

C. N. E. A. Biblioteca	
ARCHIVO PUBLICACIONES	
Nº 1	AÑO 1979

04.79.12

(e12)

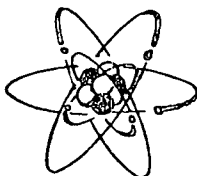
RG
001.3:
620.179.1
C76
1979

NACIONES UNIDAS



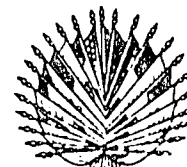
PROGRAMA DE LAS N. N. U. U.
PARA EL DESARROLLO

REPUBLICA ARGENTINA



COMISION NACIONAL DE ENERGIA ATOMICA
C. N. E. A.

ORGANIZACION DE LOS ESTADOS AMERICANOS



O. E. A.

I CONFERENCIA REGIONAL SOBRE ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS

CENTRO CULTURAL GRAL SAN MARTIN
11 al 15 de Junio de 1979

PROCEDIMIENTO DE INSPECCION NO DESTRUCTIVA EN GANCHOS FORJADOS DE PUENTES GRUAS, DE GRAN CAPACIDAD

DESIMONE, Carlos
KATCHADJIAN, Pablo
TACHE, Raúl
(CNEA, Argentina)

BUENOS AIRES
Argentina

PROCEDIMIENTO DE INSPECCION NO DESTRUCTIVA EN GANCHOS FORJADOS DE Puentes GRUAS, DE GRAN CAPACIDAD.

Introducción

En función de requerimientos planteados por la Central Nuclear Atucha, se estudió un programa de inspección preventiva mediante E.N.D. para ganchos de puentes grúas de gran capacidad.

El requerimiento específico presentado por la C.N.A. era la preparación de procedimientos de inspección de los ganchos de elevación de los puentes grúas de la Central.

Dado que dichos ganchos están diseñados y fabricados de acuerdo a las normas DIN, se hizo en primer término un análisis del problema en base a dichas normas y a los planos de obra disponibles. Se pudo observar que no existía un completo acuerdo entre planos, normas, identificación según normas, y dimensiones reales de los ganchos investigados.

Por otra parte, se observó que las normas consultadas no dan información completa sobre los ensayos no destructivos que corresponde aplicar, que era justamente el objeto del trabajo. Ante esta circunstancia fue necesario determinar las zonas de mayor sollicitación antes de definir el tipo de ensayo apropiado. Este análisis indicó que las zonas más comprometidas son:

- a) Sector de apoyo de la carga.
- b) Rosca de soporte del gancho.

Dicho análisis de sollicitaciones, fue corroborado luego con una estadística que realizó una importante empresa siderúrgica, en base a la inspección periódica de ganchos de grúas de su planta industrial; de los cuales fueron retirados de servicio aproximadamente 18% de los ganchos, por no cumplir las condiciones mínimas de seguridad; detallando a continuación las causas :

- Grietas de fatiga en el sector roscado : 64%
- Grietas de fatiga en sector de apoyo : 18%
- Grietas producidas por tratamiento térmico : 18%

Por lo que se deduce que una inspección periódica por un método no destructivo está plenamente justificada.

Identificación y encuadramiento

La identificación de los ganchos según norma DIN 15404 y

su posterior encuadramiento en un grupo, determinado en función de dimensiones normalizadas según DIN 15401 y 15402 para ganchos simples o dobles, respectivamente; es necesaria para determinar si el ensayo correspondiente es por observación visual o por un método no destructivo más exhaustivo.

Como dicho encuadramiento se hizo dificultoso por las razones enunciadas anteriormente, se resolvió incluir a los ganchos con problemas de este tipo, de acuerdo a:

- Grupo aproximado en que estarían ubicados según norma.
- Frecuencia de uso en los más dudosos.

Defectología probable

En el sector de apoyo de la carga, las discontinuidades que pueden presentar, de acuerdo al trabajo a que estos ganchos están solicitados, son fisuras superficiales orientadas en forma transversal al eje neutro del gancho, y fisuras subsuperficiales al estar cubiertas las anteriores por aplastamiento.

La rosca, en cambio, de acuerdo a la sollicitación a que está expuesta, podrá presentar fisuras en la raíz de la misma. Cabe agregar que los filetes que comienzan a fatigarse primeramente, son los ubicados cerca de la base de la tuerca, que es donde existe la mayor concentración de tensiones.

Tanto las posibles discontinuidades en el sector de apoyo de la carga como en la raíz de la rosca, se limitan a fisuras de fatiga. Al ser las grietas de fatiga extremadamente finas, su detección es una operación muy delicada, sobre todo cuando estas grietas se hallan en el comienzo de su desarrollo. Cuando es posible percibir a simple vista, sin ayuda de algún instrumento óptico este tipo de defecto, la pieza está condenada generalmente a una rotura inmediata.

Toda la defectología probable del material debida a su procesado metalúrgico y mecánico, no fue tomada en cuenta, por considerar que la misma es tema de una etapa anterior a la puesta en servicio del gancho, y por lo tanto superada. Los problemas mayores que podrían causar el uso de los ganchos son justamente los que se presentan en los sectores citados.

Criterios adoptados para la elección del método.

Para la zona de apoyo de la carga podrían utilizarse los métodos de líquidos penetrantes o partículas magnéticas por el tipo de defectos esperados. Este último es el que fue adoptado ya

que presenta la ventaja con respecto al anterior de detectar fisuras que estén inmediatamente debajo de la superficie. Su desventaja es la ausencia de indicación para aquellas discontinuidades que son menos probables, y que serían las ubicadas paralelamente al eje neutro, en razón de que no es conveniente aplicar magnetización circular. Lo mismo ocurre con fallas de forja o tratamiento térmico que originen fisuras paralelas al eje neutro.

Para la rosca debió tenerse presente que el desmontaje de los ganchos, resulta muy dificultoso por sus grandes dimensiones. Por lo tanto, el método más conveniente sería aquel que permitiera inspeccionarla sin necesidad de desarmarlo. Para esto, se debió discriminar entre ganchos dobles y simples, ya que mientras los primeros se prestan favorablemente por su geometría para el ensayo ultrasónico sin desmontarlos, los simples poseen elementos de sujeción que no permiten el acceso de un palpador, por lo que se hace imprescindible su desmontaje.

Ante esta necesidad, se creyó más conveniente el utilizar líquidos penetrantes, ya que permite una más rápida y objetiva verificación de las grietas de fatiga contra una interpretación de resultados por ultrasonido que a veces se hace dificultosa; y frente al ensayo por partículas magnéticas presenta ventajas y desventajas; entre sus ventajas está la posibilidad de ubicar discontinuidades sobre cualquier dirección y no necesitar equipos ni montajes especiales; las desventajas son la posibilidad de detectar solamente fisuras superficiales y la necesidad de una limpieza más esmerada de la superficie a ensayar.

Para una total seguridad, estos ensayos deberán estar complementados con un control periódico de la abertura de la boca del gancho, y comparar los valores con las medidas originales, según lo indica la norma DIN 15405.

INSPECCION POR PARTICULAS MAGNETICAS DE LA ZONA DE APOYO DE LOS GANCHOS. DESCRIPCION DEL PROCEDIMIENTO ESCRITO.

Objeto

El objeto es inspeccionar la zona de apoyo de la carga de los ganchos, delimitada por la figura 1, para determinar si existen fisuras de fatiga superficiales o subsuperficiales.

Alcance

Se examinarán por este método, todos aquellos ganchos, que por su requerimientos de elevación de carga sea necesaria una inspección más exhaustiva que la visual.

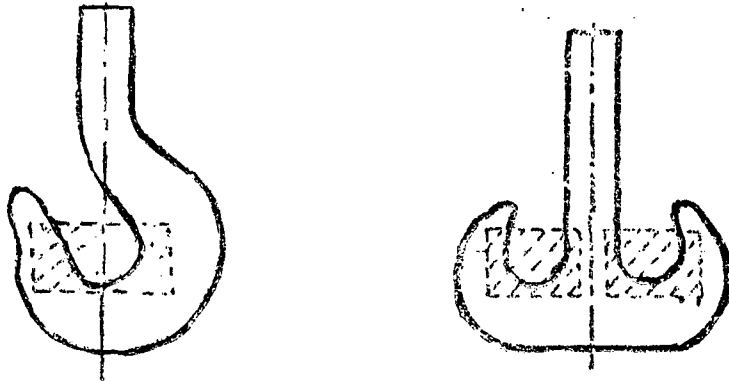
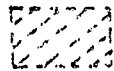


Figura 1



zona a inspeccionar

Utilización de un patrón de referencia.

Se utilizó un patrón de acero SAE 1010, cuya sección era de forma semejante a la de los ganchos, con agujeros de diferentes diámetros y a distintas profundidades.

La importancia de la semejanza en la forma de las secciones comparativas, entre gancho y patrón, reside en el hecho de que ambas presentan una distribución de flujo similar, con lo cual se pudo determinar cual era la sensibilidad del método.



Técnica utilizada.

Se optó por una magnetización longitudinal mediante una bobina arrollada alrededor del gancho, sobre las zonas específicas, ya que las citadas fisuras tendrán una dirección normal al eje de la pieza.

Preparación de las superficies a examinar

Tener en cuenta que el estado superficial sea tal que permita una correcta aplicación del método y no enmascare los resultados del ensayo.

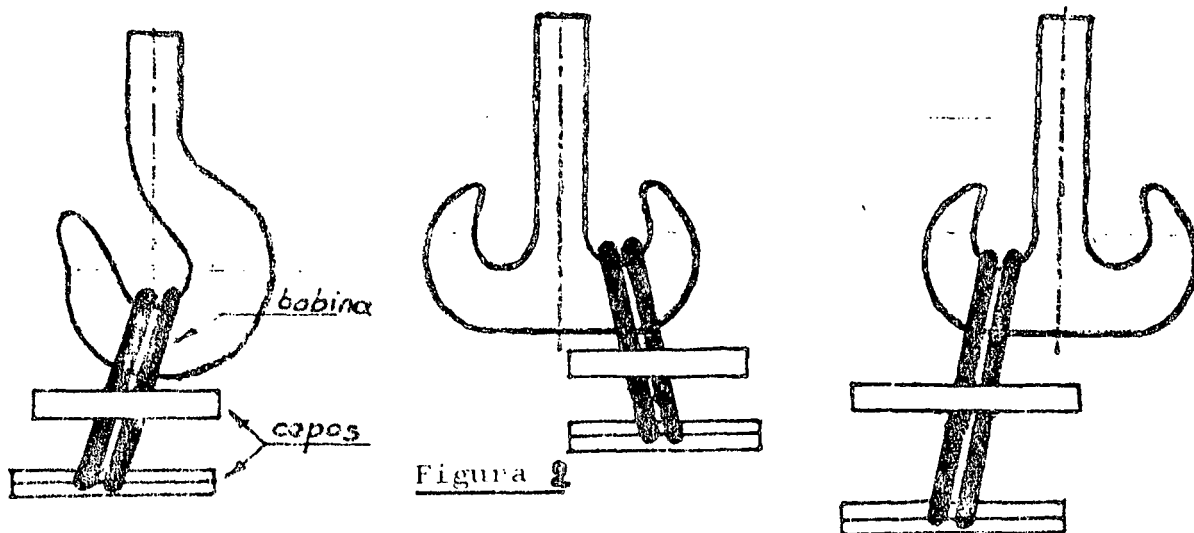
Eliminar los restos de aceite o grasa o cualquier otro material extraño que pueda haber sobre la zona a inspeccionar. Limpiar bien y secar dicha zona mediante un desengrasante adecuado, p. ej.: tetracloruro de carbono.

Todas aquellas zonas que no se encuentren estas condiciones serán convenientemente limpiadas, y si es necesario, amoladas hasta eliminar la interferencia.

Bobina y montaje de la misma:

La bobina se arrolla alrededor del gancho a inspeccionar; mediante cable flexible para ese fin, con el diámetro y número de vueltas que corresponda para asegurar que el campo magnético sea el adecuado. Ver Figura 2.

El montaje de la bobina se hizo sobre dos o tres cepos para asegurar la forma y hacer uniforme la separación entre espiras a 50 mm entre ejes (Figura 3). Se deberá usar la menor longitud de cable posible para evitar la caída de corriente por distancia.



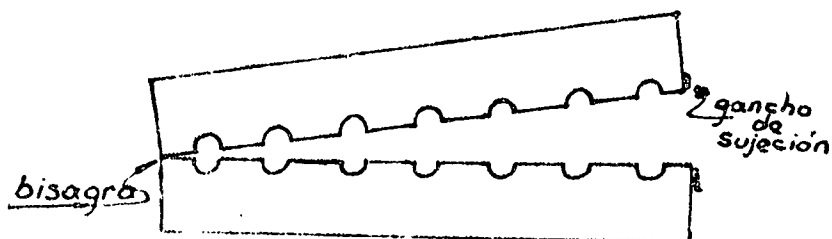


Figura 3

Aplicación de las partículas

Se espolvorean las partículas magnéticas secas sobre la superficie a examinar mientras se aplica la corriente (método continuo) y se quita el exceso de partículas soplando suavemente durante el paso de la corriente para no borrar accidentalmente alguna indicación; luego se suspende la aplicación de corriente.

La superficie se examina durante e inmediatamente después de la aplicación y remoción de las partículas excedentes, en condiciones de iluminación adecuadas, cuyo nivel es de 500 lux.

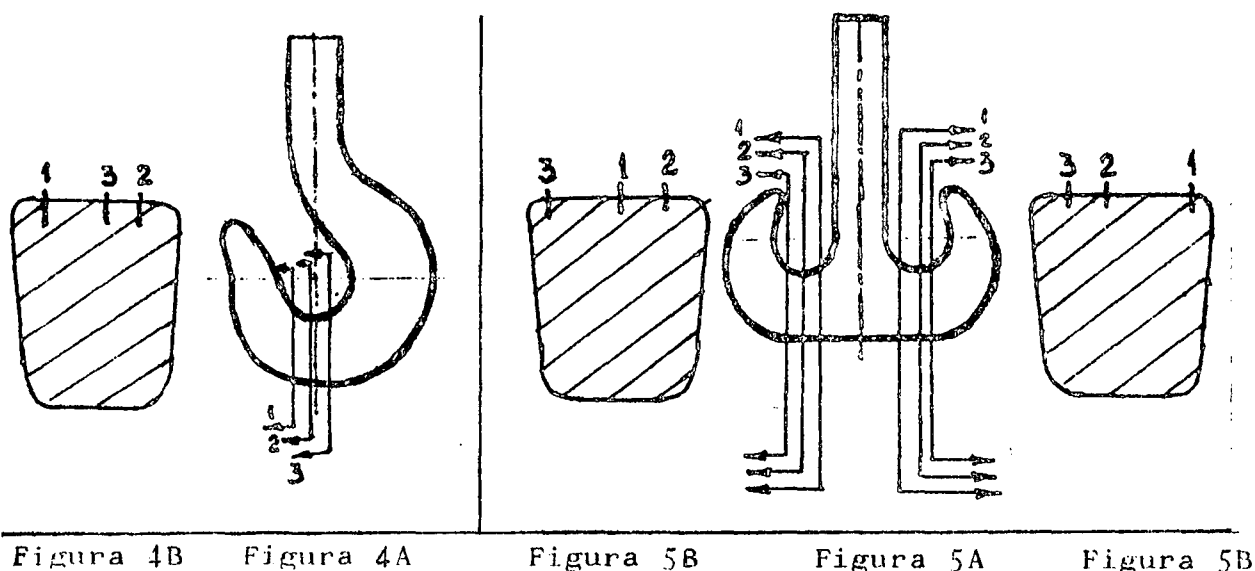
Corriente de magnetización

El tipo de corriente elegida fue continua rectificada media onda, y la intensidad aplicada surgió para cada uno de los ganchos en relación a las fórmulas establecidas según ASME-V/Art. 7, para magnetización longitudinal.

Ubicación de las indicaciones

Se registran todas las indicaciones que se presenten sobre la superficie examinada.

Las eventuales indicaciones son identificadas por un número correlativo según el lugar que ocupen y su ubicación queda determinada frontalmente por la posición de la sección marcada en las figuras 4A y 5A y su ubicación lateral, en la sección correspondiente señalada en las figuras 4B y 5B; p. ej.: si existiesen tres indicaciones, se representan como 1, 2, y 3 en las figuras mencionadas.



Desmagnetización:

Para la desmagnetización, se aplica corriente alterna sobre la bobina montada, en una intensidad tal, que supere el valor en tregado durante el examen, en un 10% o al menos el mismo valor. Retirar la bobina lentamente hasta que quede completamente afuera del gancho inspeccionado y suspender la corriente. Verificar la desmagnetización con un indicador de campo.

INSPECCION POR ULTRASONIDO DE LA ROSCA DE LOS GANCHOS. DESCRIPCION DEL PROCEDIMIENTO ESCRITO.

Objeto

El objeto es la inspección de la rosca de los ganchos dobles para determinar si existen fisuras de fatiga en la raíz de la misma.

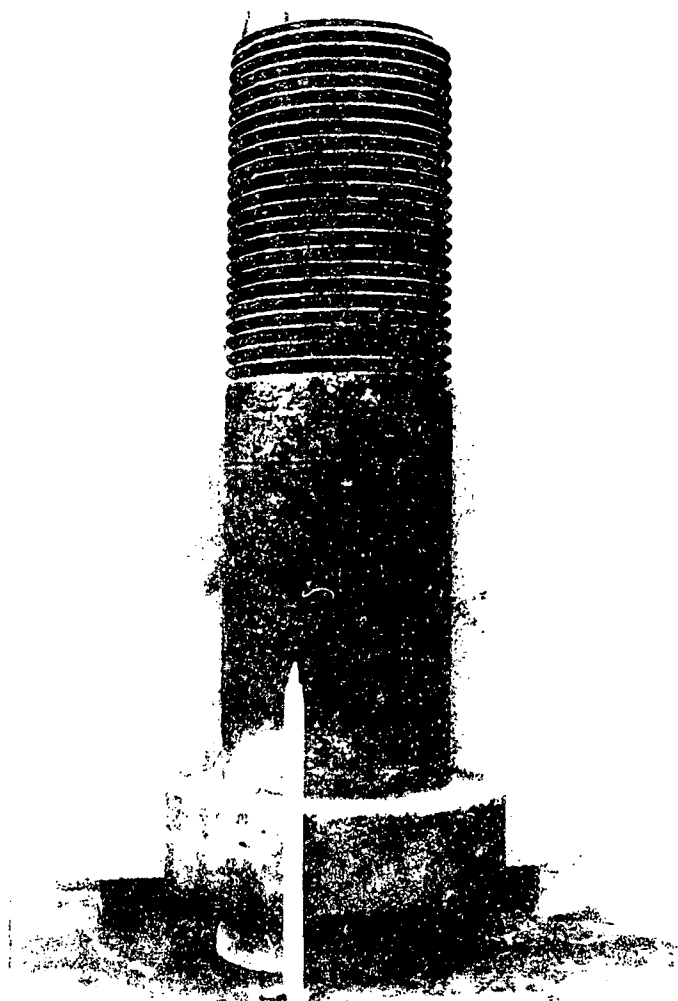
Alcance

Se decidió que el examen se limitara únicamente a ganchos dobles, ya que ellos, por sus dimensiones y su geometría, se hacen aptos para dicho examen, como así también por presentar una superficie accesible para el mismo, cosa que no sucede en los ganchos simples.

Utilización de un patrón de referencia

Se utilizó un tornillo de grandes dimensiones, en el cual se efectuaron cortes de sierra a distintas distancias y agujeros de distinta profundidad y diámetro en la raíz de los filetes para com-

probar cual era la respuesta ultrasónica frente a esos defectos si mulados.



Elección de examen con haz normal

Se optó por el examen con haz normal desde la cabeza del tornillo, por considerar que la superficie plana permite un mejor acople que la que presenta el vástago del tornillo, además la resolución con haz angular desde el mismo vástago se hace sumamente difi cultosa.

Elección de la frecuencia del palpador

Existían para este punto dos opciones viables, que son la de utilizar palpador de 2 o de 4 MHz; finalmente se optó por el de 4 MHz por presentar éste un ángulo de divergencia del haz más peque ño y una mayor sensibilidad con respecto al de 2 MHz, aunque el mis mo puede ser utilizado cuando el material presenta una gran atenuación o cuando no se pretende observar tamaño de defecto demasiado pequeño.

Técnica utilizada

Se decidió que el examen se realice por contacto, utilizando la técnica pulso-eco, con haz normal, desde la cara plana superior del tornillo del gancho, de tal manera que el barrido se haga en forma radial y en zig zag.

Presentación de las indicaciones

Debe tenerse conocimiento que los posibles ecos de fisura por fatiga en la raíz de los filetes, que se podrían presentar, aparecerán en pantalla como se muestra en la Figura 6, aclarándose además, que dicha fisura puede no presentarse en forma normal, sino oblicua, lo que provocaría una indicación en pantalla que elimina la respuesta correspondiente a dicha fisura (en algunos casos) y a los sucesivos ecos de filete que están a continuación.

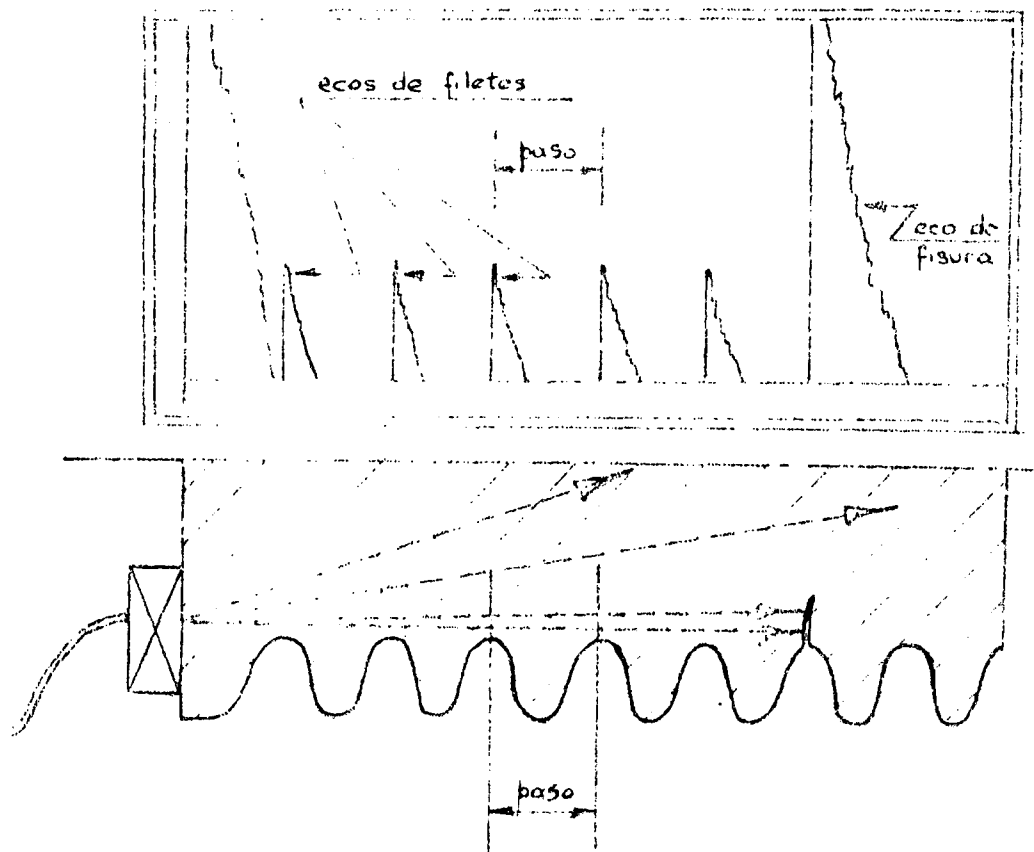


Figura 6

Indicaciones falsas

Fueron estudiadas cuidadosamente las señales que provenían de un cambio de modo y/o reflexiones entre filetes y chavetero. Esto ocurre en forma notable cuando el haz está barriendo los primeros filetes con el palpador ubicado en la posición radial perpendicular al chavetero, y puede verificarse pasando la yema de los dedos con aco- plante sobre la superficie lateral del mismo, correspondiente al la-

do que se está ensayando, provocando una atenuación en la o las señales en cuestión, y se presentan en pantalla como ecos que superan en amplitud a los ecos correspondientes a los filetes, y a una distancia mayor que la que corresponde realmente; o sea en la zona de los últimos filetes, debido a la variación de velocidad de propagación por cambio de modo y sucesivas reflexiones que se producen en la zona mencionada.

Preparación de las superficies a examinar

Debe quitarse la chaveta de cierre, dejando libre el chavetero, para poder examinar la rosca desde esa zona.

Las superficies desde las cuales se hace el examen, deben limpiarse de manera que queden libres de cascarilla, pintura o cualquier otro material extraño que pudiera afectar o dificultar el correcto acoplamiento del palpador.

Marcas de referencia

Se toma como cero de referencia uno de los extremos del eje del chavetero. El extremo elegido se identifica en forma permanente mediante una impronta en la cabeza del tornillo y una raya fina pintada sobre la tuerca, con un cero sobre ella, y marcas cada 30° a partir de la misma tomadas en sentido de giro horario según se mira desde el extremo del tornillo como indica la Figura 7.

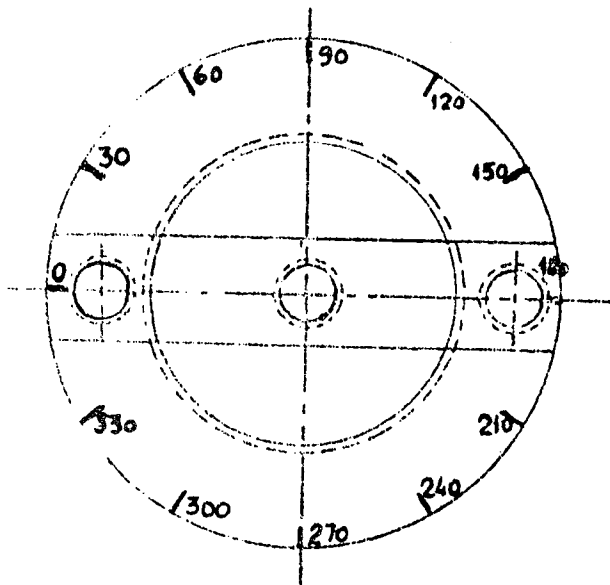


Figura 7

Calibración

Previo a cada ensayo, se hace la calibración del equipo a utilizar (instrumento, cable, palpador y acoplante) según norma

IRAM-CNEA 500Y.1002.

Para la calibración en distancia, se debe elegir la posición del selector de rango, de tal forma que éste cubra en exceso el total de la longitud de rosca del tornillo.

Cuando las distancias son extensas, ó en caso de alguna anomalía que se encontrase, para una mayor discriminación de longitudes, puede también calibrarse en rangos menores que el mencionado anteriormente, desplazando luego los ecos de fondo hacia la izquierda, con el control de retardo (delay) hasta encontrar los ecos subsiguientes, correspondientes a las distancias posteriores.

Ajuste de sensibilidad para examen

La ganancia se ajusta, de forma que el pico más alto de los ecos de los sucesivos filetes, no supere el 40% de altura de pantalla. Los filetes son fácilmente identificados por la regularidad de la distancia a que aparecen que es equivalente al paso de la rosca.

Forma de barrido

A partir del punto cero de referencia, el palpador es desplazado en vaivén, con dirección radial, desde el borde del tornillo hacia el centro, ubicando así desde los primeros filetes hasta los más lejanos, respectivamente, y viceversa al regresar. Después de completar un movimiento radial y antes de comenzar el siguiente se efectúa el desplazamiento en sentido de giro horario en un paso tal que exista un solapamiento del 15% entre un barrido y el siguiente. El punto de retorno en cada barrido radial estará determinado por la aparición en la pantalla de la indicación correspondiente al último filete.

Registro de las indicaciones

Debe registrarse cuánto mide el paso y cuántos filetes tiene la rosca. Para esto último puede ser necesario llevar al máximo la ganancia del equipo, para ver los ecos de los últimos filetes. Es válido aclarar que en la zona del chavetero, la cantidad de filetes es menor, por lo que también será registrada.

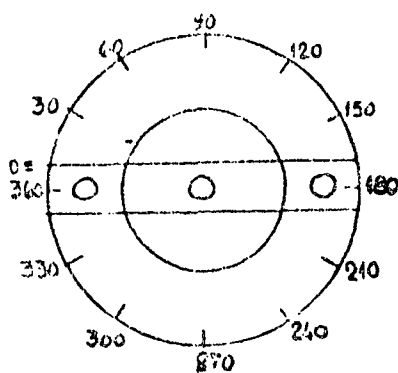
Son tenidas en cuenta todas las indicaciones que sean distintas de las evaluadas como filetes, salvo las especificadas como indicaciones falsas; y cuando existe una desaparición total ó parcial de las indicaciones de los filetes a partir de un determinado punto.

Ubicación de las indicaciones

Las eventuales indicaciones se identifican por un número correlativo según orden de aparición, y su ubicación queda determinada por el ángulo respecto del cero y por el número del filete al cual corresponda, teniendo en cuenta que para indicaciones que provienen de la zona del chavetero se agregará la cantidad de filetes que equivalen a la profundidad del mismo.

Esquema para ubicación de indicaciones

En el esquema se marcan con números correlativos todas las indicaciones registrables en la zona correspondiente



Filete N°	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Indicación N°															
Amplitud de señal [% pantalla]															
Tramo de desaparición de respuesta (Marcar con X)															

Evaluación del tamaño de defectos

Para la determinación del tamaño de defectos puede utilizarse un patrón de referencia del mismo material y dimensiones del tornillo a ensayar, creando en él diversos defectos tipo, simulando fisuras en la raíz de los filetes, a distintas distancias, mediante cortes o agujeros también a distintas profundidades y distintas distancias.

Otra forma aproximada para la evaluación del tamaño de defectos se logra ubicando la señal máxima del eco de defecto a 100% de altura de pantalla y desplazando el palpador en todas las direcciones, y marcando en la superficie examinada, los puntos en que la señal se reduce al 50% de altura de pantalla con lo que se tendrá el área aproximada que cubre el defecto.