

# HiFIT

High Frequency Impact Treatment

POST-TRATAMIENTO DE LA SOLDADURA  
MEDIANTE MARTILLO DE ALTA FRECUENCIA



**DURABILIDAD DE POR VIDA  
PARA ESTRUCTURAS SOLDADAS**



## DURABILIDAD DE POR VIDA PARA ESTRUCTURAS SOLDADAS

### TRATAMIENTO POR MARTILLO DE ALTA FRECUENCIA

es un proceso de martilleo de alta frecuencia que aumenta significativamente la resistencia operativa y la vida útil de las estructuras de acero soldadas sometidas a cargas dinámicas mediante un tratamiento posterior específico de los pies de soldadura.

El método HiFIT puede utilizarse universalmente y requiere muy pocos recursos. Sin embargo, HiFIT produce resultados altamente reproducibles y ofrece la posibilidad de un monitoreo de calidad. El método HiFIT ha sido investigado científicamente en extensas pruebas experimentales bajo numerosas condiciones límite. HiFIT ha demostrado ser especialmente eficiente y eficaz. En 2016, surgió una directriz independiente del IIW y en 2019 la directriz 026 del DAST, en la que el HiFIT se cuenta entre los procedimientos calificados. El dispositivo HiFIT ha sido desarrollado por DYNATEC Gesellschaft für CAE und Dynamik mbH.

HiFIT es un método de martilleo de alta frecuencia. También se denomina en alemán "HFH" y en inglés HFMI, es decir: "high frequency mechanical impact".



Antes / después: Gracias al método HiFIT, el límite de fatiga de la soldadura mejora entre un 80% y un 100%.



## APLICACIONES

La soldadura es el método más utilizado para unir el acero. Para producir una soldadura adecuada, deben observarse muchos parámetros. Las cargas constantes de las estructuras se toleran hasta un determinado nivel. Sin embargo, el componente falla con la misma carga si se aplica repetidamente. Con las llamadas cargas cíclicas, se forman grietas locales que crecen con el tiempo y conducen al fracaso.

La fatiga de los componentes y las estructuras sometidas a esfuerzos dinámicos provoca costes de miles de millones cada año. A menudo la causa es el efecto de entalladura en los pies del cordón de soldadura junto con la tensión residual causada por la soldadura. El agrietamiento conduce entonces al fallo de la junta. En muchos casos, limitan la vida útil de los componentes y las estructuras.

Además, hay cambios en las condiciones de uso que no han podido ser considerados en el diseño, como tiempos de funcionamiento más largos, cargas más elevadas y el deseo de un uso más prolongado. En las nuevas estructuras soldadas, los aceros de alta resistencia no pueden utilizarse de forma eficiente, ya que la unión soldada suele ser decisiva para una menor vida útil. La soldadura es el eslabón débil

Los procesos mecánicos conocidos desde hace tiempo, como el esmerilado, el granallado o la refundición, mejoran la resistencia a la fatiga, pero son más difíciles de aplicar y más ineficaces.

### EL PROCESO HIFIT ES

- eficiente
- reproducible
- seguro

### ÁMBITOS DE APLICACIÓN

- Puentes de acero
- Maquinaria de construcción
- Grúas
- Dispositivos de manipulación de cargas
- Aerogeneradores
- Montañas rusas
- etc.

## VENTAJAS

Las ventajas del postratamiento de soldadura HiFIT son impresionantes y conducen a un enorme aumento de la rentabilidad de sus estructuras soldadas. Este es el resumen del proyecto REFRESH:

### 80 – 100% DE AUMENTO EN LA RESISTENCIA A LA FATIGA

- El pie del cordón de soldadura está geoméricamente redondeado.
- Los conformados locales deforman plásticamente y refuerzan el pie del cordón de soldadura.
- Las tensiones residuales de compresión impiden la formación y propagación de grietas en la superficie.

### AUMENTO DE LA VIDA ÚTIL DE LA SOLDADURA

Más de 1000 pruebas han demostrado que la vida útil se multiplica hasta entre 5 a 15 veces.

### APLICACIÓN TAMBIÉN PARA LAS CONSTRUCCIONES EXISTENTES

- Con la renovación a tiempo de las estructuras existentes, casi no hay diferencia en la vida útil con respecto a nuevas soldaduras tratadas. De ahí el potencial para aprovechar las estructuras existentes mucho más allá de la vida útil anterior
- Siempre que no haya grietas visibles macroscópicamente, HiFIT es una herramienta de renovación muy adecuada. El aumento de la vida útil de la soldadura es casi igual al de las construcciones nuevas (tratadas con HiFIT). Si hay grietas, la junta soldada debe ser reparada por un profesional. Después, HiFIT puede aplicarse con gran eficacia.

### HIFIT HACE QUE EL USO DE ACEROS DE ALTA CALIDAD SEA ECONÓMICAMENTE VIABLE

Cuanto mayor sea el límite elástico del material elegido, más eficaz será el tratamiento HiFIT. La clase FAT puede aumentar hasta 8 clases. Esto permite construcciones de peso optimizado.

### MANEJO MÁS FÁCIL

- Con los compresores de aire móviles es fácil USAR HiFIT fuera de las instalaciones de producción. No se necesita fuente de alimentación adicional
- Su diseño compacto y su bajo peso permiten acceder a lugares de difícil acceso. El espacio requerido es sólo ligeramente mayor que el de un soplete de soldadura.
- Las robustas luces LED en la parte superior de la unidad proporcionan una luz óptima incluso en condiciones de trabajo difíciles.

### FIABILIDAD DEL PROCESO

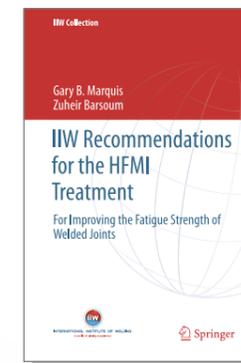
- La zona tratada puede comprobarse mediante una inspección visual. La pista de tratamiento se mide con una plantilla especial.
- Una pantalla digital de la presión de trabajo permite al usuario controlar la presión de suministro en cualquier momento.

-  **Aumento de Resistencia a la fatiga**
-  **Extensión de la vida útil**
-  **Para estructuras nuevas y en servicio**
-  **Uso de aceros de mayor resistencia**
-  **Manejo muy fácil**
-  **Procesos seguros**





Imagen de la izquierda: Montaje para ensayos de fatiga en el marco del proyecto REFRESH en la Universidad Técnica de Brunswick (Alemania).



Directiva IIW y DAST 026

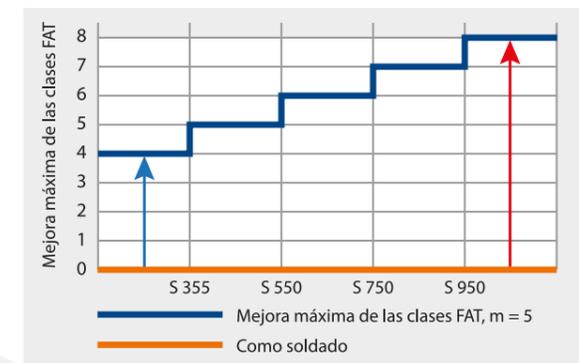


Fig. 1: Mejora máxima de las clases FAT mediante el método HiFIT (según las directivas IIW para HFMI)

## EFICACIA DEL PROCEDIMIENTO

El martilleo es tan eficaz porque combina aspectos geométricos (redondeo), de material (endurecimiento) y de tensión (tensiones residuales de compresión). La punta esférica del perno HiFIT provoca una deformación y redondeo del pie de la soldadura con el impulso definido. La deformación plástica de la superficie provoca una tensión residual de compresión de la capa superficial, que puede detectarse hasta una profundidad de 2 mm. La superposición de las tensiones residuales de compresión introducidas con las cargas actuantes detiene las microfisuras o incluso evita que se formen en primer lugar. Como resultado, una marca de martillo continua y uniforme es visible en el pie del cordón de soldadura.

### MÉTODO DE DETECCIÓN

Existen varios métodos de detección:

- Concepto de tensión nominal
- Concepto de tensión estructural
- Concepto de tensión de la muesca
- Proceso 4R

### DIRECTRIZ DE IIW PARA LOS TRATAMIENTOS DE HFMI

El profesor Gary Marquis, el profesor Zuheir Barsoum y sus compañeros han realizado numerosos estudios y publicaciones en este contexto, que han demostrado sistemáticamente

la fiabilidad, la eficacia y la facilidad de uso de los tratamientos de cordones de soldadura mediante el martilleo de alta frecuencia. Durante este tiempo, la Comisión XIII del Instituto Internacional de la Soldadura presentó 46 documentos que demuestran la mejora de las estructuras soldadas.

La directriz HFMI del IIW describe el procedimiento, su aplicación y el control de calidad. Esto permite aprovechar todas las ventajas de HiFIT. La directriz muestra que el tratamiento HFMI aumenta las clases de caída de la muesca del pie de soldadura, en función del límite elástico del material utilizado. En las normas aplicables, la pendiente de la curva de Wöhler para las juntas soldadas no tratadas se especifica como  $m = 3$ . Tras el tratamiento HFMI, la pendiente se ajusta a  $m = 5$ . Las curvas de Wöhler más planas suponen enormes mejoras para el diseño en términos de resistencia a la fatiga y vida útil de la soldadura. La directriz también ofrece ejemplos informativos de diseño, dos de los cuales se muestran aquí.

### DIRECTIVA DAST 026

La directriz publicada en 2019 describe el diseño de la fatiga en la aplicación de los métodos de martilleo de alta frecuencia. Con la ayuda de esta directriz, los componentes sometidos a fatiga pueden diseñarse junto con la norma DIN EN 1090-2. HiFIT es uno de los tres métodos recomendados.

## DIMENSIONAMIENTO

### EJEMPLO 1

La unión soldada de un material  $f < 355$  MPa se cataloga en la clase FAT 63. El rango de carga máxima es de 63 MPa a  $2 \times 10^6$  ciclos de carga (véase la figura 2). El martilleo HiFIT aumenta la clase FAT en 4 niveles (véase la fig. 1, flecha azul) hasta FAT 100, el rango de carga admisible es ahora de 100 MPa. El aumento es de aproximadamente un 60%. Con el mismo rango de carga (63 MPa), la vida útil aumenta de 2 a 40 millones de ciclos de carga. ¡Eso es un factor de 20 veces más! (véase la figura 2)

### EJEMPLO 2

La misma unión soldada se ejecuta ahora en un material  $f \geq 950$  MPa. Si la estructura no se martillea, el rango de carga y el número de ciclos de carga máxima no cambian (rango de carga 63 MPa con  $2 \times 10^6$  ciclos de carga) (véase la figura 3). El uso de un grado de acero de alta resistencia por sí solo no supone ninguna mejora. El tratamiento HiFIT eleva ahora la clase FAT en 8 niveles (véase la fig. 1, flecha roja) de 63 a 160 MPa. El rango de carga es ahora de 160 MPa y 2 millones de ciclos de carga. Esto supone una mejora de aproximadamente el 150%. Con el mismo rango de carga (63 MPa), la vida útil aumenta de 2 millones a MÁS de 100 millones de ciclos de carga. Es probable que el componente no falle nunca. (véase la figura 3).

(En aras de la simplicidad, los ejemplos no tienen en cuenta los efectos que pueden requerir reducciones en la clase de muesca, como valores R más altos, efectos de espesor, etc...).

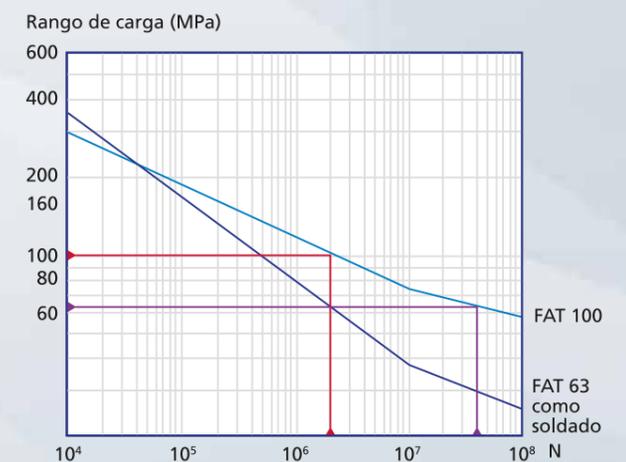


Fig. 2: Diagrama S-N para  $f_y < 355$  MPa;  $R 0,15$  (según la directiva IIW para HFMI)

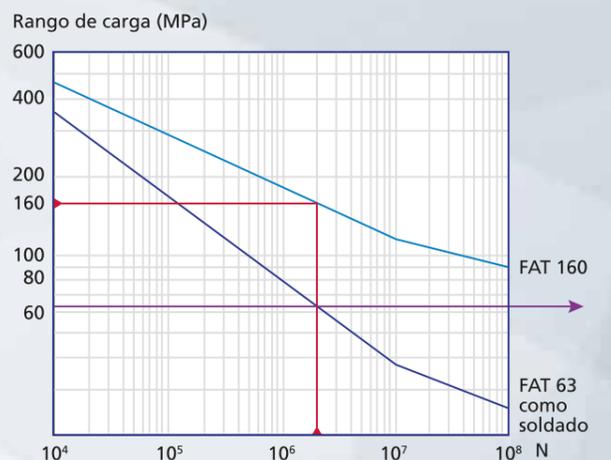


Fig. 3: Diagrama S-N para  $f_y \geq 950$  MPa;  $R 0,15$



**PREMIUM**  
dispositivo HiFIT mejorado tipo HFM 21R1



**STANDARD**  
El comprobado dispositivo HiFIT HFM 12P1 con y sin cabezal angular

**BÁSICO**  
Como HiFIT STANDARD pero sin componentes eléctricos

Nuevos accesorios:  
**CABEZAL ANGULAR HiFIT 08-30**  
El complemento definitivo cuando se trata de tratamientos de difícil acceso.



## EL DISPOSITIVO HiFIT

### DATOS TÉCNICOS

	PREMIUM	STANDARD	BASIC
Suministro de aire comprimido:	6 – 8 bar	6 – 8 bar	6 – 8 bar
Alimentación (batería):	3,7 V	3,7 V	–
Dimensiones (L x B x H):	225 x 60 x 205 mm	288 x 46 x 170 mm	288 x 46 x 170 mm
Peso:	2,3 kg	1,8 kg	1,8 kg
Necesidad de aire:	min. 250 l/min	min. 250 l/min	min. 250 l/min
Frecuencia de los latidos:	180 – 300 Hz	180 – 300 Hz	180 – 300 Hz

(modificaciones técnicas reservadas)

### CONSIDERACIONES GENERALES Y BÁSICAS

El HiFIT es un dispositivo manual de accionamiento neumático y sólo requiere un suministro de aire comprimido de 6 – 8 bares y un caudal de aire de al menos 250 l/min. No se necesita ninguna fuente de alimentación eléctrica ni controlador adicional. La frecuencia de impacto oscila entre 180 Hz y 300 Hz, según el ajuste de la intensidad. La intensidad se regula con un mecanismo especial de ajuste y no por medio de la presión de alimentación y se ajusta así al material de las piezas a tratar.

Gracias a la alta frecuencia de impacto de hasta 300 Hz, los componentes se pueden tratar en el menor tiempo posible. En aplicaciones guiadas por robots, ya se han implementado sin problemas de velocidades de avance superiores a 20 mm/s (120 cm/min). El dispositivo HiFIT, de construcción compacta, es muy adecuado para situaciones de espacio limitado en los que se debe realizar el tratamiento postsoldadura.

### CARACTERÍSTICAS

- Diseño robusto y compacto para lugares de difícil acceso
- Peso ligero
- Potente
- Larga vida útil
- Fácil de guiar
- Iluminación integrada con excelente luminosidad
- Fácil sustitución de las piezas de desgaste
- Las salpicaduras de soldadura se eliminan fácilmente al mismo tiempo
- El resultado del trabajo es altamente reproducible



Automatizado, guiado por sensores  
Aplicación de HiFIT en un robot

## MANIPULACIÓN

El proceso HiFIT se controla por el resultado obtenido. La posición del conformado y la profundidad de penetración alcanzada facilitan la documentación de la operación. El ajuste del dispositivo no está determinado por parámetros abstractos, sino por el resultado en la pieza.

### IMPLEMENTACIÓN

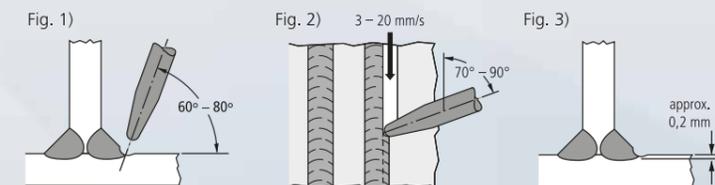
El proceso de martilleo de alta frecuencia, al igual que la soldadura, pertenece a los "procesos especiales". Por lo tanto, los requisitos para

- El fabricante
- La empresa que aplica el proceso
- La cualificación del personal deben cumplirse.

La siguiente descripción no puede sustituir a las medidas de formación de los empleados ejecutantes.

### PROCEDIMIENTO:

- La intensidad del impacto del dispositivo HiFIT debe ajustarse antes de su uso en función del material y de la presión del aire.
  - El ajuste debe comprobarse con una muestra y corregirse si es necesario.
- Para una eficacia óptima, el dispositivo debe
- utilizarse con un ángulo de entre 60° y 80° con respecto al material base (véase la fig. 1) y de 70° a 90° en la dirección de avance (véase la fig. 2).
  - ser guiado exactamente siguiendo el pie de soldadura a una velocidad de avance de 3 – 20 mm/s. Es posible alcanzar mayores velocidades. Por lo general, sólo es necesario un paso.



### PRUEBAS

#### TEST DE VISTA

- La huella del tratamiento debe ser claramente visible en las transiciones del cordón de soldadura definido.
- El pie de soldadura que se puede identificar como una línea ya no debe ser visible

#### COMPROBACIÓN DE LAS MEDIDAS:

- La profundidad de hendidura de la huella de tratamiento debe ser de aproximadamente 0,2 mm (véase la figura 3).
- Esto se comprueba mediante una plantilla suministrada (véase la imagen de abajo).





## ALCANCE DE LOS SERVICIOS

HiFIT es un concepto de solución integral para prolongar la vida útil de las estructuras soldadas.

### VENTA

El dispositivo HiFIT y los recambios y accesorios asociados se venden en todo el mundo exclusivamente a través de HiFIT Vertriebs GmbH.

### SERVICIO DE REPUESTOS

La rápida disponibilidad de las piezas de desgaste y de recambio es algo elemental para nosotros. Si un dispositivo HiFIT necesita ser reparado o revisado, le proporcionaremos una unidad de reemplazo por ese tiempo.

### SERVICIO DE TRATAMIENTO

También estamos dispuestos a aceptar proyectos en los que la compra de equipos no sea económicamente viable. Nuestros competentes y experimentados empleados procesan su estructura soldada de forma rápida y fiable con nuestros equipos. Usted tiene la estructura soldada, nosotros hacemos el resto.

### SERVICIO DE ASESORAMIENTO

En colaboración con nuestros compañeros de DYNATEC Gesellschaft für CAE und Dynamik mbH, le ofrecemos la oportunidad de mejorar su diseño junto con ellos y evaluar diferentes enfoques para una solución. Para ello existen métodos de análisis especiales.

### FORMACIÓN

El dispositivo HiFIT debe estar en manos de expertos. Para trabajar con seguridad, eficiencia y eficacia, es muy recomendable la formación de los usuarios. El manejo es sencillo, pero todos los usuarios deben estar informados sobre el martilleo de alta frecuencia para conseguir el mejor efecto posible para la estructura soldada. También formamos al personal de control de calidad que, en última instancia, deben evaluar la integridad del tratamiento del componente. Nuestra formación abarca las siguientes áreas:

### TEORÍA

- La tensión residual de los componentes soldados
- Teoría del martilleo de alta frecuencia, modo de acción y eficacia
- Instrucciones de seguridad
- Requisitos previos para el éxito del tratamiento HiFIT
- Preparación y ejecución del tratamiento HiFIT
- Garantía de calidad

### PRÁCTICA

- Manejo del dispositivo HiFIT
- Uso del dispositivo HiFIT durante unidades de ejercicio intensivo
- Mantenimiento de las herramientas y limpieza del dispositivo HiFIT

## EJEMPLOS DE APLICACIÓN

Visite nuestra página web en [www.hifit.de](http://www.hifit.de). Allí encontrará vídeos explicativos sobre el modo de acción, la aplicación automatizada y guiada por robot y mucho más. En el apartado "Ejemplos de aplicación", puede ver el martillo HiFIT en uso. Aquí puede obtener una buena impresión del manejo rápido y sorprendentemente fácil del martillo HiFIT.

Desde el desarrollo y la introducción del dispositivo HiFIT en 2007, los productos HiFIT se han desarrollado continuamente. Beneficiéase de nuestra valiosa experiencia y de nuestro personal profesional. Así lo demuestran nuestras impresionantes referencias en los sectores:

### ÁREAS DE TRABAJO

- Ingeniería mecánica
- Construcción de vehículos
- Maquinaria de construcción
- Construcción de puentes
- Construcción de grúas
- Aplicaciones especiales



# EL ACCESORIO ANGULAR HIFIT

## LA SOLUCIÓN INTEGRAL PARA CADA ÁMBITO DE APLICACIÓN



El accesorio angular HiFIT se utiliza junto con una unidad HiFIT para el tratamiento posterior de soldaduras en zonas de difícil acceso. Todos los dispositivos HiFIT son adecuados.

### CONTACTO

HiFIT USA LLC  
Oficina de Estados Unidos en  
Fairfax, VA:  
Tel.: +1 929 837 9815  
E-Mail: [info@hifitusa.com](mailto:info@hifitusa.com)

Sede central:  
Adam-Opel-Str. 4  
D-38112 Braunschweig, Germany  
Tel.: +49 (0) 531 – 236 233 0

[WWW.HIFITUSA.COM](http://WWW.HIFITUSA.COM)

