se incluye en dicha herramienta una serie de preguntas-guía para valorar el grado en el que el SGC cumple los requisitos impuestos por la norma EN-UNE 9100.

5.1.2.2. Verificación de procesos

Se realizará una revisión de las fichas de proceso, así como de toda la documentación asociada a cada uno de éstos. Se analizará el grado de cumplimiento de cada uno de estos procesos en base a la medición de los indicadores.

Igualmente se analizará si el SGC cumple con los requisitos impuestos por la norma UNE-EN 9100. Para ello se seguirá la lista de preguntas-guía que aparece en la herramienta y se irá dando respuesta a cada una de ellas, valorando así el grado de cumplimiento del SGC según la norma.

En caso de detectarse no conformidades, éstas serán detalladas en el correspondiente apartado del informe de auditoría.

5.1.2.3. Apertura de HDNC y HAC

Una vez identificadas las no conformidades existentes, se abrirá una Hoja de Detección de No Conformidades (HDNC) y la Hoja de Acción Correctiva (HAC) correspondiente, ambas incluidas en el anexo VII de la memoria del presente proyecto. En dichos documentos se describirán las no conformidades detectadas, las causas de las mismas, las acciones a tomar para corregirlas y el seguimiento recibido.

5.2. Frecuencia de auditorías internas

Las auditorías internas tanto de procedimientos como de procesos se realizarán trimestralmente. Las auditorías serán comunicadas al personal afectado con una semana de antelación.

En el periodo comprendido entre cada auditoría deben implementarse todas las acciones correctivas derivadas de la auditoría anterior.

5.3. Selección de auditores

Las auditorías internas serán realizadas por personas con cualificación adecuada, e independientes del área auditada, asegurando así la objetividad e imparcialidad necesaria.

La formación, requisitos y cualidades que deben tener los auditores internos del Sistema de Gestión de la Calidad son:

- Estudios cursados: haber cursado estudios universitarios
- Formación: haber recibido formación específica sobre sistemas de gestión de la calidad. Esta formación debe garantizar la comprensión de la norma UNE-EN 9100, respecto a la cual van a realizarse las auditorías.
- Conocimiento de la empresa y de su sistema de gestión: que haya transcurrido un tiempo mínimo desde su incorporación, de manera que conozca las diferentes actividades que se llevan a cabo en EIS.
- Prácticas de auditorías: haber participado en algunas auditorías internas como observador (dos puede ser un número adecuado).

- Cualidades personales: se tendrán en cuenta cualidades personales idóneas para la realización de auditorías, como las siguientes: saber escuchar, capacidad de trabajo en equipo, sentido común, buen comunicador, capacidad de trabajo independiente, tenaz, capacidad de planificación, analítico, imparcial, capacidad de tomar decisiones, observador y no influenciado.

6. Personal responsable

El responsable del correcto cumplimiento de este procedimiento será el Gerente de EIS.

7. Documentos aplicables

EN 9100

8. Documentos relacionados

TIPO DE DOCUMENTO	DOCUMENTO	CODIFICACIÓN
Ficha de Proceso	Mejora Continua	FP-MC
Procedimiento	Detección de No Conformidades	MC-PRC-001
Procedimiento	Acciones Correctivas	MC-PRC-002
Procedimiento	Propuestas de Mejora	MC-PRC-003
Procedimiento	Acciones Preventivas	MC-PRC-004
Procedimiento	Satisfacción del Cliente	MC-PRC-006

9. ANEXO I

INFORME DE AUDITORÍA INTERNA DE PROCEDIMIENTOS



INFORME DE AUDITORÍA INTERNA DE PROCEDIMIENTOS

Pág. 1 de 5

	INFORME DE AUDITORÍA INTERNA DE PROCEDIMIENTOS	
	INFORME N°:	
	Fecha Edición:	
		Fecha Revisión:
PROCEDIMIENTO	ACTIVIDAD	NO CONFORMIDADES
PP-PRC-001	Recepción de la pieza y documentación	
	Limpieza de la superficie de la pieza	
	Examen visual	
IU-PRC-001	Ajuste de la base de tiempos	
	Ajuste de la sensibilidad	
	Verificación de los ajustes	
	Determinación de la transferencia	
IU-PRC-002	Fabricación de la pieza patrón	



INFORME DE AUDITORÍA INTERNA DE PROCEDIMIENTOS

Pág. 2 de 5

PROCEDIMIENTO	ACTIVIDAD	NO CONFORMIDADES
IU-PRC-003	Establecimiento de los parámetros del equipo	
	Barrido de la pieza	
IU-PRC-004	Caracterización de la indicación	
	Evaluación de las dimensiones	
IU-PRC-005	Marcado de la pieza	
	Elaboración del informe de la inspección	
	Archivo del informe de inspección	
CDSM-PRC-001	Mantenimiento	
	Calibración anual	
	Calibración semanal	



INFORME DE AUDITORÍA INTERNA DE PROCEDIMIENTOS

Pág. 3 de 5

PROCEDIMIENTO	ACTIVIDAD	NO CONFORMIDADES
CDSM-PRC-001	Verificación de la linealidad horizontal	
	Verificación de la linealidad vertical	
	Verificación del estado general y aspecto exterior del equipo	
	Verificación de la sensibilidad	
	Verificación de la relación señal/ ruido	
	Verificación de la duración del impulso	
	Registro de la calibración	
OPI-PRC-001	Definición de responsabilidades y autoridad	
	Tratamiento de la no conformidad	
	Archivo de la no conformidad	
	Verificación	



INFORME DE AUDITORÍA INTERNA DE PROCEDIMIENTOS

Pág. 4 de 5

PROCEDIMIENTO	ACTIVIDAD	NO CONFORMIDADES
OPI-PRC-001	Designación de chatarra	
	Elaboración de informe	
OPI-PRC-002	Limpieza de la pieza	
	Almacenamiento	
	Etiquetado	
	Adjuntar documentación	
MC-PRC-001	Elaboración de HDNC	
MC-PRC-002	Elaboración de HAC	
MC-PRC-003	Elaboración de HPM	



INFORME DE AUDITORÍA INTERNA DE PROCEDIMIENTOS

Pág. 5 de 5

PROCEDIMIENTO	ACTIVIDAD	NO CONFORMIDADES
MC-PRC-004	Elaboración de HAP	
MC-PRC-006	Medida de la satisfacción del usuario	
	Análisis de datos y extracción de conclusiones	

OBSERVACIONES FINALES

RESPONSABLE DE LA AUDITORÍA:

Firma

Fecha:

10. ANEXO II
INFORME DE AUDITORÍA INTERNA DE PROCESOS



INFORME DE AUDITORÍA INTERNA DE PROCESOS

Pág. 1 de 11

 easy industrial solutions		INFORME DE AUDITORÍA INTERNA DE PROCESOS		INFORME N°:
				Fecha Edición:
				Fecha Revisión:
PROCESO	INDICADOR	VALOR OBJETIVO (%)	VALOR REAL (%)	NO CONFORMIDADES
FP-PP	IPP	< 5		
FP-IU	IIU	> 95		
FP-OPI	IOPI1	> 85		
	IOPI2	< 5		
FP-CDSM	ICDSM	< 5		
FP-MC	IMC2	< 5		



INFORME DE AUDITORÍA INTERNA DE PROCESOS

REQUISITOS DEL SGC SEGÚN UNE - EN 9100		
7.6	CONTROL DE LOS DISPOSITIVOS DE SEGUIMIENTO Y MEDICION	
<input type="checkbox"/>	¿La organización determina el seguimiento y la medición a realizar?	SI NO <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	¿La organización determina los dispositivos de medición y seguimiento necesarios para proporcionar la evidencia de la conformidad del producto con los requisitos determinados?	SI NO <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	¿La organización establece los procesos para asegurarse de que el seguimiento y medición pueden realizarse?	SI NO <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	¿La organización establece los procesos para asegurarse de que el seguimiento y la medición se realizan de una manera coherente con los requisitos?	SI NO <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	¿Cuando es necesario asegurarse de la validez de los resultados, el equipo de medición se calibra y verifica a intervalos especificados o antes de su utilización?	SI NO <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	¿El equipo de medición se calibra y verifica comparado con patrones de medición trazables a patrones nacionales o internacionales?	SI NO <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>



INFORME DE AUDITORÍA INTERNA DE PROCESOS

Pág. 3 de 11

	SI NO
<input type="checkbox"/> ¿Cuando no existen patrones nacionales o internacionales se registra la base utilizada para la calibración o la verificación?	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
	SI NO
<input type="checkbox"/> ¿El equipo de medición se ajusta o reajusta cuando es necesario?	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> ¿El equipo de medición se identifica para poder determinar el estado de calibración?	SI NO <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> ¿El equipo de medición se protege contra ajustes que puedan invalidar el resultado de la medición?	SI NO <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> ¿El equipo de medición se protege contra los daños y el deterioro durante la manipulación?	SI NO <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> ¿El equipo de medición se protege contra los daños y el deterioro durante el mantenimiento?	SI NO <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> ¿El equipo de medición se protegerse contra los daños y el deterioro durante el almacenamiento?	SI NO <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> ¿La organización evalúa y registra la validez de los resultados de las mediciones anteriores cuando se detecta que el equipo no está conforme con los requisitos?	SI NO <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> ¿La organización toma las acciones apropiadas sobre el equipo y sobre cualquier producto afectado?	SI NO <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>



INFORME DE AUDITORÍA INTERNA DE PROCESOS

<input type="checkbox"/> ¿Se mantienen los registros de los resultados de la calibración y la verificación?		SI NO <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
8	MEDICIÓN, ANÁLISIS Y MEJORA	
8.1	GENERALIDADES	
<input type="checkbox"/> ¿La organización planifica e implementa los procesos de seguimiento, medición, análisis y mejora necesarios para demostrar la conformidad del producto?		SI NO <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> ¿La organización planifica e implementa los procesos de seguimiento, medición, análisis y mejora necesarios para asegurarse de la conformidad del SGC?		SI NO <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> ¿La organización planifica e implementa los procesos de seguimiento, medición, análisis y mejora necesarios para mejorar continuamente la eficacia del SGC?		SI NO <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
8.2	SEGUIMIENTO Y MEDICIÓN	
8.2.1	SATISFACCIÓN DEL CLIENTE	
<input type="checkbox"/> ¿La organización realiza, como una medida del desempeño del SGC, el seguimiento de la información relativa a la percepción del cliente con respecto al cumplimiento de sus requisitos por parte de la organización?		SI NO <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>

INFORME DE AUDITORÍA INTERNA DE PROCESOS

		SI NO
<input type="checkbox"/> ¿Se determinan los métodos para obtener y utilizar dicha información?		<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
8.2.2	AUDITORÍA INTERNA	
<input type="checkbox"/> ¿La organización lleva a cabo auditorias internas para determinar si el SGC es conforme con las disposiciones planificadas?		SI NO <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> ¿La organización lleva a cabo auditorias internas para determinar si el SGC es conforme con los requisitos de UNE EN 9100?		SI NO <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> ¿La organización lleva a cabo auditorias internas para determinar si el SGC ha sido implementado y se mantiene de manera eficaz?		SI NO <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> ¿La selección de los auditores y la realización de las auditorías asegura la objetividad e imparcialidad del proceso de auditoría?		SI NO <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> ¿La dirección responsable del área que está siendo auditada se asegura de que se toman acciones sin demora injustificada para eliminar las no conformidades detectadas y sus causas?		SI NO <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> ¿Las actividades de seguimiento incluyen la verificación de las acciones tomadas y el informe de los resultados de la verificación?		SI NO <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
8.2.3	SEGUIMIENTO Y MEDICIÓN DE LOS PROCESOS	
<input type="checkbox"/> ¿La organización aplica métodos apropiados para el seguimiento, y cuando es aplicable, la medición de los procesos del SGC?		SI NO <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>



INFORME DE AUDITORÍA INTERNA DE PROCESOS

8.2.4.1	DOCUMENTACIÓN DE LA INSPECCIÓN
<p><input type="checkbox"/> ¿Están documentados los requerimientos de la medición para la aceptación del producto? SI NO <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/></p> <p><input type="checkbox"/> ¿Están incluidos los criterios de aceptación y/o rechazo en la documentación? SI NO <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/></p> <p><input type="checkbox"/> ¿Está incluido en la documentación un registro del resultado de las mediciones ? SI NO <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/></p> <p><input type="checkbox"/> ¿Está incluido en la documentación el tipo de instrumentos de medición requeridos e instrucciones específicas asociadas a su uso? SI NO <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/></p> <p><input type="checkbox"/> ¿Los registros proporcionan evidencia de que el producto satisface los requerimientos definidos cuando es necesario demostrar la cualificación del mismo? SI NO <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/></p>	
8.2.4.2	INSPECCIÓN DE PRIMER ARTÍCULO
<p><input type="checkbox"/> ¿Existe un proceso para la inspección, verificación y documentación de un elemento representativo de la primera producción de una pieza nueva, o después de cualquier cambio posterior que invalide el resultado anterior de la inspección de primer artículo? SI NO <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/></p>	



INFORME DE AUDITORÍA INTERNA DE PROCESOS

8.3	CONTROL DEL PRODUCTO NO CONFORME
	<p>❑ ¿La organización se asegura de que el producto que no es conforme con los requisitos, se identifica y controla para prevenir su uso o entrega no intencional? SI NO <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/></p>
	<p>❑ ¿Los controles, las responsabilidades y autoridades relacionadas con el tratamiento del producto no conforme están definidos en un procedimiento documentado? SI NO <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/></p>
	<p>❑ ¿Se tratan los productos no conformes mediante alguna de las siguientes maneras?: SI NO <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/></p> <ul style="list-style-type: none">- tomando acciones para eliminar la no conformidad detectada- autorizando su uso, liberación o aceptación bajo concesión por una autoridad pertinente y, cuando sea aplicable, por el cliente- tomando acciones para impedir su uso o aplicación originalmente previsto
	<p>❑ ¿Se mantienen registros de la naturaleza de las no conformidades y de cualquier acción tomada posteriormente, incluyendo las concesiones que se hayan obtenido? SI NO <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/></p>
	<p>❑ ¿Cuándo se corrige un producto no conforme, se somete a una nueva verificación para demostrar su conformidad con los requisitos? SI NO <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/></p>



INFORME DE AUDITORÍA INTERNA DE PROCESOS

8.4	ANÁLISIS DE DATOS
	<p><input type="checkbox"/> ¿La organización determina, recopila y analiza los datos apropiados para establecer la idoneidad y la eficacia del SGC? SI NO <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/></p> <p><input type="checkbox"/> ¿La organización utiliza los datos adecuados para identificar dónde puede realizarse la mejora continua de la eficacia del SGC? SI NO <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/></p> <p><input type="checkbox"/> ¿Se incluyen los datos generados en el resultado del seguimiento y medición y de cualesquiera otras fuentes pertinentes? SI NO <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/></p> <p><input type="checkbox"/> ¿El análisis de los datos proporciona información sobre la satisfacción del cliente? SI NO <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/></p> <p><input type="checkbox"/> ¿El análisis de los datos proporciona información sobre la conformidad con los requisitos del producto? SI NO <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/></p> <p><input type="checkbox"/> ¿El análisis de los datos proporciona información sobre las características y tendencias de los procesos y de los productos, incluyendo las oportunidades para llevar a cabo acciones preventivas? SI NO <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/></p>
8.5	MEJORA
8.5.1	MEJORA CONTINUA
	<p><input type="checkbox"/> ¿La organización mejora continuamente la eficacia del SGC, mediante el uso de los objetivos de la calidad? SI NO <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/></p>



INFORME DE AUDITORÍA INTERNA DE PROCESOS

	<ul style="list-style-type: none"> <li data-bbox="300 541 1339 625"> <input type="checkbox"/> ¿La organización mejora continuamente la eficacia del SGC, mediante el uso de los resultados de las auditorías? SI NO <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <li data-bbox="300 682 1339 766"> <input type="checkbox"/> ¿La organización utiliza los datos adecuados para identificar dónde puede realizarse la mejora continua de la eficacia del SGC? SI NO <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <li data-bbox="300 823 1339 907"> <input type="checkbox"/> ¿La organización mejora continuamente la eficacia del SGC, mediante el uso del análisis de los datos? SI NO <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <li data-bbox="300 963 1339 1047"> <input type="checkbox"/> ¿La organización mejora continuamente la eficacia del SGC, mediante el uso de las acciones correctivas y preventivas? SI NO <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <li data-bbox="300 1104 1339 1188"> <input type="checkbox"/> ¿La organización mejora continuamente la eficacia del SGC, mediante la revisión por la dirección? SI NO <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
8.5.2	ACCIÓN CORRECTIVA
	<ul style="list-style-type: none"> <li data-bbox="300 1432 1339 1516"> <input type="checkbox"/> ¿La organización toma acciones para eliminar las causas de no conformidades con el objeto de prevenir que vuelvan a ocurrir? SI NO <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <li data-bbox="300 1572 1339 1656"> <input type="checkbox"/> ¿Las acciones correctivas son apropiadas a los efectos de las no conformidades encontradas? SI NO <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <li data-bbox="300 1713 1339 1797"> <input type="checkbox"/> ¿Existe un procedimiento documentado para definir los requisitos para determinar las causas de las no conformidades? SI NO <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>



INFORME DE AUDITORÍA INTERNA DE PROCESOS

	<ul style="list-style-type: none"> <li data-bbox="302 520 1341 646"> <input type="checkbox"/> ¿Existe un procedimiento documentado para definir los requisitos para evaluar la necesidad de adoptar acciones para asegurarse de que las no conformidades no vuelven a ocurrir? SI NO <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <li data-bbox="302 709 1341 793"> <input type="checkbox"/> ¿Existe un procedimiento documentado para definir los requisitos para determinar e implementar las acciones necesarias? SI NO <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <li data-bbox="302 856 1341 940"> <input type="checkbox"/> ¿Existe un procedimiento documentado para definir los requisitos para registrar los resultados de las acciones tomadas? SI NO <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <li data-bbox="302 1003 1341 1087"> <input type="checkbox"/> ¿Existe un procedimiento documentado para definir los requisitos para revisar las acciones correctivas tomadas? SI NO <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
8.5.3	ACCIÓN PREVENTIVA
	<ul style="list-style-type: none"> <li data-bbox="302 1287 1341 1371"> <input type="checkbox"/> ¿La organización determina acciones para eliminar las causas de no conformidades potenciales para prevenir su ocurrencia? SI NO <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <li data-bbox="302 1434 1341 1518"> <input type="checkbox"/> ¿Las acciones preventivas son apropiadas a los efectos de los problemas potenciales? SI NO <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <li data-bbox="302 1581 1341 1665"> <input type="checkbox"/> ¿Existe un procedimiento documentado para definir los requisitos para identificar las no conformidades potenciales y sus causas? SI NO <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <li data-bbox="302 1728 1341 1812"> <input type="checkbox"/> ¿Existe un procedimiento documentado para definir los requisitos para determinar e implementar las acciones necesarias? SI NO <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>



INFORME DE AUDITORÍA INTERNA DE PROCESOS

<p><input type="checkbox"/> ¿Existe un procedimiento documentado para definir los requisitos para registrar los resultados de las acciones tomadas? SI NO <input type="checkbox"/> ¿Existe un procedimiento documentado para definir los requisitos para revisar las acciones preventivas tomadas? SI NO</p>	<p><input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/></p>
NO CONFORMIDADES DETECTADAS	
OBSERVACIONES FINALES	
RESPONSABLE DE LA AUDITORÍA:	
Firma	Fecha:



INFORME DE AUDITORÍA INTERNA DE PROCESOS

Pág. 12 de 12



PROCEDIMIENTO

**SATISFACCIÓN DEL
CLIENTE**

Edición: 13/03/06

Última revisión:

INDICE

PÁGINA

1. Índice	1
2. Revisiones y estado de revisiones	2
3. Objeto	3
4. Aplicabilidad	3
5. Desarrollo del procedimiento	3
6. Esquema gráfico del procedimiento	5
7. Personal responsable	6
8. Documentos aplicables	6
9. Documentos relacionados	6
10. Cuestionario de satisfacción de clientes	7

PREPARADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
Almudena Castillo Niño	Responsable de Calidad	Director General

2. REVISIONES

FECHA	Preparada por:	Revisada por:	Autorizada por:

3. Objeto

El objeto de este documento es describir el procedimiento para el seguimiento de la información sobre la satisfacción y/o insatisfacción del cliente. De esta forma EIS asegura que el servicio prestado es acorde con los requisitos de la calidad establecidos por el cliente, y además es capaz de evaluar la manera de aumentar la satisfacción del mismo.

4. Aplicabilidad

Este documento es aplicable al Sistema de Gestión de la Calidad de la División de Materiales Compuestos de Easy Industrial Solutions (EIS).

5. Desarrollo

5.1. Identificación de las necesidades y expectativas del cliente

Los requisitos relacionados con los productos y/o servicios serán determinados mediante las siguientes vías:

- Contacto directo con los clientes, en la atención de sus pedidos o consultas técnicas.
- Actividades llevadas a cabo por la Dirección, incluyendo negociaciones y contratos.

La Dirección de EIS revisará los requisitos relacionados con los servicios y/o productos previamente a la adquisición de cualquier compromiso con los clientes con la finalidad de asegurar que:

- Los requisitos de los servicios / productos están clara e inequívocamente definidos.

- Las posibles diferencias aparecidas durante cualquier negociación previa han quedado claramente resueltas y especificadas en los documentos adecuados.
- EIS tiene la capacidad necesaria para cumplir los compromisos adquiridos en todos sus aspectos (cantidad, calidad, plazo, servicios, etc.).

5.2. Comunicación de las necesidades y expectativas del cliente al centro

Tras la identificación de las necesidades y expectativas del cliente, éstas serán comunicadas al departamento implicado.

A continuación se establecerá la comunicación con los clientes, que se articulará a través de la realización de pedidos, contacto directo y atención de sugerencias, quejas o reclamaciones.

5.3. Medir la satisfacción del usuario

Con el objetivo de ofrecer el mejor servicio a sus clientes, EIS realizará encuestas de percepción de la satisfacción de los clientes mediante un cuestionario diseñado a tal efecto (anexo).

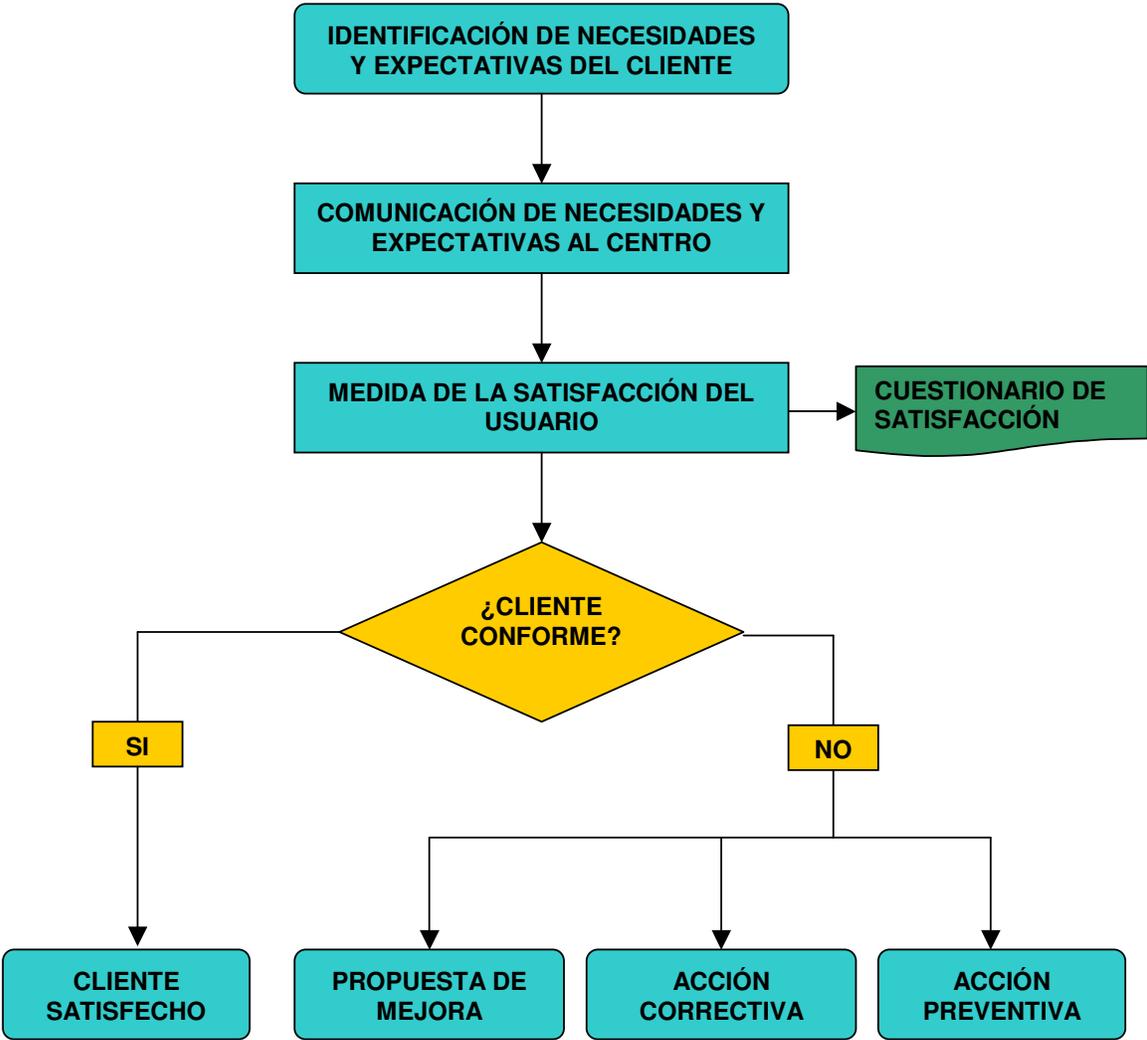
5.4. Análisis de datos y extracción de conclusiones

Las decisiones de la Dirección dependerán de una buena información obtenida a través de la investigación de la satisfacción del cliente. Por tanto, deberá hacerse el mayor esfuerzo para reunir de manera correcta esta información.

Los resultados del cuestionario serán archivados y tenidos en cuenta para estudiar posibles acciones de mejora en la realización del producto o prestación de los servicios.

Una vez obtenidos los resultados, éstos deberán presentarse de la forma más sencilla para ser revisados y analizados periódicamente en las diferentes reuniones entre los responsables de cada departamento y Gerencia, extrayéndose las conclusiones oportunas que permitan asegurar el equilibrio entre la satisfacción de los clientes y las otras partes interesadas (tales como empleados, proveedores, etc.).

6. Esquema gráfico del procedimiento



7. Personal responsable

El responsable final del cumplimiento de lo establecido en este procedimiento será el Gerente de EIS.

8. Documentos aplicables

EN 9100

9. Documentos relacionados

TIPO DE DOCUMENTO	DOCUMENTO	CODIFICACIÓN
Ficha de Proceso	Mejora Continua	FP-MC
Procedimiento	Detección de No Conformidades	MC-PRC-001
Procedimiento	Acciones Correctivas	MC-PRC-002
Procedimiento	Propuestas de Mejora	MC-PRC-003
Procedimiento	Acciones Preventivas	MC-PRC-004
Procedimiento	Auditoría Interna	MC-PRC-005

10. ANEXO

CUESTIONARIO DE SATISFACCIÓN DE CLIENTES



CUESTIONARIO DE SATISFACCIÓN DE CLIENTES

El objeto del presente cuestionario es conocer el grado de satisfacción de nuestros clientes. Marque con una cruz la opción elegida, teniendo en cuenta los siguientes criterios de puntuación:

- 1 – Muy Deficiente
- 2 – Deficiente
- 3 – Mejorable
- 4 – Eficiente
- 5 – Muy Eficiente

Su opinión nos será de gran utilidad para mejorar nuestra organización

GRACIAS POR SU COLABORACIÓN

DATOS GENERALES

Nombre y Apellidos <i>(persona que cumplimenta la encuesta)</i>	
Empresa / Organización	
Puesto /cargo que ocupa	
Fecha	

ATENCIÓN AL CLIENTE Y OFERTAS	1	2	3	4	5
1. Actitud, atención y rapidez en la respuesta a una solicitud de oferta					
2. Claridad en los conceptos y términos de la oferta					
3. Facilidad para contactar con la persona adecuada					

PRODUCTO / SERVICIO	1	2	3	4	5
1. Cumplimiento de los plazos de realización del servicio					
2. Nivel de cumplimiento de las especificaciones del producto					
3. Calidad en la prestación del servicio					
4. Relación calidad / precio					



easy industrial solutions

MC-PRC-006

CUESTIONARIO DE SATISFACCIÓN DE CLIENTES

Pág. 2 de 2

COMENTARIOS Y SUGERENCIAS PARA AYUDARNOS A MEJORAR

--

Nivel de satisfacción general alcanzado tras la prestación del servicio (puntuar de 1 -10)
--

--

Firma:

Fecha:

ÍNDICE ANEXO V

- A-V.1. Manual de Gestión de la División de Materiales Compuestos (MAG-DMC)
- A-V.2. Anexo al Manual de Gestión: Inspección de primer artículo (MAG-DMC-A1)
- A-V.3. Anexo al Manual de Gestión: Documentación aplicable (MAG-DMC-A2)

MANUAL DE GESTIÓN DE LA DIVISIÓN DE MATERIALES COMPUESTOS

**MANUAL DE GESTIÓN DE LA
DIVISIÓN DE MATERIALES
COMPUESTOS**

Edición: 28/03/06

Última revisión:

<u>INDICE</u>	<u>PÁGINA</u>
1. Índice	1
2. Revisiones y estado de revisiones	2
3. Objeto	3
4. Aplicabilidad	3
5. Sistema de Gestión de la Calidad	3
6. Responsabilidad de la dirección	6
7. Gestión de los recursos	14
8. Realización del servicio	16
9. Medición, análisis y mejora	32
10. Anexo. Mapa de Procesos	40

PREPARADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
Almudena Castillo Niño	Responsable de Calidad	Director General

2. REVISIONES

FECHA	Preparada por:	Revisada por:	Autorizada por:

3. Objeto

El objeto de este documento es establecer un Manual de Gestión de la Calidad para la División de Materiales Compuestos (DMC) de Easy Industrial Solutions (EIS).

4. Aplicabilidad y alcance

Este Manual de Gestión de la Calidad es aplicable a la gestión operativa desarrollada en la División de Materiales Compuestos de EIS.

5. Sistema de Gestión de la Calidad

5.1. Requisitos generales

5.1.1. EIS establece, documenta, implanta y mantiene un sistema de gestión de la calidad y mejora continuamente su eficacia de acuerdo con los requisitos de la norma EN 9100:2003.

Easy Industrial Solutions:

- Ha identificado los procesos fundamentales de la División de Materiales Compuestos necesarios para el sistema de gestión de la calidad y los ha representado en su Mapa de Procesos (Anexo de este manual).
- Ha determinado la secuencia de actividades, interacción, objetivos fundamentales, criterios y métodos de control de eficacia para estos procesos a través de sus procesos (ver FP).
- Ha determinado los criterios y métodos necesarios para asegurarse de que tanto la operación como el control de los procesos son eficaces.
- Ha asegurado la disponibilidad de recursos humanos y técnicos e información necesarios para apoyar la operación y seguimiento de estos procesos (FP-GR).

- Realiza el seguimiento, la medición y el análisis de estos procesos.
- Implementa las acciones necesarias para alcanzar los resultados planificados y la mejora continua de estos procesos.

5.2. Requisitos de la documentación

5.2.1. Generalidades

La documentación del Sistema de Gestión de la Calidad de la División de Materiales Compuestos de EIS incluye:

- declaración documentada de una política de la calidad y de objetivos de la calidad
- un manual de la calidad (MAG-DMC)
- los procedimientos documentados, es decir, procedimientos establecidos, documentados, implementados y mantenidos requeridos en la norma EN 9100:2003
- los documentos necesarios para asegurar la eficaz planificación, operación y control de nuestros procesos
- los registros requeridos por la norma EN 9100:2003
- los requisitos del Sistema de Gestión de la Calidad impuestos por las autoridades reguladoras aplicables

EIS se asegura de que su personal, sus usuarios y/o las autoridades tengan acceso a toda la documentación del Sistema de Gestión de la Calidad y de que conozcan los procedimientos relevantes a través del procedimiento general Control de la Documentación (CD-PRG-001).

5.2.2. Manual de Calidad

EIS establece y mantiene un manual de la calidad para la División de Materiales Compuestos (MAG-DMC) que incluye:

- El alcance del Sistema de Gestión de la Calidad de EIS.
- Los planes documentados establecidos para el Sistema de Gestión de la Calidad de la División de Materiales Compuestos de EIS, o referencia a los mismos.
- La relación existente entre los requisitos de la norma EN 9100:2003 y dichos planes documentados (MAG-DMC).
- El mapa de procesos del Sistema de Gestión de la Calidad de la División de Materiales Compuestos de EIS (anexo del MAG-DMC), donde se describe la interacción entre los procesos del sistema de gestión.

5.2.3. Control de los documentos

EIS controla toda su documentación según el procedimiento de Control de la Documentación (PRG-CD-001).

Además, todos los documentos del sistema de gestión disponen de un apartado en el que se incluye la aprobación del documento, las posibles revisiones y actualizaciones del documento de manera que siempre se encuentren disponibles las nuevas versiones del documento, y nunca los documentos obsoletos.

EIS dispone de una base de datos para control y mantenimiento de la documentación en la que se almacena toda la información asociada a la documentación:

- Código de documento

- Descripción
- Tipo de documento
- Revisión de documento
- Documentación base
- Documentación aplicable
- Otra información de interés

5.2.4. Control de los registros

EIS controla la identificación, el almacenamiento, la protección, la recuperación, el tiempo de retención y la disposición de todos sus registros según el procedimiento Control de los Registros (PRG-CD-002). Estos registros se mantienen para proporcionar evidencia de la conformidad y eficacia del Sistema de Gestión de Calidad.

5.3. Gestión de la configuración

EIS establece, documenta y mantiene un proceso de Gestión de la Configuración (FP-GC) que permite en todo momento definir y controlar la configuración del producto.

6. Responsabilidad de la dirección

6.1. Compromiso de la dirección

La Dirección de EIS evidencia su compromiso con el desarrollo e implementación del Sistema de Gestión de la Calidad, así como con la mejora continua de su eficacia:

6.1.1. Comunicando a la empresa la importancia de satisfacer tanto los requisitos del cliente como los legales y reglamentarios a través de la difusión de la visión, misión, valores y política y objetivos de calidad.

6.1.1.1. Misión

“Soluciones Generadoras de Valor basadas en la Gestión del Conocimiento”

6.1.1.2. Visión

“Soluciones Sencillas para un Mundo Complejo”

6.1.1.3. Valores

Los valores corporativos que definen a EIS se fundamentan en:

- Compromiso con el cliente
- Enfoque a resultados
- Mejora Continua
- Proactividad
- Iniciativa

6.1.2. Estableciendo la Política de la Calidad. Para ello EIS asegura que su Política de Calidad:

- Es adecuada al propósito de la empresa.
- Incluye un compromiso de cumplir con los requisitos y de mejorar continuamente la eficacia del Sistema de Gestión de la Calidad.

- Proporciona un marco de referencia para establecer y revisar los objetivos de la calidad.
- Es comunicada y entendida dentro de la empresa.
- Es revisada para su continua adecuación.

6.1.3. Asegurando que se establecen los objetivos de la calidad definidos en las correspondientes Fichas de Procesos.

6.1.4. Llevando a cabo las revisiones por la dirección.

6.1.5. Asegurando la disponibilidad de recursos.

6.2. Enfoque al cliente

6.2.1. La dirección de EIS asegura que los requisitos del cliente se aseguran y cumplen con el objeto de aumentar la satisfacción del cliente, como se describe en los valores fundamentales del centro, en su Política de Calidad y en el procedimiento Satisfacción del Cliente (MC-PRC-006).

6.2.2. EIS basa su actividad en satisfacer las necesidades de sus clientes desde una perspectiva innovadora y diferenciada.

6.2.3. La orientación al cliente exige:

6.2.3.1. Escuchar las necesidades y los deseos de nuestros clientes. EIS identifica y determina el proceso de CRM como un proceso fundamental que establece los canales fundamentales de comunicación con el cliente identificando sus necesidades y deseos.

6.2.3.2. Traducir las necesidades en requisitos. EIS identifica y determina los procesos de Evaluación de Requisitos de Fabricación (FP-ERF) y CRM (FP-CRM) como procesos que

traducen las necesidades de nuestros clientes en requisitos para el producto o servicio a suministrar.

6.2.3.3. Verificar el grado de satisfacción del cliente. EIS mide el grado de satisfacción de sus clientes a través del procedimiento Satisfacción del Cliente (MC-PRC-006).

6.2.3.4. Esta orientación se traduce en lo que se denomina el *subproceso cliente*:



6.3. Política de calidad

La política de calidad de EIS se fundamenta en el conocimiento de las necesidades y expectativas de nuestros usuarios y procura, desde ese conocimiento, conseguir la satisfacción de los mismos.

Esto lleva a EIS a adquirir el compromiso de identificar y satisfacer tanto los requisitos de nuestros usuarios como los normativos asociados a nuestras actividades, lo cual nos obliga a impulsar el compromiso con la mejora continua a todos los niveles dentro de la empresa.

6.3.1. EIS tiene los siguientes objetivos estratégicos:

- Concienciar al equipo directivo de la importancia de su participación en el proyecto de mejorar los flujos de información.
- Impulsar la obtención de resultados medibles en los procesos de la empresa mediante la incorporación de indicadores en los mismos.
- Fomentar la participación del personal de la empresa en el desarrollo de la calidad y en el proceso de mejora continua, promoviendo su formación y la permanente actualización de sus conocimientos y habilidades.

6.3.2. EIS establece como valores fundamentales de la política de calidad los siguientes:

6.3.2.1. Enfoque al cliente (satisfacción de las necesidades de nuestros clientes al menor coste posible).

6.3.2.2. Enfoque a procesos (visualización de la empresa como un conjunto de procesos encaminados a satisfacer las necesidades de nuestros clientes).

6.3.2.3. Formación continua del personal (formación como mecanismo fundamental de mejora continua de la calidad de nuestros productos y servicios).

6.3.2.4. Mejora continua (proceso fundamental de mejora de nuestro Sistema de Gestión de la Calidad).

6.3.3. EIS establece, implanta y mejora un Sistema de Gestión de la Calidad asegurando, controlando y mejorando que la calidad de sus productos y servicios satisfacen las necesidades de sus clientes.

6.3.4. Los mecanismos establecidos por la Dirección de EIS para la difusión de su Política en materia de Calidad son fundamentalmente los siguientes:

6.3.4.1. Distribución de los planes documentados de este Sistema: Manual de Calidad, fichas de procesos, procedimientos, especificaciones, instrucciones técnicas y documentos de apoyo.

6.3.4.2. Formación y responsabilización de todo el personal de EIS en el conocimiento, comprensión, aceptación y explicación del Sistema.

6.3.4.3. Divulgación a todos los niveles de la evolución de todos los indicadores referentes a los procesos que miden la eficacia de cada uno de ellos.

6.4. Planificación

6.4.1. Objetivos de la calidad

La Dirección de EIS asegura a través de la Política de Calidad y de las fichas de procesos que los objetivos de la calidad se establecen en las funciones y niveles pertinentes dentro de la empresa. Además asegura que se realiza un control y seguimiento de los indicadores establecidos midiéndolos con la periodicidad fijada.

6.4.2. Planificación del Sistema de Gestión de la Calidad.

La dirección de EIS asegura mediante el Manual de Calidad, las fichas de proceso y los procedimientos aplicables que:

- Se realiza la planificación del Sistema de Gestión de la Calidad con el fin de cumplir los requisitos generales y los objetivos de la calidad.
- Se mantiene la integridad del Sistema de Gestión de la Calidad cuando se implementan cambios en éste.

6.5. Responsabilidad, autoridad y comunicación

6.5.1. Responsabilidad y autoridad

EIS asegura que las responsabilidades y autoridades están definidas y comunicadas dentro de la empresa, como se describe en el documento Funciones y Responsabilidades del Manual Global de Gestión de EIS.

6.5.2. Representante de la Dirección

EIS designa en su Manual Global de Gestión a la figura del Responsable de Calidad como responsable del Sistema de Gestión de la Calidad. Las responsabilidades y capacitaciones del Responsable del Sistema de Gestión de la Calidad son las siguientes:

- Asegurarse de que se establecen, implementan y mantienen los procesos necesarios para el Sistema de Gestión de la Calidad.
- Informar a la Dirección sobre el desempeño del Sistema de Gestión de la Calidad y de cualquier necesidad de mejora.
- Asegurarse de que se promueva la toma de conciencia de los requisitos del cliente en todos los niveles de la empresa.
- Libertad organizativa para resolver los asuntos relativos a la calidad.

6.5.3. Comunicación interna

Con el fin de asegurar que se establecen los procesos apropiados de comunicación dentro de la empresa, entre los distintos niveles y funciones, EIS realiza:

- Grupos de mejora, entre Responsable de Calidad, Responsables de los Departamentos, Gerentes de las Divisiones y Director General.

- Reuniones de departamento, entre responsable de departamento y personal del departamento.
- Informes de convocatorias de reunión (ICR).

La comunicación interna que tiene lugar entre los diferentes niveles de la empresa da lugar a que exista un flujo de comunicación adecuado, no sólo relativo al funcionamiento del Sistema de Gestión de la Calidad, sino también en lo relativo a su eficacia, facilitando la implicación de todos los miembros de la empresa y la mejora del Sistema de Gestión.

6.7. Revisión por la Dirección

6.7.1. Generalidades

La Dirección de EIS revisa el Sistema de Gestión de la Calidad de la empresa para asegurar su conveniencia, adecuación y mejora continua, como se describe en el documento FP-RD.

6.7.2. Información para la revisión

La información de entrada para la Revisión por la Dirección que EIS incluye a través del documento FP-RD es:

- Resultados de auditorías
- Retroalimentación del cliente
- Desempeño de los procesos y conformidad del producto
- Estado de las acciones correctivas y preventivas
- Acciones de seguimiento de revisiones por la dirección previas

- Cambios que podrían afectar al Sistema de Gestión de la Calidad
- Recomendaciones para la mejora

6.7.3. Resultados de la revisión

Los resultados de la Revisión por la Dirección de EIS se recogen en la ficha de proceso FP-RD. Estos resultados incluyen:

- Mejora de la eficacia del Sistema de Gestión de la Calidad y sus procesos
- Mejora del producto/servicio en relación con los requisitos del cliente
- Las necesidades de recursos

7. Gestión de los recursos

7.1. Provisión de recursos

EIS determina y proporciona los recursos necesarios para:

- Implementar y mantener el Sistema de Gestión de la Calidad y mejorar continuamente su eficacia.
- Aumentar la satisfacción del cliente mediante el cumplimiento de sus requisitos.

EIS asegura que los recursos (personas, infraestructuras, recursos financieros, etc.) están perfectamente identificados y se encuentran disponibles.

7.2. Recursos humanos

7.2.1. Generalidades

EIS asegura que el personal que realiza trabajos que afectan a la calidad del producto/servicio es competente con base en la educación, formación, habilidades y experiencias apropiadas mediante el documento Gestión de los Recursos (FP-GR).

7.2.2. Competencia, toma de conciencia y formación

Easy Industrial Solutions:

- Determina a través de su Manual Global de Gestión (MAG-EIS) la competencia necesaria para el personal que realiza trabajos que afectan a la calidad del producto/servicio.
- Proporciona formación o toma otras acciones para satisfacer dichas necesidades.
- Evalúa la eficacia de las acciones tomadas.
- Asegura que el personal es consciente de la pertinencia e importancia de sus actividades y de cómo contribuyen al logro de los objetivos de la calidad.
- Mantiene los registros apropiados de la educación, formación, habilidades y experiencia.

7.3. Infraestructura

EIS determina, proporciona y mantiene la infraestructura necesaria para lograr la conformidad con los requisitos del producto.

Para ello, la División de Materiales Compuestos dispone de:

- Zona de Oficinas
- Zona de Área Limpia
- Zona de Área de Autoclave
- Hardware y Software adecuado para el control de todos los procesos de producción

7.4. Ambiente de trabajo

EIS establece las características de un ambiente de trabajo adecuado para las tareas y actividades a desempeñar, para así lograr la conformidad con los requisitos del producto y, por tanto, la satisfacción del cliente:

- ✓ Distendido
- ✓ Cordial
- ✓ De colaboración
- ✓ Comunicativo

8. Realización del producto

8.1. Planificación de la realización del producto

EIS planifica y desarrolla los procesos aplicables a la División de Materiales Compuestos, necesarios para la realización del producto, mediante el proceso de Planificación de Fabricación (FP-PF) y los procedimientos aplicables a dicho proceso.

Durante la planificación de la realización del producto, EIS determina:

- Los objetivos de la calidad y los requisitos para el producto.
- La necesidad de establecer procesos, documentos y de proporcionar recursos específicos para el producto.
- Las actividades de verificación, validación, seguimiento, inspección y ensayo/prueba especificadas para el producto así como los criterios de aceptación del mismo.
- Los registros necesarios para proporcionar evidencias de que los procesos de realización y el producto cumplen los requisitos.
- La identificación de los recursos para soportar la operación y el mantenimiento del producto.

8.2. Procesos relacionados con el cliente

8.2.1. Determinación de los requisitos relacionados con el producto

La División de Materiales Compuestos de EIS, mediante el proceso de Evaluación de Requisitos de Fabricación (FP-ERF) y mediante el procedimiento Satisfacción del Cliente (MC-PRC-006), determina:

- Los requisitos especificados por el cliente y no especificados por el cliente pero necesarios para proporcionar el producto o servicio.
- Los requisitos legales y reglamentarios relacionados con el producto/servicio.
- Los requisitos adicionales determinados por EIS.

8.2.2. Revisión de los requisitos relacionados con el producto

La División de Materiales Compuestos de EIS, mediante el proceso de Evaluación de Requisitos de Fabricación (FP-ERF), asegura la revisión de dichos requisitos antes de proporcionar un producto al cliente, asegurando que:

- Están definidos los requisitos del producto.
- Están resueltas las deficiencias existentes entre los requisitos del contrato y los especificados previamente.
- La empresa tiene la capacidad para cumplir con los requisitos definidos.

Cuando el cliente no proporciona una declaración documentada de los requisitos del producto, la División de Materiales Compuestos de EIS confirma los requisitos del cliente antes de su aceptación.

Cuando los requisitos del producto son modificados, la División de Materiales Compuestos de EIS se asegura de que la documentación pertinente sea también modificada y de que el personal correspondiente sea consciente de dichas modificaciones.

8.2.3. Comunicación con el cliente

La División de Materiales Compuestos de EIS determina, mediante los procesos de Evaluación de Requisitos de Fabricación (FP-ERF) y Mejora Continua (FP-MC) y a través del procedimiento Satisfacción del Cliente (MC-PRC-006), disposiciones relativas a:

- La información sobre el producto
- Las consultas, contratos o atención de pedidos, incluyendo sus modificaciones.

- La retroalimentación del usuario, incluyendo sus quejas.

Esto facilita a la empresa el entendimiento y la clara identificación de las necesidades de los clientes de la División de Materiales Compuestos de EIS, quedando evidencia de los requisitos y expectativas de los clientes en los contratos y cuestionarios de satisfacción de clientes.

8.3. Diseño y desarrollo

8.3.1. Planificación

La División de Materiales Compuestos de EIS determina, a través del proceso Diseño y Desarrollo del Producto (FP-DDP):

- Las etapas del diseño y desarrollo
- La revisión, validación y verificación de cada interfase del diseño
- Las responsabilidades y autoridades del diseño y desarrollo a través del documento MAG-EIS-A1 (Manual Global de Gestión de EIS).

Las diferentes actividades a realizar durante el diseño y desarrollo deben ser definidas de acuerdo con los requisitos de seguridad o funcionales del cliente o autoridades.

8.3.2. Elementos de entrada para el diseño y desarrollo

La División de Materiales Compuestos de EIS determina, mediante el proceso Diseño y Desarrollo del Producto (FP-DDP), los elementos de entrada, que deben incluir:

- Los requisitos legales y reglamentarios
- Los requisitos funcionales

- La información proveniente de otros diseños previos similares, en su caso
- Otros requisitos esenciales para el diseño

8.3.3. Resultados del diseño y desarrollo

La División de Materiales Compuestos de EIS se asegura, mediante el documento FP-DDP y toda la documentación generada durante el proceso de diseño, de que los resultados del diseño y desarrollo:

- Cumplan los requisitos de los elementos de entrada del diseño y desarrollo.
- Proporcionen información adecuada para la compra, producción y prestación del servicio.
- Contienen los criterios de aceptación del producto.
- Especifican las características del producto esenciales para su uso seguro y correcto.
- Identifican las características claves de acuerdo con los requisitos de diseño o contractuales.

Todos los datos requeridos para permitir que el producto sea identificado, fabricado, inspeccionado, utilizado y mantenido, serán definidos por la organización.

Entre estos datos se encontrarán:

- Planos, listas de piezas, especificaciones
- Listados de planos, listas de piezas y especificaciones necesarios para definir la configuración y las características del diseño del producto

- Información sobre el material, procesos, tipo de fabricación y montaje del producto, necesarios para asegurar la conformidad del mismo.

8.3.4. Revisión del diseño y desarrollo

La División de Materiales Compuestos de EIS lleva a cabo la revisión del diseño y desarrollo del producto mediante el documento Ficha de Diseño y Desarrollo de Productos (FDDP) con objeto de asegurar que los resultados cumplen los requisitos de diseño y desarrollo y de identificar cualquier problema relacionado con el diseño del producto, además de autorizar la progresión hacia la siguiente etapa, en aquellos casos en los que así se requiera.

Estas revisiones quedan registradas en la Ficha de Diseño y Desarrollo de Productos (FDDP).

8.3.5. Verificación del diseño y desarrollo

La División de Materiales Compuestos de EIS realiza la verificación del diseño y desarrollo del producto mediante el documento Ficha de Diseño y Desarrollo de Productos (FDDP) para asegurar que los resultados cumplen los requisitos de los elementos de entrada del diseño y desarrollo, y esta verificación se recoge en dicho documento, así como en informes de verificación de diseño y desarrollo.

8.3.6. Validación del diseño y desarrollo

La División de Materiales Compuestos de EIS realiza la validación del diseño y desarrollo según lo planificado mediante el proceso operativo de Diseño y Desarrollo del Producto (FP-DDP) y la Ficha de Diseño y Desarrollo de Productos (FDDP), para asegurar que el producto resultante es capaz de satisfacer los requisitos para su aplicación específica.

Esta validación se recoge tanto en las Fichas de Diseño y Desarrollo de Productos como en informes de validación de diseño y desarrollo, los cuales son redactados tras cualquier actividad de validación que tenga lugar.

8.3.6.1. Documentación de la verificación y validación del diseño y/o desarrollo

La División de Materiales Compuestos de EIS asegura, mediante la Ficha de Diseño y Desarrollo de Productos (FDDP), que los informes, cálculos, resultados de las pruebas, etc., demuestran que la definición del producto se ajusta a los requerimientos de las especificaciones para todas las condiciones operacionales identificadas.

8.3.6.2. Comprobación de la verificación y validación del diseño y/o desarrollo

En los casos en los que sea necesario llevar a cabo pruebas para la verificación y validación, la División de Materiales Compuestos de EIS asegura que estas pruebas se planifican, controlan, revisan y documentan a través del proceso operativo de Diseño y Desarrollo del Producto (FP-DDP) y la Ficha de Diseño y Desarrollo del Producto (FDDP), asegurando y demostrando lo siguiente:

- Que los planes o especificaciones de las pruebas identifican el producto que se está probando y los recursos que se están utilizando, los objetivos y condiciones de la prueba quedan definidos, los parámetros que se deben registrar y los criterios de aceptación pertinentes
- Que los procedimientos de la prueba describen el método de funcionamiento, los resultados de la prueba y el registro de dichos resultados
- Que el producto que se presenta para la prueba se encuentra en su configuración correcta
- Que se presentan los requerimientos del plan y procedimientos de pruebas

- Que se cumplen los criterios de aceptación

8.3.7. Control de los cambios

La División de Materiales Compuestos de EIS realiza la revisión, validación y verificación de los cambios del diseño y desarrollo mediante el documento Ficha de Diseño y Desarrollo del Producto, donde se incluye una evaluación del efecto de los cambios producidos en el producto.

La revisión de estos cambios queda registrada en la Ficha de Diseño y Desarrollo del Producto, así como en los informes correspondientes a la revisión, verificación y validación de dichos cambios.

8.4. Compras

8.4.1. Proceso de compras

La División de Materiales Compuestos de EIS, a través del proceso Aprovisionamiento Interno (FP-AP), asegura que los productos adquiridos cumplen con los requisitos de compra establecidos. El impacto del producto adquirido sobre el producto final de la División de Materiales Compuestos de EIS influye directamente en el tipo y alcance de control que se realiza sobre los proveedores.

Para ello la División de Materiales Compuestos de EIS lleva a cabo las siguientes actividades:

- Evaluación de proveedores. La División de Materiales Compuestos de EIS evalúa y selecciona los proveedores en función de su capacidad para suministrar productos de acuerdo con los requisitos de la empresa. La División de Materiales Compuestos de EIS establece los criterios para la selección y la evaluación. Los resultados quedan registrados en el procedimiento Evaluación, Aprobación y Seguimiento de Proveedores (AP-PRC-003) perteneciente al proceso de Aprovisionamiento Interno (FP-AP).

- Definición clara y precisa de nuestros documentos de compra/subcontratación, asegurando su adecuación a nuestras necesidades antes de su comunicación al proveedor.
- Verificación de los productos o servicios prestados.

8.4.2. Información de las compras

La información de las compras describe claramente el producto a comprar a través del procedimiento Compras aplicable al proceso Aprovisionamiento Interno (FP-AP).

La División de Materiales Compuestos de EIS incluye, cuando procede, en la Hoja de Pedido al proveedor:

- Requisitos para la aprobación del producto o servicio.
- Requisitos del Sistema de Gestión de la Calidad.
- El nombre o cualquier otra identificación de las especificaciones, planos, instrucciones, etc. aplicables.
- La documentación aplicable al producto o servicio (especificaciones técnicas de aprovisionamiento).
- Requerimientos para el diseño, prueba, examen, inspección e instrucciones relacionadas para la aceptación por parte de EIS.
- Requisitos para las muestras de ensayo para la aprobación del producto final.
- Requisitos relativos a la notificación por parte del proveedor a EIS acerca de la no conformidad de un producto.

- Disposiciones para la aprobación por parte de EIS de material no conforme del proveedor (Parte de discrepancias).
- Requerimientos para que el proveedor notifique a EIS cualquier cambio en la definición del producto o servicio, y, cuando sea necesario, obtener la aprobación de EIS.

La División de Materiales Compuestos de EIS se asegura de que los requisitos de compra especificados en la Hoja de Pedido son adecuados antes de comunicárselos al proveedor.

8.4.3. Verificación de los productos comprados

La División de Materiales Compuestos de EIS realiza la verificación e inspección necesarias para asegurarse de que el producto comprado cumple los requisitos de compra establecidos a través del proceso Aprovisionamiento Interno (FP-AP), concretamente a través de los procedimientos Recepción Física (AP-PRC-004) y Recepción Técnica (AP-PRC-005).

8.5. Producción y prestación del servicio

8.5.1. Control de la producción y la prestación del servicio

La División de Materiales Compuestos de EIS planifica y lleva a cabo la producción y la prestación del servicio bajo las siguientes condiciones:

- Descripción de las características del producto en las correspondientes fichas de procesos.
- La disponibilidad de Instrucciones de Trabajo y los Procedimientos en aquellos casos en los que su ausencia pudiera poner en riesgo el control de los procesos.

- El uso de equipos e infraestructuras adecuadas.
- La implementación del seguimiento y medición.
- La implementación de actividades de liberación, entrega y posteriores a la entrega.
- La contabilidad para todo el producto durante la fabricación.
- La evidencia de que las operaciones de fabricación e inspección se han realizado según la planificación.
- La previsión para la prevención, detección y eliminación de objetos extraños a través del proceso de Operación en área limpia (FP-OAL).
- La supervisión y control de las utilidades y suministros de cualquier tipo.
- Definición de los criterios de la calidad del trabajo.

8.5.1.1. Documentación de la producción

La División de Materiales Compuestos de EIS desarrolla las operaciones de producción de acuerdo con los datos aprobados conforme a los procesos operativos, los cuales incluyen según sea necesario en cada caso:

- Planos, listas de piezas y documentos de producción (Órdenes de Fabricación)
- Listado de herramientas, tanto específicas como no específicas, programas de control numérico, y cualquier instrucción asociada a su uso.

8.5.1.2. Control de los cambios en el proceso de producción

La División de Materiales Compuestos de EIS identifica al personal responsable de aprobar los cambios en los procesos productivos en el documento Funciones y Responsabilidades (MAG-EIS-A1) del Manual Global de Gestión de EIS y en los procedimientos aplicables al proceso productivo.

En aquellos casos en los que los cambios requieren la aprobación por parte del cliente y/o la autoridad de acuerdo a requisitos contractuales o reglamentarios, EIS identifica y obtiene dichos cambios en el proceso de producción.

Todos los cambios que afecten a los procesos, equipos de producción, herramientas, programas, etc., quedan documentados a través de Hojas de Acciones Correctivas (HAC), Hojas de Acciones Preventivas (HAP) y Hojas de Propuestas de Mejora (HPM).

La División de Materiales Compuestos de EIS evalúa los cambios realizados en el proceso de producción a través de la medida de los indicadores, con el fin de confirmar que se logra el efecto deseado, sin que se produzcan efectos adversos en la calidad del producto.

8.5.1.3. Control de equipos de producción, programas y herramientas

La División de Materiales Compuestos de EIS valida las herramientas, los equipos de producción y los programas necesarios para la fabricación, antes de que sean utilizados, y éstos son sometidos a mantenimiento e inspección periódica, de acuerdo al Manual de Mantenimiento de Equipos de Producción.

8.5.2. Validación de los procesos de la producción y de la prestación del servicio.

La División de Materiales Compuestos de EIS lleva a cabo la validación de los productos y servicios a través de actividades de seguimiento y medición posteriores a la producción de los mismos. Por ello, la validación de los procesos productivos se realiza continuamente a través de las no conformidades de los productos o servicios detectadas por el cliente.

8.5.3. Identificación y trazabilidad

La División de Materiales Compuestos de EIS identifica sus productos a través de los códigos asignados a cada proyecto dentro de cada proceso, y mantiene la identificación de la configuración del producto, con el fin de identificar cualquier diferencia entre la configuración real y la configuración acordada, así como el estado del producto con respecto a los requisitos de seguimiento y medición.

La División de Materiales Compuestos de EIS tiene en cuenta las siguientes disposiciones en términos de identificación y trazabilidad:

- Identificación que se debe mantener a lo largo de la vida del producto
- Productos fabricados con el mismo lote de materia prima, y productos del mismo lote que van a ser traceados, así como el destino de todos los productos de un mismo lote.
- Registro secuencial de la fabricación de un producto.

La trazabilidad del servicio queda reflejada en el expediente del proyecto donde se conservan todos los registros y documentos relevantes al mismo.

8.5.4. Propiedad del cliente

Se consideran propiedad del cliente los planos, la normativa, las especificaciones de los productos, los útiles y los materiales del cliente, de tal forma que EIS se compromete a no hacer un uso indebido de los mismos mientras estos estén bajo el control de la empresa.

La División de Materiales Compuestos de EIS identifica, verifica, protege y salvaguarda los bienes que son propiedad del cliente y asegura el cuidado de la documentación del cliente (normas, planos, especificaciones, etc.) mediante copia en formato papel o en formato PDF, e identifica estos bienes con el sello de EIS.

En caso de pérdida o deterioro de los bienes propiedad del cliente este hecho es registrado y comunicado al cliente.

8.5.5. Preservación del producto

La División de Materiales Compuestos de EIS preserva la conformidad del producto durante el proceso interno y la entrega al destino previsto. Para ello la División de Materiales Compuestos de EIS dispone de una ubicación en sus instalaciones para los productos, con clara identificación de la misma, asegurándose de que éstos se encuentran en condiciones de limpieza, humedad y temperatura adecuadas para su entrega al cliente. La preservación del producto incluye:

- Limpieza
- Prevención, detección y eliminación de objetos extraños
- Manipulación especial para productos sensibles
- Marcado y etiquetado, incluidas las posibles advertencias de seguridad

- Almacenamiento
- Protección

La División de Materiales Compuestos de EIS asegura, mediante el proceso de Preparación de Envío y Expedición (FP-PEE), que los documentos requeridos por el contrato que deben acompañar al producto están presentes en el momento de la entrega, y que se encuentran protegidos contra la pérdida y el deterioro.

8.6. Control de los dispositivos de seguimiento y medición

La División de Materiales Compuestos de EIS, mediante el proceso Control de los Dispositivos de Seguimiento y Medición (FP-CDSM), determina el seguimiento y la medición a realizar, así como los dispositivos de seguimiento y medición necesarios, para proporcionar la evidencia de la conformidad del producto con los requisitos determinados.

La División de Materiales Compuestos de EIS mantiene un registro de los dispositivos de seguimiento y medición, incluyendo los detalles del tipo de equipo, identificación, situación, frecuencia con la que se realizan las comprobaciones, método de comprobación y criterios de aceptación.

Para el control del dispositivo de seguimiento y medición del producto la División de Materiales Compuestos de EIS dispone de un registro del equipo de inspección, así como los detalles de calibración del equipo mediante el procedimiento Mantenimiento y Calibración del Equipo de Ultrasonidos (CDSM-PRC-001), perteneciente al proceso de Control de los Dispositivos de Seguimiento y Medición (FP-CDSM).

La División de Materiales Compuestos de EIS asegura que las condiciones ambientales son las adecuadas para la realización de las calibraciones, inspecciones y pruebas de estos dispositivos de seguimiento y medición.

La División de Materiales Compuestos de EIS contratará mediante acuerdo formal los servicios de calibración de la instrumentación de las instalaciones de forma anual, en función de la periodicidad exigida al proceso según normativa, con la finalidad de asegurar que todos los instrumentos de medida estén debidamente calibrados y chequeados en la periodicidad que se exige. La División de Materiales Compuestos de EIS asegura la validez de los resultados sometiendo a los equipos de medición a las actividades aplicables a cada caso, y que pueden ser:

- Calibrar o verificar a intervalos especificados o antes de su utilización
- Ajustar o reajustar los dispositivos
- Identificar los equipos para poder establecer el grado de calibración
- Proteger los equipos contra ajustes que pudiesen invalidar el resultado de la medición
- Proteger los equipos contra los daños y el deterioro durante la manipulación, el mantenimiento y el almacenamiento
- Recuperar mediante un método definido cualquier calibración

La División de Materiales Compuestos de EIS mantiene registros de todos los resultados de calibración y de verificación realizados a los dispositivos de seguimiento y medición, incluyendo el registro de las calibraciones y verificaciones realizadas al equipo de inspección del producto mediante el documento Informe de Calibración de Equipo de Ultrasonidos (CEU-XXX).

9. Medición, análisis y mejora

9.1. Generalidades

La División de Materiales Compuestos de EIS planifica y tiene implantados los procesos de seguimiento, medición, análisis y mejora necesarios para:

- Demostrar la conformidad del producto
- Asegurar la conformidad del Sistema de Gestión
- Mejorar continuamente la eficacia del Sistema de Gestión

9.2. Seguimiento y medición

9.2.1. Satisfacción del cliente

La División de Materiales Compuestos de EIS realiza mediciones de percepción periódicas de la satisfacción alcanzada en sus clientes como una de las principales medidas de la eficacia del Sistema de Gestión.

Se realizan encuestas de percepción de la satisfacción de los usuarios mediante cuestionarios diseñados a tales efectos. Estos cuestionarios son archivados y tenidos en cuenta para estudiar posibles acciones de mejora en la prestación de servicios.

Las actividades llevadas a cabo para la medición de la satisfacción de los usuarios se describen en el procedimiento Satisfacción del Cliente (MC-PRC-006), perteneciente al proceso de Mejora Continua (FP-MC).

9.2.2. Auditoría Interna

La División de Materiales Compuestos de EIS realiza auditorías internas a intervalos planificados para verificar que su Sistema de Gestión:

- es conforme con los requisitos establecidos para el mismo (los de la norma UNE-EN 9100:2003, los requeridos por nuestros clientes, los legalmente establecidos y los requeridos internamente por la empresa)
- está implantado y se mantiene eficazmente para la consecución de sus objetivos

Los programas de auditorías se planifican tomando en consideración el estado y la importancia de los procesos y áreas a auditar, así como los resultados de auditorías previas.

Las auditorías internas son realizadas por personas con la cualificación adecuada e independientes del área auditada, asegurando así la objetividad e imparcialidad necesarias para la realización de este proceso.

Los criterios de auditoría, responsabilidades, planificación, programación, alcance, realización, informe, acciones correctivas derivadas, seguimiento de las mismas, y registros de las auditorías, son establecidos en el procedimiento Auditoría Interna (MC-PRC-005) y en los documentos Informe de Auditoría de Procedimientos (AI-I-XXX) e Informe de Auditoría de Procesos (AI-II-XXX)

El responsable del área auditada se asegura de que se toman las acciones necesarias para la eliminación de las no conformidades detectadas y sus causas.

9.2.3. Seguimiento y medición de los procesos

La División de Materiales Compuestos de EIS establece los métodos apropiados para el seguimiento y medición de los procesos de su Sistema de Gestión de la Calidad a

través de las fichas de proceso (FP) y mediante el Panel de Indicadores. Estos métodos demuestran la capacidad de los procesos para alcanzar los resultados planificados (objetivos de cada proceso).

El Responsable de Calidad es el responsable de la medición y mejora continua de la capacidad productiva de los procesos.

Cuando no se alcanzan los resultados planificados se llevan a cabo acciones correctivas, propuestas de mejora o acciones preventivas, según sea conveniente, para asegurarse de la conformidad del producto, mediante los procedimientos MC-PRC-002, MC-PRC-003 y MC-PRC-004, respectivamente.

En caso de no conformidad del proceso:

- La División de Materiales Compuestos de EIS lleva a cabo la acción adecuada con el fin de corregir la no-conformidad del proceso, mediante el procedimiento MC-PRC-001, perteneciente al proceso de Mejora Continua (FP-MC).
- Evaluará si la no-conformidad del proceso dio como resultado la no-conformidad del producto.
- Identificará y controlará la no-conformidad del producto.

9.2.4. Seguimiento y medición del producto

La División de Materiales Compuestos de EIS mide y hace un seguimiento de las características del producto para verificar que se cumplen los requisitos del mismo a través de reuniones internas entre los responsables del proceso y el Responsable de Calidad.

El producto no se utiliza hasta que ha sido inspeccionado mediante el proceso Inspección por Ultrasonidos (FP-IU) y aplicados sus procedimientos correspondientes para comprobar que el producto se ajusta a los requerimientos especificados.

La División de Materiales Compuestos de EIS mantiene evidencia de la conformidad del producto con los criterios de aceptación mediante el procedimiento Registro de la Inspección (IU-PRC-005).

9.2.4.1. Documentación de la inspección

Los requerimientos de la medición para la aceptación del producto se documentan adecuadamente mediante la Ficha de Proceso Inspección por Ultrasonidos (FP-IU) y sus correspondientes procedimientos. Esta documentación incluye:

- Los criterios de aceptación y rechazo
- En qué punto de la secuencia se llevan a cabo las operaciones de medición y comprobación
- Un registro del resultado de las mediciones.
- El tipo de instrumentos de medición requeridos e instrucciones específicas asociadas a su uso.

Cuando es necesario demostrar la cualificación del producto, la División de Materiales Compuestos de EIS se asegura de que los registros proporcionan evidencia de que el producto satisface los requerimientos definidos mediante el procedimiento Registro de la Inspección (IU-PRC-005).

9.2.4.2. Inspección de Primer Artículo

La División de Materiales Compuestos de EIS lleva a cabo la inspección, verificación y documentación, a través del procedimiento Inspección de Primer Artículo descrito en el documento MAG-DMC-A1, de un producto representativo de la primera producción de una pieza nueva, o después de cualquier cambio posterior que invalide el resultado anterior de la inspección de primer artículo.

9.3. Control del producto no conforme

La División de Materiales Compuestos de EIS se asegura de que el producto no conforme con los requisitos, se identifica y controla para prevenir su uso o entrega no intencional a través del procedimiento Control de las Piezas No Conformes (OPI-PRC-001).

Este documento define:

- Controles del producto no conforme.
- Las responsabilidades y autoridades relacionadas con el tratamiento, revisión y disposición del producto no conforme.
- El proceso para aprobar al personal que tome las decisiones anteriores.

La División de Materiales Compuestos de EIS trata los productos no conformes mediante una o más de las siguientes maneras:

- Tomando acciones para eliminar la no conformidad detectada.
- Autorizando su uso, liberación o aceptación bajo concesión por una autoridad pertinente y, cuando sea aplicable, por el cliente.
- Tomando acciones para impedir su uso o aplicación originalmente previsto.

La organización no emplea disposiciones de utilizar-como-está o reparar, a menos que sea autorizado expresamente por parte del cliente, si:

- El producto se fabrica según el diseño del cliente.
- La no-conformidad ocasiona desviaciones con respecto a los requerimientos indicados en el contrato.

A menos que quede limitado de otra forma en el contrato, los productos diseñados por la División de Materiales Compuestos de EIS y que son controlados a través de una especificación del cliente podrán recibir disposición por parte de la organización de utilizar-como-está o reparar, siempre que la no conformidad no ocasione una desviación con respecto a los requerimiento especificados por el cliente.

Los productos que reciben disposición como chatarra son marcados de forma clara y permanente o son controlados hasta quedar físicamente inutilizables.

La División de Materiales Compuestos de EIS mantiene registros de la naturaleza de las no conformidades y de cualquier acción tomada posteriormente mediante el documento Control de las Piezas No Conformes (OPI-PRC-001). Cuando se corrige un producto no conforme, es sometido a una nueva verificación para demostrar su conformidad con los requisitos.

9.4. Análisis de datos

La División de Materiales Compuestos de EIS determina, recopila y analiza los datos apropiados para demostrar la idoneidad y la eficacia del Sistema de Gestión de la Calidad y para evaluar dónde puede realizarse la mejora continua de la eficacia del Sistema de Gestión de la Calidad a través del proceso Mejora Continua (FP-MC).

El análisis de datos proporciona información sobre:

- La satisfacción del cliente
- La conformidad con los requisitos del producto
- Las características y tendencias de los procesos y de los productos, incluyendo las oportunidades para llevar a cabo acciones preventivas
- Los suministradores

9.5. Mejora

9.5.1. Mejora Continua

La División de Materiales Compuestos de EIS, a través del proceso Mejora Continua (FP-MC), mejora continuamente la eficacia y eficiencia del Sistema de Gestión mediante el uso de la política de la calidad, los objetivos de la calidad, los resultados de las auditorías, el análisis de datos, las acciones correctivas y preventivas y la revisión por la dirección.

9.5.2. Acción Correctiva

La División de Materiales Compuestos de EIS toma acciones para eliminar la causa de no conformidades con objeto de prevenir que vuelvan a ocurrir.

La División de Materiales Compuestos de EIS define un procedimiento documentado de Acción Correctiva (MC-PRC-002) para:

- Revisar las no conformidades (incluyendo las quejas de los clientes)
- Determinar las causas de las no conformidades

- Evaluar la necesidad de adoptar acciones para asegurarse de que las no conformidades no vuelvan a ocurrir.
- Determinar e implementar las acciones necesarias.
- Registrar los resultados de las acciones tomadas.
- Revisar las acciones correctivas tomadas.
- El despliegue de los requisitos de acción correctiva a los suministradores, cuando se determine que el suministrador es responsable de la causa raíz.
- Tomar acciones específicas cuando las acciones correctivas no se han conseguido ni de forma eficaz ni oportunamente.

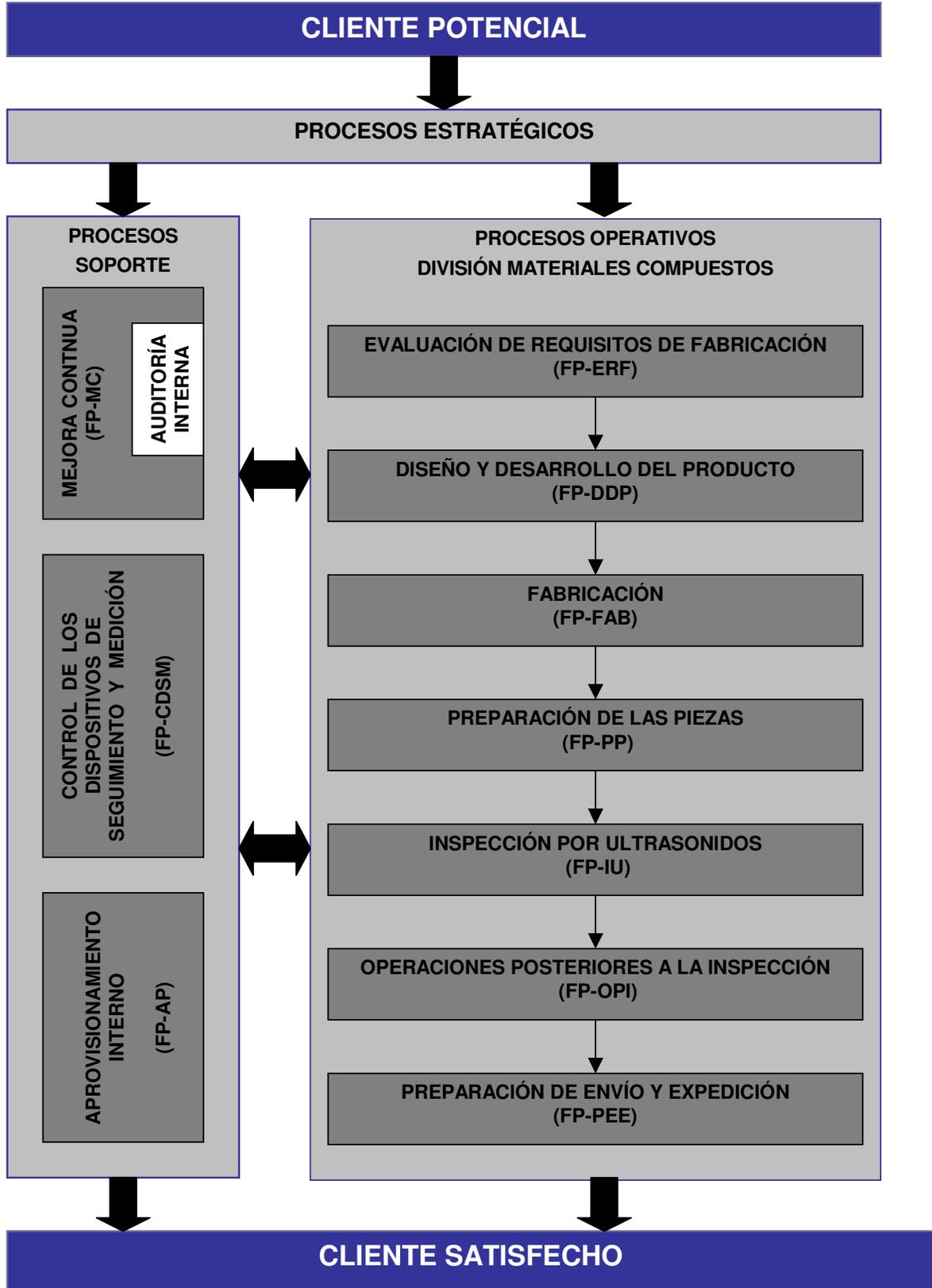
9.5.3. Acción Preventiva

La División de Materiales Compuestos de EIS toma acciones para eliminar la causa de no conformidades potenciales con objeto de prevenir su ocurrencia. La División de Materiales Compuestos de EIS establece un procedimiento documentado de Acción Preventiva (MC-PRC-004) para definir los requisitos para:

- Determinar las no conformidades potenciales y sus causas.
- Evaluar la necesidad de actuar para prevenir la ocurrencia de no conformidades.
- Determinar e implementar las acciones necesarias.
- Registrar los resultados de las acciones tomadas.
- Revisar las acciones preventivas tomadas.

10. ANEXO

MAPA DE PROCESOS





ANEXO AL MANUAL DE GESTIÓN

**INSPECCIÓN DE PRIMER
ARTÍCULO**

Edición: 06/04/06

Última revisión:

INDICE

PÁGINA

1. Índice	1
2. Revisiones y estado de revisiones	2
3. Objeto	3
4. Aplicabilidad	3
5. Recepción de la primera producción	3
6. Inspección de primer artículo	4

PREPARADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
Almudena Castillo Niño	Responsable de Calidad	Director General

2. REVISIONES

FECHA	Preparada por:	Revisada por:	Autorizada por:

3. Objeto

El objeto de este anexo es describir las actividades a desarrollar durante la Inspección de Primer Artículo (IPA), la cual tiene lugar en la primera producción de una pieza nueva o después de cualquier cambio que invalide el resultado anterior de la IPA.

4. Aplicabilidad

Este documento es aplicable al Sistema de Gestión de la Calidad de la División de Materiales Compuestos de Easy Industrial Solutions (EIS).

5. Recepción de la primera producción

Cuando se desarrolla la primera producción de una pieza nueva en las instalaciones de EIS, el Gerente de la División de Materiales Compuestos revisa toda la documentación relacionada con la misma. Una vez revisada toda la documentación se siguen las siguientes pautas:

- Reunión de discusión de IPA, en la cual se discuten todos los aspectos relacionados con la Inspección de Primer Artículo. En esta reunión están presentes el Responsable de Calidad, el Gerente de la División de Materiales Compuestos y los técnicos de la División de Materiales Compuestos.
- Redacción del documento de IPA, en el cual se reflejan todas las actividades a desarrollar para garantizar una correcta inspección de la primera pieza fabricada.
- Adjunción de toda la documentación necesaria para desarrollar la IPA.

6. Inspección de Primer Artículo

6.1. IPA en las instalaciones de EIS

En el caso en el que EIS disponga de los equipos necesarios para desarrollar las actividades de la IPA, se llevarán a cabo todos los ensayos definidos en el documento. Posteriormente se elaborará un informe de IPA, en el que aparezcan los resultados de las inspecciones realizadas y se anexarán al mismo las posibles no conformidades detectadas durante el proceso.

6.2. IPA fuera de las instalaciones de EIS

En aquellos casos en los que EIS no disponga de los equipos necesarios para desarrollar las actividades definidas en el documento IPA, se subcontratará el proceso. La secuencia de actividades a seguir es:

- Selección de laboratorio. Se seleccionará el laboratorio más adecuado para desarrollar las inspecciones definidas en el documento IPA.
- Recepción de resultados de IPA
- Elaboración de informe de IPA. Una vez recibidos los resultados del laboratorio, se elaborará un informe de IPA en el que aparezcan los resultados de las inspecciones realizadas, y se anexarán al mismo las posibles no conformidades detectadas durante el proceso.



ANEXO AL MANUAL DE GESTIÓN

DOCUMENTACIÓN APLICABLE

Edición: 12/04/06

Última revisión:

INDICE

PÁGINA

1. Índice	1
2. Revisiones y estado de revisiones	2
3. Objeto	3
4. Aplicabilidad	3
5. Documentación aplicable	3
6. Relación Norma / Documentos del sistema	7

PREPARADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
Almudena Castillo Niño	Responsable de Calidad	Director General

2. REVISIONES

FECHA	Preparada por:	Revisada por:	Autorizada por:

3. Objeto

Este documento describe toda la documentación aplicable a la División de Materiales Compuestos de EIS y su relación con la norma UNE-EN 9100.

4. Aplicabilidad

Este documento es aplicable al Sistema de Gestión de la Calidad de la División de Materiales Compuestos de Easy Industrial Solutions (EIS).

5. Documentación aplicable

En la siguiente tabla se muestra toda la documentación aplicable a la División de Materiales Compuestos de EIS.

DOCUMENTO	CODIFICACIÓN	TIPO
MANUAL DE GESTIÓN DE LA DIVISIÓN DE MATERIALES COMPUESTOS	MAG-DMC	MANUAL DE CALIDAD
INSPECCIÓN DE PRIMER ARTÍCULO	MAG-DMC-A1	ANEXO AL MANUAL DE GESTIÓN
DOCUMENTACIÓN APLICABLE	MAG-DMC-A2	ANEXO AL MANUAL DE GESTIÓN
EVALUACIÓN DE REQUISITOS DE FABRICACIÓN	FP-ERF	FICHA DE PROCESO
DISEÑO Y DESARROLLO DEL PRODUCTO	FP-DDP	FICHA DE PROCESO
PLANIFICACIÓN DE LA FABRICACIÓN	FP-PF	FICHA DE PROCESO
OPERACIÓN EN ÁREA LIMPIA	FP-OAL	FICHA DE PROCESO

OPERACIÓN EN ÁREA DE AUTOCLAVE	FP-OAA	FICHA DE PROCESO
PREPARACIÓN DE ENVÍO Y EXPEDICIÓN	FP-PEE	FICHA DE PROCESO
APROVISIONAMIENTO Y CONTROL DE LA FABRICACIÓN	FP-ACF	FICHA DE PROCESO
PREPARACIÓN DE LAS PIEZAS	FP-PP	FICHA DE PROCESO
INSPECCIÓN POR ULTRASONIDOS	FP-IU	FICHA DE PROCESO
OPERACIONES POSTERIORES A LA INSPECCIÓN	FP-OPI	FICHA DE PROCESO
MEJORA CONTINUA	FP-MC	FICHA DE PROCESO
CONTROL DE LOS DISPOSITIVOS DE SEGUIMIENTO Y MEDICIÓN	FP-CDSM	FICHA DE PROCESO
EVALUACIÓN DEL CONTRATO	ERF-PRC-001	PROCEDIMIENTO
DISEÑO	DDP-PRC-001	PROCEDIMIENTO
REVISIÓN, VERIFICACIÓN, VALIDACIÓN Y CONTROL DE LOS CAMBIOS DEL DISEÑO	DDP-PRC-002	PROCEDIMIENTO
PREPARACIÓN DE ÓRDENES DE FABRICACIÓN	PF-PRC-001	PROCEDIMIENTO
CORTE MANUAL DE TELAS	OAL-PRC-001	PROCEDIMIENTO
CONSTRUCCIÓN DE BOLSAS DE VACÍO	OAL-PRC-002	PROCEDIMIENTO
GESTIÓN DE LA RECEPCIÓN DE MATERIALES	ACF-PRC-001	PROCEDIMIENTO
TRATAMIENTO DE MATERIALES NO CONFORMES	ACF-PRC-002	PROCEDIMIENTO
CONTROL DE LOS PROCESOS SUBCONTRATADOS	ACF-PRC-003	PROCEDIMIENTO

CONTROL DE LA FABRICACIÓN	ACF-PRC-004	PROCEDIMIENTO
PREPARACIÓN DE LAS PIEZAS	PP-PRC-001	PROCEDIMIENTO
AJUSTE DEL EQUIPO DE ULTRASONIDOS	IU-PRC-001	PROCEDIMIENTO
FABRICACIÓN DE PIEZA PATRÓN	IU-PRC-002	PROCEDIMIENTO
INSPECCIÓN POR ULTRASONIDOS	IU-PRC-003	PROCEDIMIENTO
INTERPRETACIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS INDICACIONES	IU-PRC-004	PROCEDIMIENTO
REGISTRO DE LA INSPECCIÓN	IU-PRC-005	PROCEDIMIENTO
CONTROL DE PIEZAS NO CONFORMES	OPI-PRC-001	PROCEDIMIENTO
ALMACENAMIENTO DE PIEZAS INSPECCIONADAS	OPI-PRC-002	PROCEDIMIENTO
CALIBRACIÓN DEL EQUIPO DE ULTRASONIDOS	CDSM-PRC-001	PROCEDIMIENTO
DETECCIÓN DE NO CONFORMIDADES	MC-PRC-001	PROCEDIMIENTO
ACCIONES CORRECTIVAS	MC-PRC-002	PROCEDIMIENTO
PROPUESTAS DE MEJORA	MC-PRC-003	PROCEDIMIENTO
ACCIONES PREVENTIVAS	MC-PRC-004	PROCEDIMIENTO
AUDITORÍA INTERNA	MC-PRC-005	PROCEDIMIENTO
SATISFACCIÓN DEL CLIENTE	MC-PRC-006	PROCEDIMIENTO
CUALIFICACIÓN DEL PERSONAL PARA LA INSPECCIÓN POR ULTRASONIDOS	GR-PRC-004	PROCEDIMIENTO
PROCESADO MANUAL DE FABRICACIÓN DE LA PIEZA	OAL-IT-001	INSTRUCCIÓN TÉCNICA
COMPACTACIÓN EN FRÍO	OAL-IT-002	INSTRUCCIÓN TÉCNICA

TRANSPORTE DE ELEMENTOS DE CURADO AL AUTOCLAVE	OAL-IT-003	INSTRUCCIÓN TÉCNICA
EXTRACCIÓN DEL MATERIAL PREPREG. DE LA CÁMARA FRIGORÍFICA	OAA-IT-001	INSTRUCCIÓN TÉCNICA
CURADO	OAA-IT-002	INSTRUCCIÓN TÉCNICA
DESMOLDEO	OAA-IT-003	INSTRUCCIÓN TÉCNICA
CONTROL DE MATERIAL CON TIEMPO DE VIDA	ACF-IT-001	INSTRUCCIÓN TÉCNICA
ALMACENAMIENTO	ACF-IT-002	INSTRUCCIÓN TÉCNICA
VERIFICACIÓN DIMENSIONAL	ACF-IT-003	INSTRUCCIÓN TÉCNICA
PREPARACIÓN DEL ENVÍO Y DOCUMENTACIÓN	PEE-IT-001	INSTRUCCIÓN TÉCNICA
ETIQUETAS DE CONTROL DE TIEMPO DE EXPOSICIÓN	ECTE-XXX	REGISTRO
FICHA DE DISEÑO Y DESARROLLO DE PRODUCTOS	FDDP-XXX	REGISTRO
FICHA DE CONTROL DE MATERIALES	FCM-XXX	REGISTRO
FICHA TÉCNICA DE PIEZAS	FTP-XXX	REGISTRO
INFORME DE DISCREPANCIA	INFD-XXX	REGISTRO
ORDEN DE ENVÍO	OE-XXX	REGISTRO
ORDEN DE PRODUCCIÓN	OP-XXX	REGISTRO
HOJA DE PROPUESTA DE MEJORA	HPM-XXX	REGISTRO
HOJA DE ACCIÓN PREVENTIVA	HAP-XXX	REGISTRO
HOJA DE DETECCIÓN DE NO CONFORMIDAD	HDNC-XXX	REGISTRO
HOJA DE ACCIÓN CORRECTIVA	HAC-XXX	REGISTRO

CUESTIONARIO DE SATISFACCIÓN DE CLIENTES	CSC-XXX	REGISTRO
FICHA TÉCNICA DE PIEZA PATRÓN	FPP-XXX	REGISTRO
HOJA DE REGISTRO DE IRREGULARIDADES	HRI-XXX	REGISTRO
INFORME DE AUDITORÍA INTERNA DE PROCEDIMIENTOS	AU-I-XXX	REGISTRO
INFORME DE AUDITORÍA INTERNA DE PROCESOS	AU-II-XXX	REGISTRO
INFORME DE CALIBRACIÓN DE EQUIPO DE ULTRASONIDOS	CEU-XXX	REGISTRO
INFORME DE INSPECCIÓN POR ULTRASONIDOS	IIU-XXX	REGISTRO

6. Relación Norma / Documentos del Sistema

En este apartado se muestra la relación existente entre cada punto de la norma EN9100:2003 y el documento correspondiente del Sistema de Gestión de Calidad de la División de Materiales Compuestos de EIS.

APARTADO EN 9100	FICHA DE PROCESO	OTROS DOCUMENTOS
4.1	FP-MC, FP-MP, FP-GR (G)	MAG-DMC
4.2.1	-	MAG-DMC
4.2.2	-	MAG-DMC
4.2.3	-	MAG-DMC, PRG-CD-001 (G)
4.2.4	-	MAG-DMC, PRG-CD-002 (G)

4.3	FP-GC (G)	MAG-DMC
5.1	-	MAG-DMC
5.2	FP-ERF (F), FP-CRM (G),	MC-PRC-006, MAG-DMC
5.3	-	MAG-DMC
5.4.1	-	MAG-DMC, Panel de indicadores
5.4.2	-	MAG-DMC
5.5.1	-	MAG-DMC, MAG-EIS-A1 (G)
5.5.2	-	MAG-DMC, MAG-EIS-A1 (G)
5.5.3	-	MAG-DMC
5.6.1	FP-RD (G)	MAG-DMC
5.6.2	FP-RD (G)	MAG-DMC
5.6.3	FP-RD (G)	MAG-DMC
6.1	FP-GR (G)	MAG-DMC
6.2.1	FP-GR (G)	MAG-DMC
6.2.2	FP-GR (G)	MAG-DMC
6.3	FP-GR (G)	MAG-DMC
6.4	FP-GR (G)	MAG-DMC
7.1	FP-PF (F)	MAG-DMC
7.2.1	FP-ERF (F)	MAG-DMC, MC-PRC-006
7.2.2	FP-ERF (F)	MAG-DMC
7.2.3	FP-ERF (F)	MAG-DMC, MC-PRC-006
7.3.1	FP-DDP (F)	MAG-DMC, FDDP (F), MAG-EIS-A1 (G)

7.3.2	FP-DDP (F)	MAG-DMC, FDDP (F)
7.3.3	FP-DDP (F)	MAG-DMC, FDDP (F)
7.3.4	FP-DDP (F)	MAG-DMC, FDDP (F)
7.3.5	FP-DDP (F)	MAG-DMC, FDDP (F)
7.3.6	FP-DDP (F)	MAG-DMC, FDDP (F)
7.3.6.1	-	MAG-DMC, FDDP (F)
7.3.6.2	-	MAG-DMC, FDDP (F)
7.3.7	FP-DDP (F)	MAG-DMC, FDDP (F)
7.4.1	FP-AP (G)	MAG-DMC
7.4.2	FP-AP (G)	MAG-DMC
7.4.3	FP-AP (G)	MAG-DMC
7.5.1	FP-ACF (F), FP-OAL (F)	MAG-DMC
7.5.1.1	FP-ACF (F), FP-FAB (F)	MAG-DMC
7.5.1.2	FP-ACF (F)	MAG-DMC, MAG-EIS-A1 (G), HAC, HAP, HPM, Panel de indicadores
7.5.1.3	-	MC-PRC-005, Manuales de mantenimiento de equipos, MAG-DMC
7.5.1.4	-	ACF-PRC-003 (F), MAG-DMC
7.5.1.5	-	ACF-PRC-003 (F), MAG-DMC
7.5.2	Fichas de procesos operativos	MAG-DMC
7.5.3	FP-GC (G)	MAG-DMC
7.5.4	-	MAG-DMC

7.5.5	FP-PEE (F)	MAG-DMC
7.6	FP-CDSM	CDSM-PRC-001, CEU, MAG-DMC
8.1	FP-MC	MAG-DMC
8.2.1	FP-MC	MC-PRC-006, CSC, MAG-DMC
8.2.2	FP-MC	MC-PRC-005, AI-I, AI-II, MAG-DMC
8.2.3	Fichas de procesos	MC-PRC-001, MC-PRC-002, MC-PRC-003, MC-PRC-004, Panel de indicadores
8.2.4	FP-IU	IU-PRC-005, IIU, MAG-DMC
8.2.4.1	FP-IU	IU-PRC-005, IIU, MAG-DMC
8.2.4.2	-	MAG-DMC-A1
8.3	-	OPI-PRC-001, MC-PRC-001, HDNC, MAG-DMC
8.4	FP-MC	-
8.5.1.	FP-MC	-
8.5.2.	FP-MC	MC-PRC-002
8.5.3.	FP-MC	MC-PRC-004

Nota:

(G): Documentos ya existentes en el SGC general de EIS, por ser requisitos globales de la organización.

(F): Documentos ya existentes en el SGC de la DMC de EIS, pertenecientes al proceso de fabricación del producto.

ÍNDICE ANEXO VI

- A-VI.1. Indicador de proceso de preparación de las piezas (IPP)
- A-VI.2. Indicador de proceso de inspección por ultrasonidos (IIU)
- A-VI.3. Indicador de proceso de control de los dispositivos de seguimiento y medición (ICDSM)
- A-VI.4. Indicador de almacenamiento de piezas conformes (IOP11)
- A-VI.5. Indicador de control de piezas no conformes (IOP12)
- A-VI.6. Indicador de proceso de mejora continua (IMC)

INDICADOR IPP

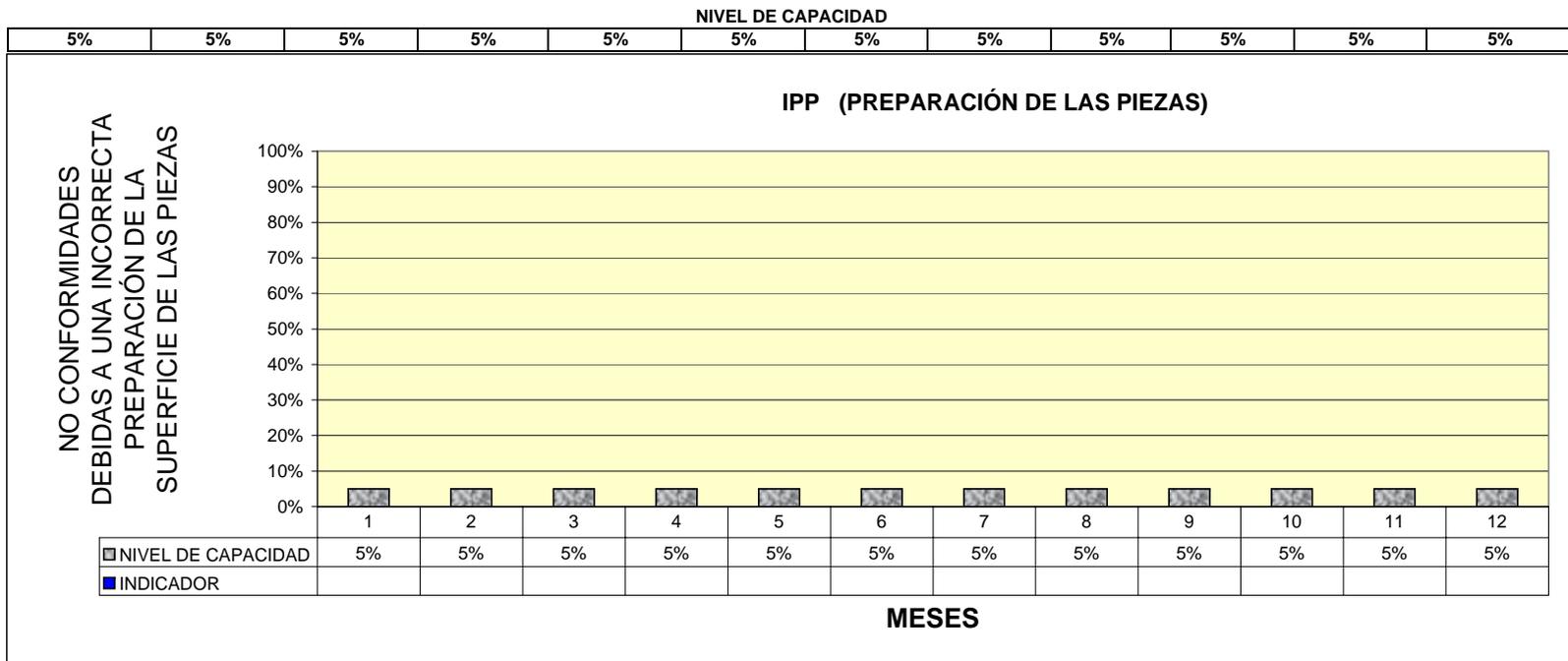
DATOS DE INDICADOR DEL PROCESO DE PREPARACIÓN DE LAS PIEZAS

NIVEL DE CAPACIDAD: Nivel de cumplimiento de un máximo de 5% de no conformidades en el proceso de inspección debido a una incorrecta preparación de la superficie de las piezas

ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE

OBJETIVO (Cumplimiento del 0% de no conformidades debidas a una incorrecta preparación de la superficie de las piezas)

TIPO DE MEDIDA: mensual IPP < 5%



MEDICIÓN IPP

DATOS DE MEDICIÓN DE IPP

- PROCEDIMIENTO DE MEDICIÓN:**
1. Introducir, en la fila 9, nº de no conformidades en el proceso de inspección por ultrasonidos debidas a una incorrecta preparación de la superficie de la pieza.
 2. Introducir, en la fila 10, nº total de no conformidades durante el proceso de inspección por ultrasonidos de las piezas.
 3. El indicador, fila 11, en cada periodo de medición, debe ser inferior al nivel de capacidad especificado en la fila 18.

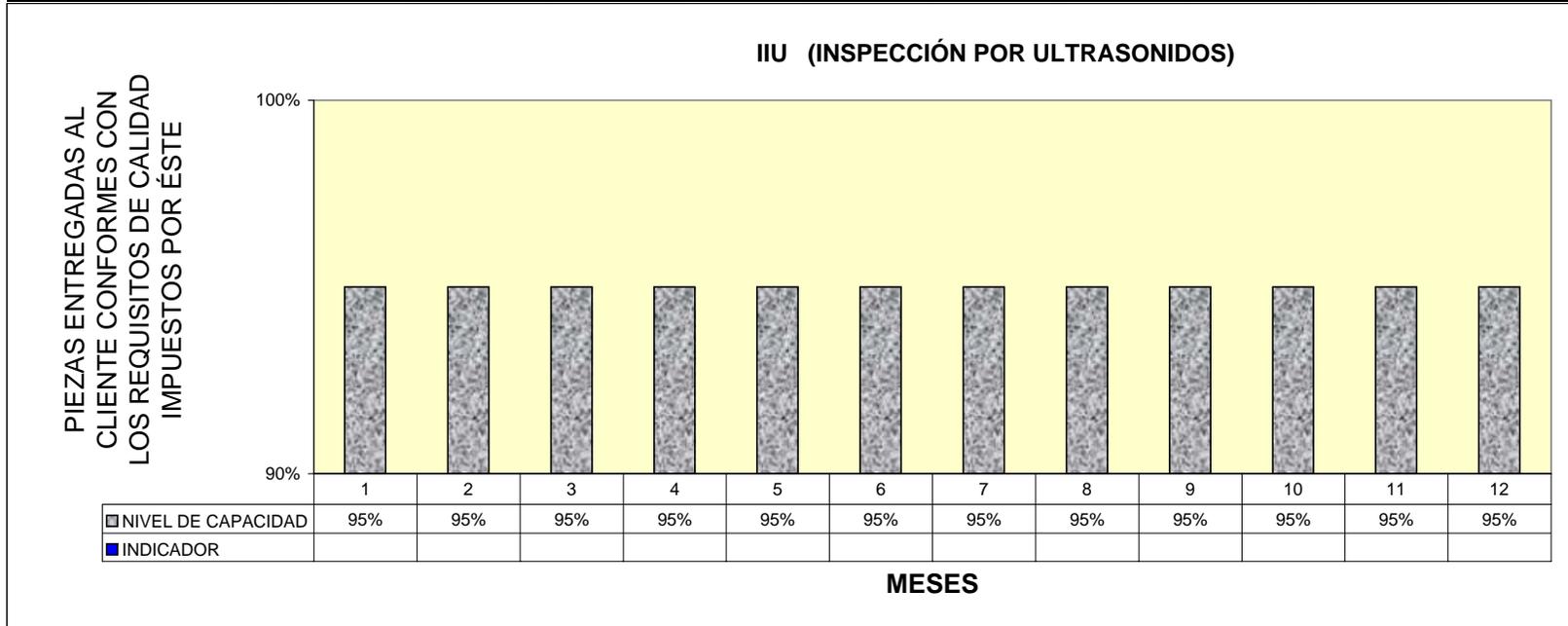
ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE

OBJETIVO (Cumplimiento del 100% de piezas entregadas al cliente conformes con los requisitos de calidad impuestos por éste)

TIPO DE MEDIDA: mensual IIU> 95%

NIVEL DE CAPACIDAD

95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----



**MEDICIÓN IIU
DATOS DE MEDICIÓN DE IIU**

PROCEDIMIENTO DE MEDICIÓN:

1. Introducir, en la fila 9, nº de piezas entregadas al cliente conformes con los requisitos de calidad impuestos por éste según el criterio de aceptación aplicable.
2. Introducir, en la fila 10, nº total de piezas entregadas al cliente.
3. El indicador, fila 11, en cada periodo de medición, debe ser superior al nivel de capacidad especificado en la fila 18.

INDICADOR ICDSM

DATOS DE INDICADOR DE CONTROL DE LOS DISPOSITIVOS DE SEGUIMIENTO Y MEDICIÓN

NIVEL DE CAPACIDAD.

Nivel de cumplimiento de un máximo de 5% de piezas entregadas al cliente con no conformidades no detectadas debido a un incorrecto funcionamiento de los equipos de seguimiento y medición

ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE

OBJETIVO (Cumplimiento del 0% de piezas entregadas al cliente con no conformidades no detectadas debido a un incorrecto funcionamiento de los equipos de seguimiento y medición)

TIPO DE MEDIDA: mensual ICDSM< 5%



MEDICIÓN ICDSM DATOS DE MEDICIÓN DE ICDSM

PROCEDIMIENTO DE MEDICIÓN:

1. Introducir, en la fila 9, nº de piezas entregadas al cliente con no conformidades no detectadas debido a un incorrecto funcionamiento de los equipos de seguimiento y medición
2. Introducir, en la fila 10, nº de piezas totales entregadas al cliente.
3. El indicador, fila 11, en cada periodo de medición, debe ser inferior al nivel de capacidad especificado en la fila 18.

INDICADOR IOPI1

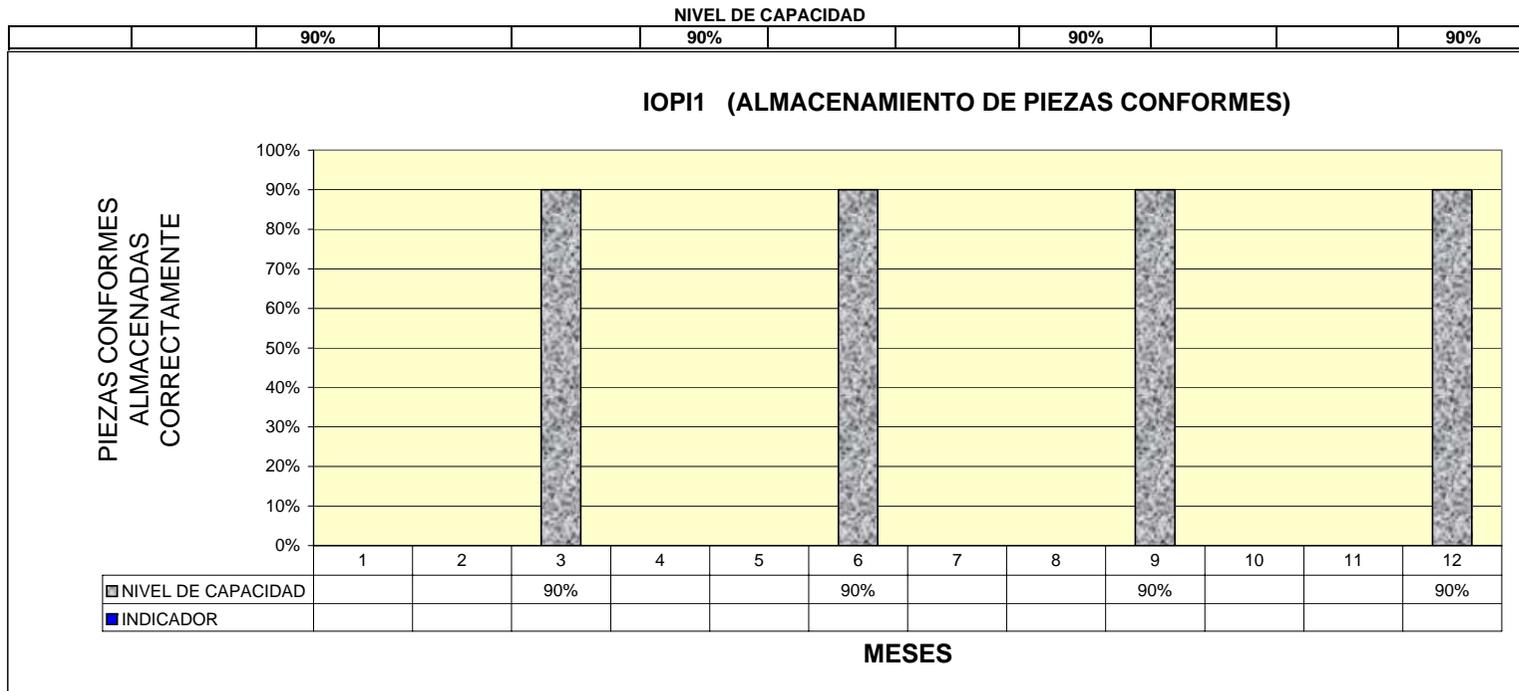
DATOS DE INDICADOR DE OPERACIONES POSTERIORES A LA INSPECCIÓN

NIVEL DE CAPACIDAD: Nivel de cumplimiento de un mínimo de 90% de piezas conformes almacenadas correctamente (limpias, etiquetadas y con documentación adjunta) respecto del total de piezas conformes almacenadas

ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE

OBJETIVO (Cumplimiento del 100% de piezas conformes almacenadas correctamente)

TIPO DE MEDIDA: trimestral IOPI1 > 90%



MEDICIÓN IOPI1

DATOS DE MEDICIÓN DE IOPI1

- PROCEDIMIENTO DE MEDICIÓN:**
1. Introducir, en la fila 9, nº de piezas conformes almacenadas correctamente (limpias, etiquetadas y con documentación adjunta).
 2. Introducir, en la fila 10, nº de piezas conformes almacenadas totales
 3. El indicador, fila 11, en cada periodo de medición, debe ser superior al nivel de capacidad especificado en la fila 18.

INDICADOR IOPI2

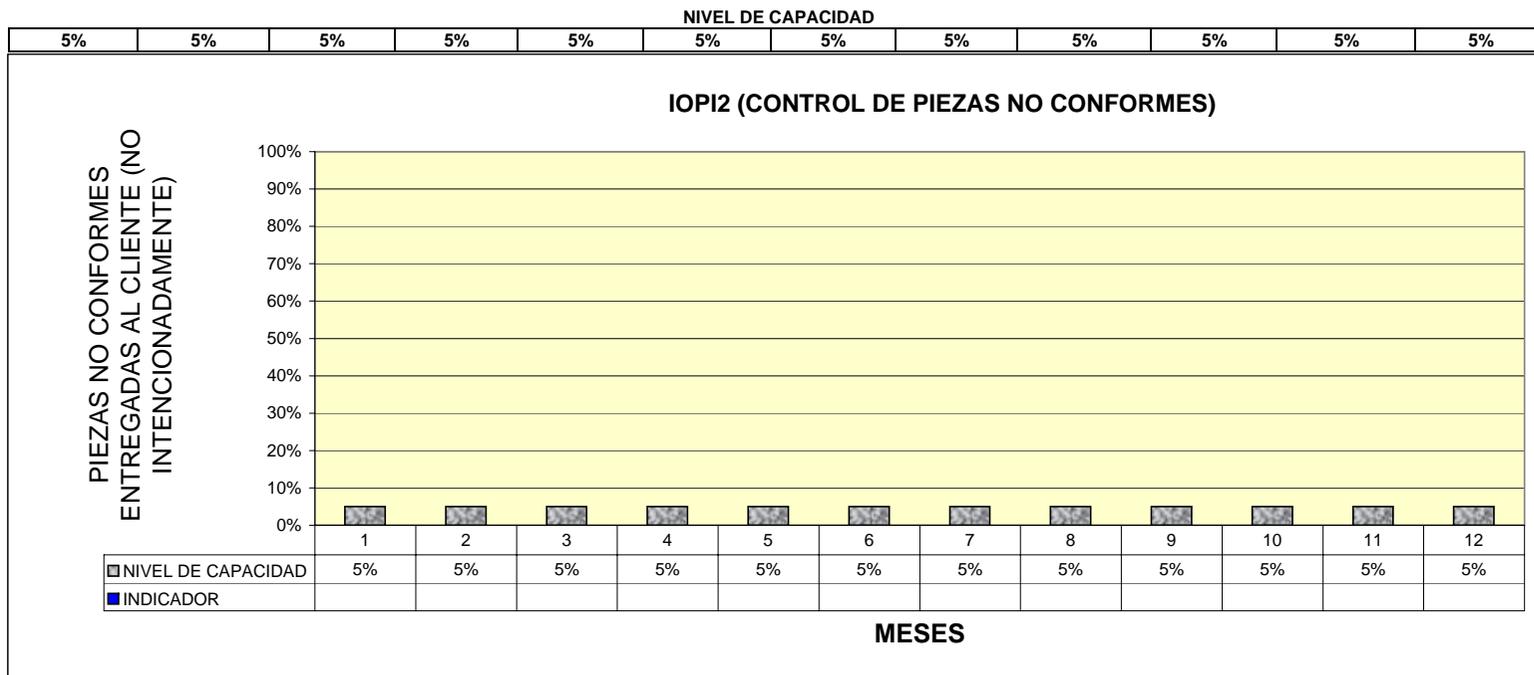
DATOS DE INDICADOR DE OPERACIONES POSTERIORES A LA INSPECCIÓN

NIVEL DE CAPACIDAD: Nivel de cumplimiento de un máximo de 5% de piezas no conformes entregadas al cliente (no intencionadamente) respecto del total de piezas no conformes

ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE

OBJETIVO (Cumplimiento del 0% de piezas no conformes entregadas al cliente (no intencionadamente) respecto del total de piezas no conformes)

TIPO DE MEDIDA: mensual IOPI2 < 5%



MEDICIÓN IOPI2 DATOS DE MEDICIÓN DE IOPI2

- PROCEDIMIENTO DE MEDICIÓN:**
1. Introducir, en la fila 9, nº de piezas no conformes entregadas al cliente (no intencionadamente).
 2. Introducir, en la fila 10, nº de piezas no conformes totales.
 3. El indicador, fila 11, en cada periodo de medición, debe ser inferior al nivel de capacidad especificado en la fila 18.

INDICADOR IMC

DATOS DE INDICADOR DEL PROCESO DE MEJORA CONTINUA

NIVEL DE CAPACIDAD:

Nivel de cumplimiento de un mínimo de 90% de no conformidades detectadas en auditorías internas respecto de las detectadas en auditorías externas

ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE

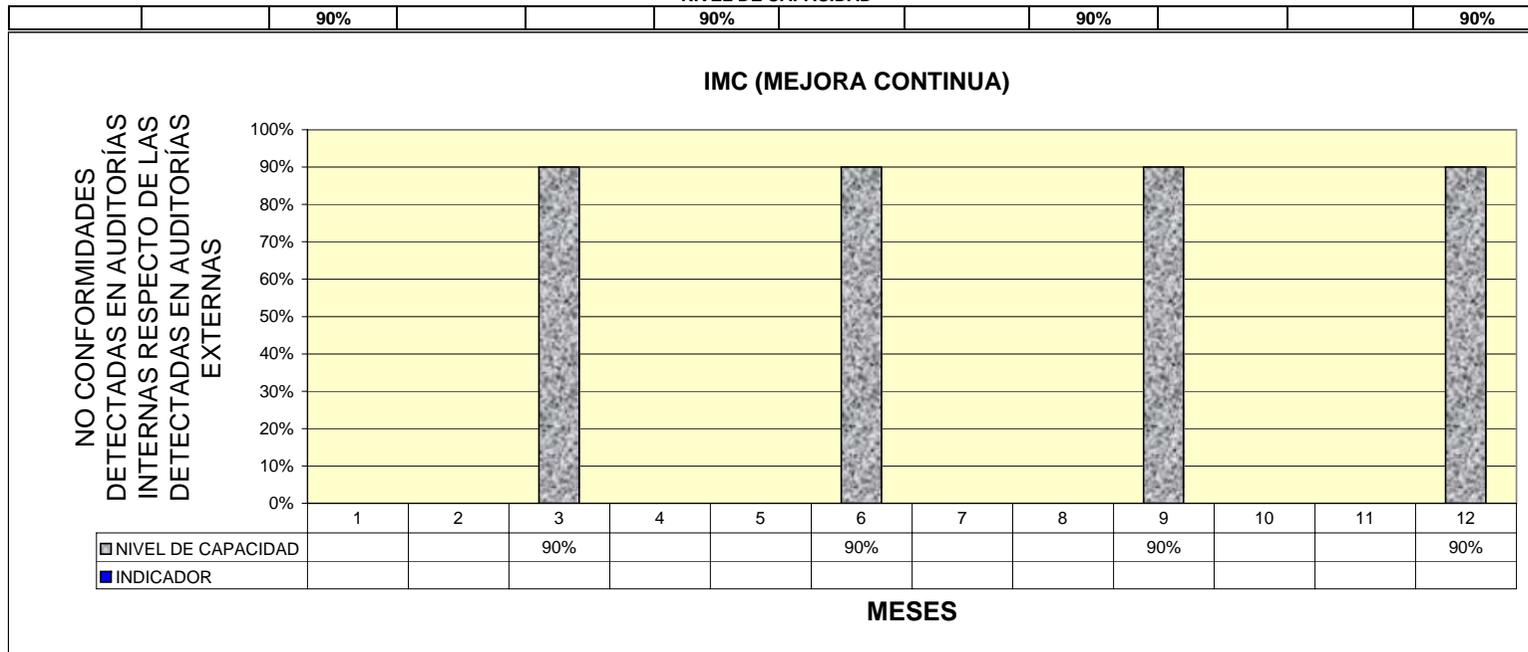
OBJETIVO (Cumplimiento del 100% de no conformidades detectadas en auditorías internas respecto de las detectadas en auditorías externas)

TIPO DE MEDIDA:

trimestral

IMC > 90%

NIVEL DE CAPACIDAD



MEDICIÓN IMC

DATOS DE MEDICIÓN DE IMC

PROCEDIMIENTO DE MEDICIÓN:

1. Introducir, en la fila 9, nº de no conformidades detectadas en auditorías internas
2. Introducir, en la fila 10, nº de no conformidades detectadas en auditorías externas
3. El indicador, fila 11, en cada periodo de medición, debe ser superior al nivel de capacidad especificado en la fila 18.

ÍNDICE ANEXO VII

- A-VII.1. Hoja de registro de irregularidades (HRI-XXX)
- A-VII.2. Ficha técnica de pieza patrón (FPP-XXX)
- A-VII.3. Informe de calibración de equipo de ultrasonidos (CEU-XXX)
- A-VII.4. Informe de inspección por ultrasonidos (IIU-XXX)
- A-VII.5. Hoja de propuesta de mejora (HPM-XXX)
- A-VII.6. Hoja de acción preventiva (HAP-XXX)
- A-VII.7. Hoja de detección de no conformidades (HDNC-XXX)
- A-VII.8. Hoja de acción correctiva (HAC-XXX)
- A-VII.9. Informe de auditoría interna de procedimientos (AU-I-XXX)
- A-VII.10. Informe de auditoría interna de procesos (AU-II-XXX)
- A-VII.11. Cuestionario de satisfacción de clientes (CSC-XXX)

HRI-

	HOJA DE REGISTRO DE IRREGULARIDADES	HOJA Nº:
		Fecha Edición:
		Fecha Revisión:
CÓDIGO PIEZA:	ORDEN DE FABRICACIÓN Nº:	
Observaciones:		
PERSONAL RESPONSABLE:		
Firma		

FPP-

		FICHA TÉCNICA DE PIEZA PATRÓN	
CÓDIGO PIEZA:		Fecha de Edición:	
Nº DE SERIE:		Fecha de Revisión:	
MATERIALES DE FABRICACIÓN			
Material Preimpregnado:			
Materiales Auxiliares:	1		
	2		
	3		
	4		
	5		
PROCESO DE FABRICACIÓN			
Ciclo de Curado:		P:	T:
Fecha de Fabricación:			
Personal Responsable:			
Firma			

CEU-

	INFORME DE CALIBRACIÓN DE EQUIPO DE ULTRASONIDOS		INFORME N°:					
			Fecha :					
EQUIPO	PALPADOR		ACOPLANTE					
Marca: Modelo:	Ref.: Frecuencia (MHz): Ángulo:		Tipo:					
VERIFICACIONES								
TIPO	RESULTADO			ACEPTABLE				
				SI	NO			
1. Linealidad Horizontal	Desviación (% de anchura total de pantalla):							
2. Linealidad Vertical	Ganancia (dB)	+2	-6	-12	-18	-24		
	% ATP							
3. Estado general y aspecto exterior								
4. Sensibilidad	Valor Base de Ganancia(dB):		Ganancia (dB):					
5. Relación señal/ ruido	Valor Base (dB):		Relación señal/ ruido (dB):					
6. Duración Impulso	Valor Base Anchura señal(mm):		Anchura señal (mm):					
Observaciones	INSPECTOR:							
	Firma							

IIU-

	INFORME DE INSPECCIÓN POR ULTRASONIDOS				Hoja 1 de 2	
	Fecha Edición:					
	Fecha Revisión:					
INFORME Nº:			CÓDIGO PIEZA:			
			ORDEN DE FABRICACIÓN Nº:			
EQUIPO		PALPADOR			ACOPLANTE	
Marca: Modelo:		Ref.: Frecuencia (MHz): Ángulo:			Tipo:	
PIEZA PATRÓN			ESTADO SUPERFICIAL			
Nº de Serie: Transferencia (dB):			Hoja de Irregularidades Nº:			
DEFECTO	TIPO	ÁREA (mm ²)	LONGITUD (mm)	ALTURA DE PICO (dB)	PROFUNDIDAD (mm)	
1						
2						
3						
4						
5						
Observaciones:						

	INFORME DE INSPECCIÓN POR ULTRASONIDOS	Hoja 2 de 2
		Fecha Edición:
		Fecha Revisión:
INFORME Nº:	CÓDIGO PIEZA:	
	ORDEN DE FABRICACIÓN Nº:	
Croquis de la pieza		
		INSPECTOR:
		Firma
		Fecha:

HPM-

DATOS DE HOJA DE PROPUESTA DE MEJORA

Número de Hoja: HPM-
Fecha de emisión de la Hoja:
Emisor de la Hoja:
Origen de la Propuesta de Mejora:

MEJORAS PROPUESTAS

--

DOCUMENTOS AFECTADOS

Documento	Revisión	Otros documentos

HPM-

ACEPTACIÓN DE LA PROPUESTA

¿Da origen a la apertura de una Hoja de Acción Correctiva?

HAC-

Fecha de reunión:

HAP-

DATOS DE HOJA DE ACCIÓN PREVENTIVA

Número de Hoja: HAP-
Fecha de emisión de la Hoja:
Emisor de la Hoja:

DOCUMENTOS AFECTADOS

Documento	Revisión	Otros documentos

NO CONFORMIDADES

--

HAP-

CAUSAS

ACCIÓN PREVENTIVA

HAP-

SEGUIMIENTO

Implementador de la acción:
Fecha de implementación de acción preventiva:

HDNC-

DATOS DE HOJA DE DETECCIÓN DE NO CONFORMIDADES

Número de Hoja: HDNC-
Fecha de emisión de la Hoja:
Emisor de la Hoja:
Origen de la NC:

NO CONFORMIDADES IDENTIFICADAS

DOCUMENTOS AFECTADOS		
Documento	Revisión	Otros documentos

HDNC-

ANÁLISIS DE LA NO CONFORMIDAD

¿La NC necesita de una Acción Correctora? **S** **N**

Nº HAC-

Fecha de reunión:

HAC-

SEGUIMIENTO

Implementador de la acción:
Fecha de implementación de acción correctiva:
Firma del Gerente:

AU-I-

	INFORME DE	
	AUDITORÍA INTERNA DE	
	PROCEDIMIENTOS	
	INFORME N°:	
	Fecha Edición:	
	Fecha Revisión:	
PROCEDIMIENTO	ACTIVIDAD	NO CONFORMIDADES
PP-PRC-001	Recepción de la pieza y documentación	
	Limpieza de la superficie de la pieza	
	Examen visual	
IU-PRC-001	Ajuste de la base de tiempos	
	Ajuste de la sensibilidad	
	Verificación de los ajustes	
	Determinación de la transferencia	
IU-PRC-002	Fabricación de la pieza patrón	

AU-I-

PROCEDIMIENTO	ACTIVIDAD	NO CONFORMIDADES
IU-PRC-003	Establecimiento de los parámetros del equipo	
	Barrido de la pieza	
IU-PRC-004	Caracterización de la indicación	
	Evaluación de las dimensiones	
IU-PRC-005	Marcado de la pieza	
	Elaboración del informe de la inspección	
	Archivo del informe de inspección	
CDSM-PRC-001	Mantenimiento	
	Calibración anual	
	Calibración semanal	

AU-I-

PROCEDIMIENTO	ACTIVIDAD	NO CONFORMIDADES
CDSM-PRC-001	Verificación de la linealidad horizontal	
	Verificación de la linealidad vertical	
	Verificación del estado general y aspecto exterior del equipo	
	Verificación de la sensibilidad	
	Verificación de la relación señal/ ruido	
	Verificación de la duración del impulso	
	Registro de la calibración	
OPI-PRC-001	Definición de responsabilidades y autoridad	
	Tratamiento de la no conformidad	
	Archivo de la no conformidad	
	Verificación	

AU-I-

PROCEDIMIENTO	ACTIVIDAD	NO CONFORMIDADES
OPI-PRC-001	Designación de chatarra	
	Elaboración de informe	
OPI-PRC-002	Limpieza de la pieza	
	Almacenamiento	
	Etiquetado	
	Adjuntar documentación	
MC-PRC-001	Elaboración de HDNC	
MC-PRC-002	Elaboración de HAC	
MC-PRC-003	Elaboración de HPM	

AU-I-

PROCEDIMIENTO	ACTIVIDAD	NO CONFORMIDADES
MC-PRC-004	Elaboración de HAP	
MC-PRC-006	Medida de la satisfacción del usuario	
	Análisis de datos y extracción de conclusiones	

OBSERVACIONES FINALES

RESPONSABLE DE LA AUDITORÍA:

Firma

Fecha:

AU-II-

		INFORME DE AUDITORÍA INTERNA DE PROCESOS		INFORME N°:
				Fecha Edición:
				Fecha Revisión:
PROCESO	INDICADOR	VALOR OBJETIVO (%)	VALOR REAL (%)	NO CONFORMIDADES
FP-PP	IPP	< 5		
FP-IU	IIU	> 95		
FP-OPI	IOPI1	> 85		
	IOPI2	< 5		
FP-CDSM	ICDSM	< 5		
FP-MC	IMC2	< 5		

REQUISITOS DEL SGC SEGÚN UNE - EN 9100													
7.6	CONTROL DE LOS DISPOSITIVOS DE SEGUIMIENTO Y MEDICION												
<table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 80%; padding: 5px;"> <input type="checkbox"/> ¿La organización determina el seguimiento y la medición a realizar? </td> <td style="text-align: right; padding: 5px;"> SI NO <input style="width: 20px; height: 20px; border: 1px solid black;" type="checkbox"/> <input style="width: 20px; height: 20px; border: 1px solid black;" type="checkbox"/> </td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;"> <input type="checkbox"/> ¿La organización determina los dispositivos de medición y seguimiento necesarios para proporcionar la evidencia de la conformidad del producto con los requisitos determinados? </td> <td style="text-align: right; padding: 5px;"> SI NO <input style="width: 20px; height: 20px; border: 1px solid black;" type="checkbox"/> <input style="width: 20px; height: 20px; border: 1px solid black;" type="checkbox"/> </td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;"> <input type="checkbox"/> ¿La organización establece los procesos para asegurarse de que el seguimiento y medición pueden realizarse? </td> <td style="text-align: right; padding: 5px;"> SI NO <input style="width: 20px; height: 20px; border: 1px solid black;" type="checkbox"/> <input style="width: 20px; height: 20px; border: 1px solid black;" type="checkbox"/> </td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;"> <input type="checkbox"/> ¿La organización establece los procesos para asegurarse de que el seguimiento y la medición se realizan de una manera coherente con los requisitos? </td> <td style="text-align: right; padding: 5px;"> SI NO <input style="width: 20px; height: 20px; border: 1px solid black;" type="checkbox"/> <input style="width: 20px; height: 20px; border: 1px solid black;" type="checkbox"/> </td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;"> <input type="checkbox"/> ¿Cuando es necesario asegurarse de la validez de los resultados, el equipo de medición se calibra y verifica a intervalos especificados o antes de su utilización? </td> <td style="text-align: right; padding: 5px;"> SI NO <input style="width: 20px; height: 20px; border: 1px solid black;" type="checkbox"/> <input style="width: 20px; height: 20px; border: 1px solid black;" type="checkbox"/> </td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;"> <input type="checkbox"/> ¿El equipo de medición se calibra y verifica comparado con patrones de medición trazables a patrones nacionales o internacionales? </td> <td style="text-align: right; padding: 5px;"> SI NO <input style="width: 20px; height: 20px; border: 1px solid black;" type="checkbox"/> <input style="width: 20px; height: 20px; border: 1px solid black;" type="checkbox"/> </td> </tr> </table>		<input type="checkbox"/> ¿La organización determina el seguimiento y la medición a realizar?	SI NO <input style="width: 20px; height: 20px; border: 1px solid black;" type="checkbox"/> <input style="width: 20px; height: 20px; border: 1px solid black;" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> ¿La organización determina los dispositivos de medición y seguimiento necesarios para proporcionar la evidencia de la conformidad del producto con los requisitos determinados?	SI NO <input style="width: 20px; height: 20px; border: 1px solid black;" type="checkbox"/> <input style="width: 20px; height: 20px; border: 1px solid black;" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> ¿La organización establece los procesos para asegurarse de que el seguimiento y medición pueden realizarse?	SI NO <input style="width: 20px; height: 20px; border: 1px solid black;" type="checkbox"/> <input style="width: 20px; height: 20px; border: 1px solid black;" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> ¿La organización establece los procesos para asegurarse de que el seguimiento y la medición se realizan de una manera coherente con los requisitos?	SI NO <input style="width: 20px; height: 20px; border: 1px solid black;" type="checkbox"/> <input style="width: 20px; height: 20px; border: 1px solid black;" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> ¿Cuando es necesario asegurarse de la validez de los resultados, el equipo de medición se calibra y verifica a intervalos especificados o antes de su utilización?	SI NO <input style="width: 20px; height: 20px; border: 1px solid black;" type="checkbox"/> <input style="width: 20px; height: 20px; border: 1px solid black;" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> ¿El equipo de medición se calibra y verifica comparado con patrones de medición trazables a patrones nacionales o internacionales?	SI NO <input style="width: 20px; height: 20px; border: 1px solid black;" type="checkbox"/> <input style="width: 20px; height: 20px; border: 1px solid black;" type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> ¿La organización determina el seguimiento y la medición a realizar?	SI NO <input style="width: 20px; height: 20px; border: 1px solid black;" type="checkbox"/> <input style="width: 20px; height: 20px; border: 1px solid black;" type="checkbox"/>												
<input type="checkbox"/> ¿La organización determina los dispositivos de medición y seguimiento necesarios para proporcionar la evidencia de la conformidad del producto con los requisitos determinados?	SI NO <input style="width: 20px; height: 20px; border: 1px solid black;" type="checkbox"/> <input style="width: 20px; height: 20px; border: 1px solid black;" type="checkbox"/>												
<input type="checkbox"/> ¿La organización establece los procesos para asegurarse de que el seguimiento y medición pueden realizarse?	SI NO <input style="width: 20px; height: 20px; border: 1px solid black;" type="checkbox"/> <input style="width: 20px; height: 20px; border: 1px solid black;" type="checkbox"/>												
<input type="checkbox"/> ¿La organización establece los procesos para asegurarse de que el seguimiento y la medición se realizan de una manera coherente con los requisitos?	SI NO <input style="width: 20px; height: 20px; border: 1px solid black;" type="checkbox"/> <input style="width: 20px; height: 20px; border: 1px solid black;" type="checkbox"/>												
<input type="checkbox"/> ¿Cuando es necesario asegurarse de la validez de los resultados, el equipo de medición se calibra y verifica a intervalos especificados o antes de su utilización?	SI NO <input style="width: 20px; height: 20px; border: 1px solid black;" type="checkbox"/> <input style="width: 20px; height: 20px; border: 1px solid black;" type="checkbox"/>												
<input type="checkbox"/> ¿El equipo de medición se calibra y verifica comparado con patrones de medición trazables a patrones nacionales o internacionales?	SI NO <input style="width: 20px; height: 20px; border: 1px solid black;" type="checkbox"/> <input style="width: 20px; height: 20px; border: 1px solid black;" type="checkbox"/>												

	SI NO
<input type="checkbox"/> ¿Cuando no existen patrones nacionales o internacionales se registra la base utilizada para la calibración o la verificación?	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
	SI NO
<input type="checkbox"/> ¿El equipo de medición se ajusta o reajusta cuando es necesario?	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> ¿El equipo de medición se identifica para poder determinar el estado de calibración?	SI NO <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> ¿El equipo de medición se protege contra ajustes que puedan invalidar el resultado de la medición?	SI NO <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> ¿El equipo de medición se protege contra los daños y el deterioro durante la manipulación?	SI NO <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> ¿El equipo de medición se protege contra los daños y el deterioro durante el mantenimiento?	SI NO <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> ¿El equipo de medición se protegerse contra los daños y el deterioro durante el almacenamiento?	SI NO <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> ¿La organización evalúa y registra la validez de los resultados de las mediciones anteriores cuando se detecta que el equipo no está conforme con los requisitos?	SI NO <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> ¿La organización toma las acciones apropiadas sobre el equipo y sobre cualquier producto afectado?	SI NO <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>

<p> <input type="checkbox"/> ¿Se mantienen los registros de los resultados de la calibración y la verificación? </p>		<p>SI NO</p> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
8	MEDICIÓN, ANÁLISIS Y MEJORA	
8.1	GENERALIDADES	
<p> <input type="checkbox"/> ¿La organización planifica e implementa los procesos de seguimiento, medición, análisis y mejora necesarios para demostrar la conformidad del producto? </p>		<p>SI NO</p> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
<p> <input type="checkbox"/> ¿La organización planifica e implementa los procesos de seguimiento, medición, análisis y mejora necesarios para asegurarse de la conformidad del SGC? </p>		<p>SI NO</p> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
<p> <input type="checkbox"/> ¿La organización planifica e implementa los procesos de seguimiento, medición, análisis y mejora necesarios para mejorar continuamente la eficacia del SGC? </p>		<p>SI NO</p> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
8.2	SEGUIMIENTO Y MEDICIÓN	
8.2.1	SATISFACCIÓN DEL CLIENTE	
<p> <input type="checkbox"/> ¿La organización realiza, como una medida del desempeño del SGC, el seguimiento de la información relativa a la percepción del cliente con respecto al cumplimiento de sus requisitos por parte de la organización? </p>		<p>SI NO</p> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>

		SI NO
	<input type="checkbox"/> ¿Se determinan los métodos para obtener y utilizar dicha información?	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
8.2.2	AUDITORÍA INTERNA	
	<input type="checkbox"/> ¿La organización lleva a cabo auditorias internas para determinar si el SGC es conforme con las disposiciones planificadas?	SI NO <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/> ¿La organización lleva a cabo auditorias internas para determinar si el SGC es conforme con los requisitos de UNE EN 9100?	SI NO <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/> ¿La organización lleva a cabo auditorias internas para determinar si el SGC ha sido implementado y se mantiene de manera eficaz?	SI NO <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/> ¿La selección de los auditores y la realización de las auditorías asegura la objetividad e imparcialidad del proceso de auditoría?	SI NO <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/> ¿La dirección responsable del área que está siendo auditada se asegura de que se toman acciones sin demora injustificada para eliminar las no conformidades detectadas y sus causas?	SI NO <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/> ¿Las actividades de seguimiento incluyen la verificación de las acciones tomadas y el informe de los resultados de la verificación?	SI NO <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
8.2.3	SEGUIMIENTO Y MEDICIÓN DE LOS PROCESOS	
	<input type="checkbox"/> ¿La organización aplica métodos apropiados para el seguimiento, y cuando es aplicable, la medición de los procesos del SGC?	SI NO <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>

8.2.4.1	DOCUMENTACIÓN DE LA INSPECCIÓN	
	<ul style="list-style-type: none"> <li data-bbox="302 562 1219 642">□ ¿Están documentados los requerimientos de la medición para la aceptación del producto? <li data-bbox="302 709 1219 789">□ ¿Están incluidos los criterios de aceptación y/o rechazo en la documentación? <li data-bbox="302 856 1219 936">□ ¿Está incluido en la documentación un registro del resultado de las mediciones ? <li data-bbox="302 1003 1219 1083">□ ¿Está incluido en la documentación el tipo de instrumentos de medición requeridos e instrucciones específicas asociadas a su uso? <li data-bbox="302 1150 1219 1272">□ ¿Los registros proporcionan evidencia de que el producto satisface los requerimientos definidos cuando es necesario demostrar la cualificación del mismo? 	<p>SI NO</p> <p><input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/></p>
8.2.4.2	INSPECCIÓN DE PRIMER ARTÍCULO	
	<ul style="list-style-type: none"> <li data-bbox="302 1486 1219 1671">□ ¿Existe un proceso para la inspección, verificación y documentación de un elemento representativo de la primera producción de una pieza nueva, o después de cualquier cambio posterior que invalide el resultado anterior de la inspección de primer artículo? 	<p>SI NO</p> <p><input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/></p>

8.3	CONTROL DEL PRODUCTO NO CONFORME
	<p> <input type="checkbox"/> ¿La organización se asegura de que el producto que no es conforme con los requisitos, se identifica y controla para prevenir su uso o entrega no intencional? SI NO <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> </p>
	<p> <input type="checkbox"/> ¿Los controles, las responsabilidades y autoridades relacionadas con el tratamiento del producto no conforme están definidos en un procedimiento documentado? SI NO <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> </p>
	<p> <input type="checkbox"/> ¿Se tratan los productos no conformes mediante alguna de las siguientes maneras?: SI NO <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <ul style="list-style-type: none"> - tomando acciones para eliminar la no conformidad detectada - autorizando su uso, liberación o aceptación bajo concesión por una autoridad pertinente y, cuando sea aplicable, por el cliente - tomando acciones para impedir su uso o aplicación originalmente previsto </p>
	<p> <input type="checkbox"/> ¿Se mantienen registros de la naturaleza de las no conformidades y de cualquier acción tomada posteriormente, incluyendo las concesiones que se hayan obtenido? SI NO <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> </p>
	<p> <input type="checkbox"/> ¿Cuándo se corrige un producto no conforme, se somete a una nueva verificación para demostrar su conformidad con los requisitos? SI NO <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> </p>

8.4	ANÁLISIS DE DATOS
	<p data-bbox="302 562 1341 659"> <input type="checkbox"/> ¿La organización determina, recopila y analiza los datos apropiados para establecer la idoneidad y la eficacia del SGC?. SI NO <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> </p> <p data-bbox="302 705 1341 802"> <input type="checkbox"/> ¿La organización utiliza los datos adecuados para identificar dónde puede realizarse la mejora continua de la eficacia del SGC? SI NO <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> </p> <p data-bbox="302 848 1341 945"> <input type="checkbox"/> ¿Se incluyen los datos generados en el resultado del seguimiento y medición y de cualesquiera otras fuentes pertinentes? SI NO <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> </p> <p data-bbox="302 991 1341 1087"> <input type="checkbox"/> ¿El análisis de los datos proporciona información sobre la satisfacción del cliente? SI NO <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> </p> <p data-bbox="302 1134 1341 1230"> <input type="checkbox"/> ¿El análisis de los datos proporciona información sobre la conformidad con los requisitos del producto? SI NO <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> </p> <p data-bbox="302 1276 1341 1402"> <input type="checkbox"/> ¿El análisis de los datos proporciona información sobre las características y tendencias de los procesos y de los productos, incluyendo las oportunidades para llevar a cabo acciones preventivas? SI NO <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> </p>
8.5	MEJORA
8.5.1	MEJORA CONTINUA
	<p data-bbox="302 1671 1341 1768"> <input type="checkbox"/> ¿La organización mejora continuamente la eficacia del SGC, mediante el uso de los objetivos de la calidad? SI NO <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> </p>

	<p><input type="checkbox"/> ¿La organización mejora continuamente la eficacia del SGC, mediante el uso de los resultados de las auditorías? SI NO <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/></p> <p><input type="checkbox"/> ¿La organización utiliza los datos adecuados para identificar dónde puede realizarse la mejora continua de la eficacia del SGC? SI NO <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/></p> <p><input type="checkbox"/> ¿La organización mejora continuamente la eficacia del SGC, mediante el uso del análisis de los datos? SI NO <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/></p> <p><input type="checkbox"/> ¿La organización mejora continuamente la eficacia del SGC, mediante el uso de las acciones correctivas y preventivas? SI NO <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/></p> <p><input type="checkbox"/> ¿La organización mejora continuamente la eficacia del SGC, mediante la revisión por la dirección? SI NO <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/></p>
8.5.2	ACCIÓN CORRECTIVA
	<p><input type="checkbox"/> ¿La organización toma acciones para eliminar las causas de no conformidades con el objeto de prevenir que vuelvan a ocurrir? SI NO <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/></p> <p><input type="checkbox"/> ¿Las acciones correctivas son apropiadas a los efectos de las no conformidades encontradas? SI NO <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/></p> <p><input type="checkbox"/> ¿Existe un procedimiento documentado para definir los requisitos para determinar las causas de las no conformidades? SI NO <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/></p>

	<p> <input type="checkbox"/> ¿Existe un procedimiento documentado para definir los requisitos para evaluar la necesidad de adoptar acciones para asegurarse de que las no conformidades no vuelven a ocurrir? </p> <p style="text-align: right;">SI NO <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/></p>
	<p> <input type="checkbox"/> ¿Existe un procedimiento documentado para definir los requisitos para determinar e implementar las acciones necesarias? </p> <p style="text-align: right;">SI NO <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/></p>
	<p> <input type="checkbox"/> ¿Existe un procedimiento documentado para definir los requisitos para registrar los resultados de las acciones tomadas? </p> <p style="text-align: right;">SI NO <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/></p>
	<p> <input type="checkbox"/> ¿Existe un procedimiento documentado para definir los requisitos para revisar las acciones correctivas tomadas? </p> <p style="text-align: right;">SI NO <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/></p>
8.5.3	ACCIÓN PREVENTIVA
	<p> <input type="checkbox"/> ¿La organización determina acciones para eliminar las causas de no conformidades potenciales para prevenir su ocurrencia? </p> <p style="text-align: right;">SI NO <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/></p>
	<p> <input type="checkbox"/> ¿Las acciones preventivas son apropiadas a los efectos de los problemas potenciales? </p> <p style="text-align: right;">SI NO <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/></p>
	<p> <input type="checkbox"/> ¿Existe un procedimiento documentado para definir los requisitos para identificar las no conformidades potenciales y sus causas? </p> <p style="text-align: right;">SI NO <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/></p>
	<p> <input type="checkbox"/> ¿Existe un procedimiento documentado para definir los requisitos para determinar e implementar las acciones necesarias? </p> <p style="text-align: right;">SI NO <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/></p>

<p><input type="checkbox"/> ¿Existe un procedimiento documentado para definir los requisitos para registrar los resultados de las acciones tomadas? SI NO</p> <p><input type="checkbox"/> ¿Existe un procedimiento documentado para definir los requisitos para revisar las acciones preventivas tomadas? SI NO</p>	<p><input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/></p> <p><input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/></p>
NO CONFORMIDADES DETECTADAS	
OBSERVACIONES FINALES	
RESPONSABLE DE LA AUDITORÍA:	
Firma	Fecha:

CSC-

CUESTIONARIO DE SATISFACCIÓN DE CLIENTES

El objeto del presente cuestionario es conocer el grado de satisfacción de nuestros clientes. Marque con una cruz la opción elegida, teniendo en cuenta los siguientes criterios de puntuación:

- 1 – Muy Deficiente
- 2 – Deficiente
- 3 – Mejorable
- 4 – Eficiente
- 5 – Muy Eficiente

Su opinión nos será de gran utilidad para mejorar nuestra organización

GRACIAS POR SU COLABORACIÓN

DATOS GENERALES

Nombre y Apellidos <i>(persona que cumplimenta la encuesta)</i>	
Empresa / Organización	
Puesto /cargo que ocupa	
Fecha	

ATENCIÓN AL CLIENTE Y OFERTAS	1	2	3	4	5
1. Actitud, atención y rapidez en la respuesta a una solicitud de oferta					
2. Claridad en los conceptos y términos de la oferta					
3. Facilidad para contactar con la persona adecuada					

PRODUCTO / SERVICIO	1	2	3	4	5
1. Cumplimiento de los plazos de realización del servicio					
2. Nivel de cumplimiento de las especificaciones del producto					
3. Calidad en la prestación del servicio					
4. Relación calidad / precio					

CSC-

COMENTARIOS Y SUGERENCIAS PARA AYUDARNOS A MEJORAR

Nivel de satisfacción general alcanzado tras la prestación del servicio (puntuar de 1 -10)

Firma:

Fecha:

ÍNDICE ANEXO VIII

- A-VIII.1. Formato de Procedimiento (HC-PRC)
- A-VIII.2. Formato de Ficha de Proceso (HC-FP)
- A-VIII.3. Formato de Mapa de Procesos (HC-MP)
- A-VIII.4. Codificación I (HC-COD-001)
- A-VIII.5. Codificación II (HC-COD-002)

HERRAMIENTA DE CALIDAD

**FORMATO DE
PROCEDIMIENTO**

Edición:

Última revisión:

INDICE

PÁGINA

1. Índice	1
2. Revisiones y estado de revisiones	2
3. Objeto	3
4. Aplicabilidad	3
5. Desarrollo	3
6. Esquema gráfico del procedimiento	3
7. Personal responsable	3
8. Documentos aplicables	3
9. Documentos relacionados	3

PREPARADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:

2. REVISIONES

FECHA	Preparada por:	Revisada por:	Autorizada por:

3. Objeto**4. Aplicabilidad****5. Desarrollo del procedimiento****6. Esquema gráfico del procedimiento****7. Personal responsable****8. Documentos aplicables****9. Documentos relacionados**

HERRAMIENTA DE CALIDAD

**FORMATO DE FICHA
DE PROCESO**

Edición:
Ultima revisión:

<u>INDICE</u>	<u>PÁGINA</u>
1. Índice	1
2. Revisión y estado de revisiones	2
3. Objeto	3
4. Aplicabilidad	3
5. Elemento inicial	3
6. Elemento final	3
7. Centro responsable	3
8. Procesos relacionados	3
9. Propietario del proceso	3
10. Misión	3
11. Esquema gráfico del proceso	3
12. Variables de entrada	3
13. Variables de salida	3
14. Objetivo del proceso	3
15. Indicadores	3
16. Nivel de capacidad	3
17. Documentación aplicable	3

PREPARADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:

2. REVISIONES

FECHA	Preparada por:	Revisada por:	Autorizada por:

3. Objeto

4. Aplicabilidad

5. Elemento inicial

6. Elemento final

7. Centro responsable

8. Procesos relacionados

9. Propietario del proceso

10. Misión

11. Esquema gráfico del proceso

12. Variables de entrada

13. Variables de salida

14. Objetivo del proceso

15. Indicadores

16. Nivel de capacidad

17. Documentación aplicable

HERRAMIENTA DE CALIDAD

**FORMATO DE MAPA
DE
PROCESOS**

Edición:

Ultima revisión:

1. INDICE

PÁGINA

1. Índice	1
2. Revisión y estado de revisiones	2
3. Objeto	3
4. Aplicabilidad	3
5. Elemento inicial	3
6. Elemento final	3
7. Centros responsables	3
8. Centros relacionados	3
9. Misión	3
10. Propietario del proceso	4
11. Esquema gráfico del Mapa de Procesos	4
12. Binomio Productos/Clientes	4

PREPARADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:

2. REVISIONES

FECHA	Preparada por:	Revisada por:	Autorizada por:

3. Objeto

4. Aplicabilidad

5. Elemento inicial

6. Elemento final

7. Centros responsables

8. Centros relacionados

9. Misión

PROCESO	COD.

10. Propietario del proceso

11. Esquema gráfico del Mapa de Procesos

12. Binomio Productos / Clientes

PRODUCTO	CÓDIGO	MISIÓN

CLIENTE	CÓDIGO	NECESIDAD

HERRAMIENTA DE CALIDAD

CODIFICACIÓN I

Edición:
Última revisión:

<u>INDICE</u>	<u>PÁGINA</u>
1. Índice	1
2. Revisiones y estado de revisiones	2
3. Objeto	3
4. Aplicabilidad	3
5. Codificación de diagrama de flujo	4
6. Definiciones	5

PREPARADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:

2. REVISIONES

FECHA	Preparada por:	Revisada por:	Autorizada por:

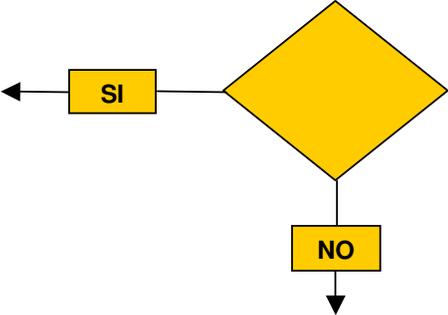
3. Objeto

El objeto de este documento es describir la codificación utilizada para el desarrollo de los esquemas gráficos de los distintos procedimientos de Easy Industrial Solutions (EIS), así como proporcionar algunos términos y definiciones aplicables al SGC.

4. Aplicabilidad

Este documento es aplicable al Sistema de Gestión de la Calidad de EIS.

5. Codificación de diagramas de flujo

	<p>Elemento que representa la actividad inicial y final de un diagrama de flujo</p>
	<p>Elemento que representa una actividad intermedia de un diagrama de flujo</p>
	<p>Elemento que representa una inspección o verificación en un diagrama de flujo</p>
	<p>Elemento que representa la entrada o salida procedente de una actividad a una base de datos en un diagrama de flujo</p>
	<p>Elemento que representa la existencia de un registro en un diagrama de flujo</p>
	<p>Elemento de conexión entre los diferentes elementos que conforman un diagrama de flujo</p>

6. Definiciones

- *Procedimiento*: Forma especificada para llevar a cabo una actividad.
- *Procedimiento general*: Procedimiento referido a todo el sistema.
- *Especificación*: Documento que establece los requisitos con los que un producto debe estar conforme.
- *Instrucción Técnica*: Documento que describe con alto grado de detalle las operaciones que hay que realizar en cada proceso.
- *Registro*: Documento que proporciona resultados conseguidos o evidencias de actividades efectuadas.

HERRAMIENTA DE CALIDAD

CODIFICACIÓN II

Edición:
Última revisión:

INDICE

PÁGINA

1. Índice	1
2. Revisiones y estado de revisiones	2
3. Objeto	3
4. Aplicabilidad	3
5. Codificación de diagrama de flujo	4
6. Definiciones	5

PREPARADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:

2. REVISIONES

FECHA	Preparada por:	Revisada por:	Autorizada por:

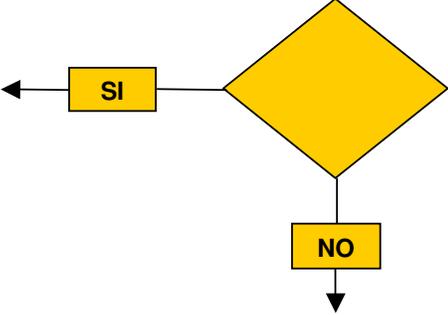
3. Objeto

El objeto de este documento es describir la codificación utilizada para el desarrollo de los esquemas gráficos de las distintas fichas de procesos de Easy Industrial Solutions (EIS), así como proporcionar algunos términos y definiciones aplicables al SGC.

4. Aplicabilidad

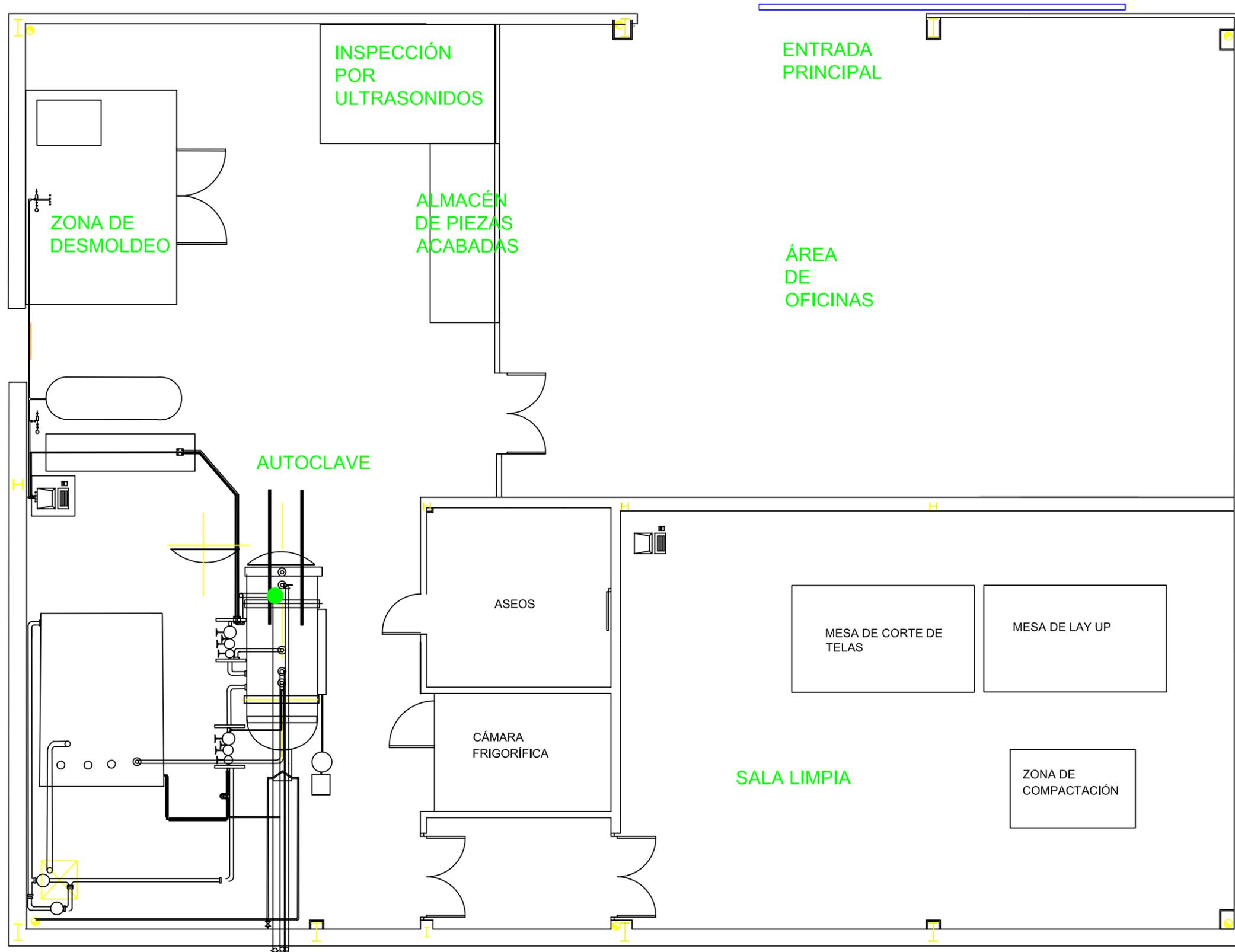
Este documento es aplicable al Sistema de Gestión de la Calidad de EIS.

5. Codificación de diagramas de flujo

	<p>Elemento que representa la actividad inicial y final de un diagrama de flujo</p>
	<p>Elemento que representa una actividad intermedia de un diagrama de flujo</p>
	<p>Elemento que representa una inspección o verificación en un diagrama de flujo</p>
	<p>Elemento que representa la entrada o salida procedente de una actividad a una base de datos en un diagrama de flujo</p>
	<p>Elemento que representa la existencia de un registro en un diagrama de flujo</p>
	<p>Elemento de conexión entre los diferentes elementos que conforman un diagrama de flujo</p>

6. Definiciones

- *Proceso*: Sistema de actividades que utilizan recursos para transformar entradas en salidas.
- *Misión*: Es el propósito del proceso. La Misión debe inspirar los indicadores y la tipología de resultados que interesa conocer.
- *Propietario del proceso*: Es la función a la que se designa la responsabilidad del proceso y, en concreto, de que éste obtenga los resultados esperados (objetivos).
- *Indicadores del proceso*: Son los indicadores que permiten hacer una medición y seguimiento de cómo el proceso se orienta hacia el cumplimiento de su Misión.
- *Variables de control*: Son aquellos parámetros sobre los que se tiene capacidad de actuación dentro del ámbito del proceso y que pueden alterar el funcionamiento del mismo.



TÍTULO: DISTRIBUCIÓN EN PLANTA EIS		FACULTAD DE CIENCIAS INGENIERIA QUIMICA	
ESCALA: 1:70	PROYECTO: DISEÑO E IMPLANTACIÓN DE UN PROCESO Y DEL SGC PARA LA INSPECCIÓN POR ULTRASONIDOS DE PIEZAS DE FIBRA DE CARBONO	JUNIO 2006 AUTOR: ALMUDENA CASTILLO NIÑO	FIRMA

ÍNDICE

<u>CAPÍTULO</u>	<u>PÁGINA</u>
1. OBJETO DEL PLIEGO DE CONDICIONES	1
2. PLIEGO DE CONDICIONES PARTICULARES	1
2.1. Requisitos técnicos del equipo	1
2.1.1. Equipo de ultrasonidos	1
2.1.2. Palpador	3
2.2. Normativa	4

1. OBJETO DEL PLIEGO DE CONDICIONES

El presente documento tiene por objeto la definición del conjunto de requisitos técnicos y normas aplicables a la implantación y desarrollo del proyecto: *Diseño e implantación de un proceso y del sistema de gestión de calidad para la inspección por ultrasonidos de piezas de fibra de carbono.*

Comprende las condiciones particulares técnicas referentes al equipo a utilizar, así como la normativa actualmente vigente que deberá cumplirse en la realización del presente proyecto.

2. CONDICIONES PARTICULARES

2.1. Requisitos técnicos del equipo

2.1.1. Equipo de ultrasonidos

El equipo de ultrasonidos que se emplee en el proceso de inspección por ultrasonidos diseñado en el presente proyecto deberá poseer las características expresadas en el capítulo 4.6 de la memoria del mismo.

El equipo de ultrasonidos deberá ser sometido a una serie de ensayos iniciales realizados por el fabricante, o su representante, antes de su entrega. Estos ensayos iniciales de verificación comprenden:

- Estabilidad en función de la temperatura
- Estabilidad después del tiempo de precalentamiento
- Inestabilidad de la representación
- Estabilidad en función de las variaciones de tensión
- Frecuencia de recurrencia
- Impedancia eficaz de salida
- Espectro de frecuencias del impulso de emisión
- Tensión del emisor, tiempo de subida, reverberación y duración
- Tasa de diafonía entre el emisor y el receptor durante la emisión
- Tiempo de recuperación tras el impulso de emisión
- Amplitud dinámica
- Impedancia de entrada del receptor
- Corrección amplitud-distancia
- Resolución temporal
- Respuesta en frecuencia del amplificador
- Ruido equivalente en la entrada
- Precisión de un atenuador calibrado
- Linealidad de la representación vertical
- Linealidad de la base de tiempos
- Umbral de respuesta e histéresis de conmutación con un umbral de control fijo
- Histéresis de conmutación con un umbral de control ajustable
- Tiempo de mantenimiento de una salida conmutada
- Impedancia de una salida proporcional de puerta
- Linealidad de una salida proporcional de puerta
- Respuesta en frecuencia de una salida proporcional de puerta

El equipo de ultrasonidos deberá estar claramente marcado permitiendo identificar el fabricante, el tipo y la serie, y un número de serie único marcado en el chasis. Deberá tener disponible un manual de instrucciones y una especificación técnica del fabricante.

2.1.2. Palpador

El palpador que se emplee en el proceso de inspección por ultrasonidos diseñado en el presente proyecto deberá poseer las características expresadas en el capítulo 4.6 de la memoria del mismo.

El palpador deberá llevar un único número de serie que indique la frecuencia nominal, tamaño del transductor y ángulo, o un número de referencia permanente a partir del que se pueda trazar esta información. El fabricante deberá proporcionar una hoja con las características técnicas del palpador.

El palpador deberá ser sometido a una serie de ensayos iniciales realizados por el fabricante, o su representante, antes de su entrega. Estos ensayos iniciales de verificación comprenden:

- Forma del impulso de radio frecuencia
- Espectro del impulso y ancho de banda
- Sensibilidad relativa del impulso-eco
- Curva de amplitud-distancia
- Impedancia eléctrica o capacitancia estática
- Parámetros del haz para palpadores simples de incidencia normal por contacto

2.2. Normativa

La normativa actualmente vigente que deberá cumplirse en la ejecución del presente proyecto es la siguiente:

- UNE-EN 4179:2000. “Cualificación y aprobación del personal de ensayos no destructivos. Serie Aeroespacial.”
- UNE-EN 12668-1:2001. “Caracterización y verificación del equipo de examen por ultrasonidos. Parte 1: Aparatos.”
- UNE-EN 12668-2:2002. “Caracterización y verificación del equipo de examen por ultrasonidos. Parte 2: Palpadores.”
- UNE-EN 12668-3:2001. “Caracterización y verificación del equipo de examen por ultrasonidos. Parte 3: Equipo completo.”
- UNE-EN 583-2:2001. “Examen por ultrasonidos. Parte 2: Ajuste de la sensibilidad y de la base de tiempos.”
- UNE-EN 583-5:2001. “Examen por ultrasonidos. Parte 5: Caracterización y dimensionamiento de discontinuidades.”
- UNE-EN 12223:2000. “Examen por ultrasonidos. Especificaciones relativas al bloque patrón n^o 1.”
- EN 9100:2003. “Serie Aeroespacial. Requisitos de Sistemas de Gestión de la Calidad”

ÍNDICE

<u>CAPÍTULO</u>	<u>PÁGINA</u>
1. INTRODUCCIÓN	1
2. PRESUPUESTO DE INVERSIÓN	1
2.1. Presupuesto de equipo y materiales	2
2.2. Presupuesto de coste de personal	2
2.3. Presupuesto de entidad certificadora	3
3. COSTES DE OPERACIÓN	4
4. RESUMEN TOTAL DE COSTES.....	5

1. INTRODUCCIÓN

El objetivo de este documento es presentar una valoración aproximada de cuál sería la inversión necesaria para la ejecución material del proyecto *Diseño e implantación de un proceso y del sistema de gestión de calidad para la inspección por ultrasonidos de piezas de fibra de carbono*, así como la estimación de los costes anuales de operación.

2. PRESUPUESTO DE INVERSIÓN

Para la estimación del presupuesto de inversión se ha tenido en cuenta el coste del equipo y materiales, así como el coste del personal que ha intervenido en la realización del presente proyecto.

Además, se ha incluido también el coste que representará el equipo de auditores de la entidad certificadora y todo el coste asociado a la certificación del sistema de gestión de calidad del proceso.

Por ello, se ha dividido el presente capítulo en tres partes diferenciadas:

- 2.1. Presupuesto de equipo y materiales
- 2.2. Presupuesto de coste de personal
- 2.3. Presupuesto de entidad certificadora

2.1. Presupuesto de equipo y materiales

CONCEPTO	Nº UDS	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Equipo de ultrasonidos USM 35X DAC	1	8545,00 €	8545,00 €
Palpador K 5 MN	1	450,00 €	450,00 €
Cable palpador 2 m	1	54,00 €	54,00 €
Bloque patrón nº 1 UNE-EN 12223	1	700,00 €	700,00 €
TOTAL			9749,00 €

2.2. Presupuesto de coste de personal

PERSONAL	COSTE HORARIO	Nº HORAS	TOTAL
Ingeniero	30 €/hora	550	16500,00 €
Responsable de Calidad	20,00 €/hora	25	500,00 €
TOTAL			17000,00 €

2.3. Presupuesto de entidad certificadora

CONCEPTO	COSTE TOTAL
Tramitación, estudio documentación, auditoría inicial y concesión de certificado	1772,00 €

PRESUPUESTO DE INVERSIÓN TOTAL

CONCEPTO	TOTAL
Equipo y materiales	9749,00 €
Personal	17000,00 €
Entidad certificadora	1772,00 €
TOTAL	28521,00 €

3. COSTES DE OPERACIÓN

Los costes de operación se han estimado anualmente e incluyen los costes de funcionamiento del proceso, así como el coste del mantenimiento y calibración del equipo de ultrasonidos.

También se ha incluido en esta estimación el coste de la auditoría de seguimiento anual del sistema de gestión de calidad por parte de la entidad certificadora.

CONCEPTO	COSTE UNITARIO	CANTIDAD	COSTE ANUAL
Inspector Nivel II en Ultrasonidos certificado según UNE-EN 4179	18,00 €/hora	360 horas	6480,00 €
Gel acoplante ZG-F en bote de 2,5 Kg	30,60 €/bote	5 botes	153,00 €
Calibración anual del equipo de ultrasonidos según UNE-EN 12668	110,00 €/u	1 unidad	110,00 €
Mantenimiento y auditoría de seguimiento del sistema de gestión de calidad	1061,00 €/u	1 unidad	1061,00 €
TOTAL			7804,00 €

4. RESUMEN TOTAL DE COSTES

CONCEPTO	TOTAL
Presupuesto de inversión	28521,00
Coste anual de operación	7804,00 €

Para estimar el coste de inspección por pieza se realiza la siguiente operación:

$$\left(\frac{\text{presupuesto inversión}}{\text{periodo amortización}} + \text{coste anual operación} \right) \cdot \frac{1}{\text{piezas anuales}} = \text{coste / pieza}$$

Fijando el periodo de amortización en 5 años:

$$\left(\frac{28521,00 \text{ €}}{5 \text{ años}} + \frac{7804,00 \text{ €}}{\text{año}} \right) \cdot \frac{1 \text{ año}}{360 \text{ piezas}} = 37,52 \text{ € / pieza}$$

Lo que supone que al coste de fabricación de cada pieza habrá que añadirle **37,52 €** en concepto de inspección.

