



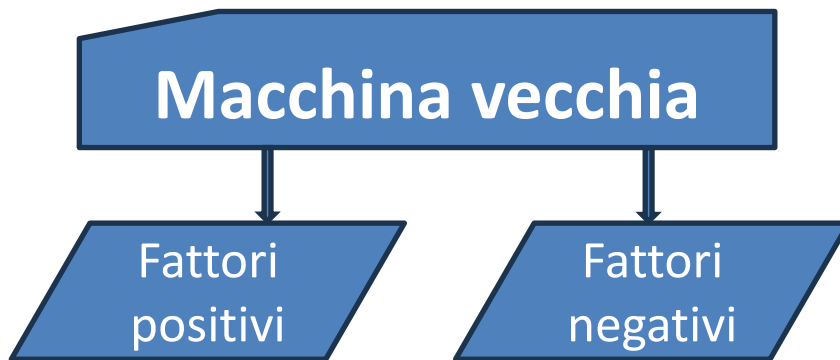
Macchine nuove e macchine usate

***Aspetti peculiari e di controllo per la manutenzione e
rimessa in servizio di macchine vecchie***

Ing. Pietro Ladisa

*Presidente Commissione meccanica industriale
Ordine degli Ingegneri della Provincia di Roma*

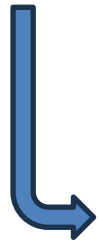
Roma, 25 marzo 2025



- Affidabilità
- Conoscenza della macchina
- Vita Residua
- Obsolescenza Prestazionale
- Difettosità latente



Cosa fare



«cambio
dell'olio»

Operazioni da fare a prescindere



Controlli

Valutazioni specifiche d'intervento

- **Sostituzione:**
 - ✓ lubrificanti
 - ✓ parti soggette ad usura
- **Ripristino:**
 - ✓ Guarnizioni
 - ✓ Carter danneggiati
 - ✓ protezioni anticorrosione
 - ✓ Finiture/trattamenti superficiali
- **Valutazioni**
 - ✓ Prestazionali / consumi
 - ✓ Rumorosità
 - ✓ Perdite fluidi
 - ✓ Individuazione di difettosità latenti
- **Ispezioni visive**
- **Controllo impianti**
- **Controllo giochi e usure (cuscinetti, ecc.)**
- **NDI: «Not Destructive Inspections»**



Implementazione di un processo di ispezione

Ogni settore o organizzazione dispone di un proprio processo per condurre le ispezioni. Tuttavia, ci sono punti in comune nei flussi di lavoro delle ispezioni che spesso si riscontrano nei processi di ispezione visiva.

Eccone alcuni:

- **Identificazione** di tutte le attrezzature, i componenti, i materiali, i prodotti e le infrastrutture che devono essere ispezionati.
- **Definire le condizioni** in presenza delle quali deve scattare un'ispezione.
- **Definire linee guida** chiare su ciò che costituisce un difetto.
- **Annotare la frequenza** con cui queste ispezioni devono essere eseguite.
- **Creare uno strumento** per segnalare, documentare e gestire difetti e tempi di inattività quando vengono rilevati.
- **Integrare** le ispezioni nelle liste di controllo per la manutenzione



PT - Liquidi Penetranti, esaltazione della visibilità di difetti superficiali aperti mediante l'utilizzo di sostanza liquida che penetra per capillarità nei difetti (penetrante) ed uno sfondo (rivelatore o il pezzo stesso).

RT - Radiografia, comprendente i sistemi Raggi X, Metodo neutronico e Raggi gamma.

UT - Ultrasuoni, tecnica che fa impiego di onde acustiche ad alta frequenza

ET - Correnti Indotte, tecnica che si basa sull'esame delle correnti parassite indotte mediante un campo magnetico alternato.

VT - Visual Test, sistema di controllo visivo.

MT - Magnetoscopia, si basa sull'attrazione di particelle ferromagnetiche e disperse in liquido) attratte dal campo magnetico disperso in prossimità delle eventuali cricche.

AT - Emissione Acustica, sistema per l'identificazione di propagazione delle difettologie.

TIR - Termografia, analisi della risposta termica in presenza di discontinuità del materiale.

LT - Leak Testing, utilizza varie metodologie come la prova di tenuta ad aria per la misurazione e la rilevazione delle perdite (Pressure decay, bubble test, etc.)

TT - Test Termografici, utilizzano la diffusione e la distribuzione del calore nel componente da ispezionare.

Shearografia, Interferometria Olografica, Fotogrammetria, Laser Tracker, Laser Radar



UNI EN ISO 9712:2022

Prove non distruttive - Qualificazione e certificazione del personale addetto alle prove non distruttive

UNI CEN/TR 14748:2012

Prove non distruttive - Metodologia per la qualificazione delle prove non distruttive



L'ispezione visiva

Nell'era pre-digitale, gli ispettori erano addestrati a identificare i difetti, a volte a occhio nudo e, in altri casi, utilizzando gli strumenti più semplici, come luci e lenti d'ingrandimento. Con il progresso delle fotocamere e dei droni portatili di alta qualità, l'ispezione visiva si è evoluta in una nuova fase.

Oggi le aziende raccolgono immagini e video digitali di macchinari, prodotti e altri aspetti delle attività fisiche necessarie per effettuare ispezioni visive. Le ispezioni con riprese video e immagini possono essere eseguite in tempo reale da una postazione remota oppure riviste in un secondo momento una volta recuperate le immagini della telecamera.



L'intelligenza artificiale (AI) viene utilizzata oggi anche per l'automazione delle ispezioni visive. "Insegnando" a un computer a leggere le immagini e a determinare quando esse soddisfino standard accettabili, le aziende possono automatizzare il processo di ispezione visiva, risparmiando tempo e, a volte, migliorando la precisione.

Con questa tecnologia, nota anche come **ispezione visiva intelligente**, si possono effettuare ispezioni in modo più rapido, accurato ed economico in una vasta gamma di ambienti.

Si possono tenere le persone lontane da aree pericolose e spazi confinati, come i serbatoi di stoccaggio, proteggendo la sicurezza dei lavoratori senza rinunciare ai vantaggi dell'ispezione visiva.



Il controllo non distruttivo si riferisce a un complesso di esami, prove e rilievi, finalizzati alla ricerca e identificazione di difetti di una struttura o materiale, condotti impiegando metodi che non alterano il materiale e non richiedono la distruzione o l'asportazione di campioni dalla struttura in esame.

Acronimi, abbreviazioni:

NDT: Not Destructive Testing

NDI: Not Destructive Inspection

CND: Controlli Non Distruttivi

PND: Prove Non Distruttive

Test, Prova: attività che puo' richiedere una v erifica funzionale, prestazionale della Macchina

Ispezione, Controllo: Esame strumentale sul materiale o dispositivo (che rimane passivo, non funzionante)

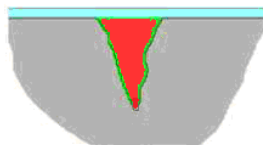
Liquidi Penetranti



1) Pulitura preliminare



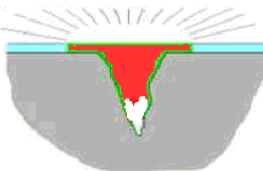
4) Applicazione del rivelatore



2) Applicazione del penetrante



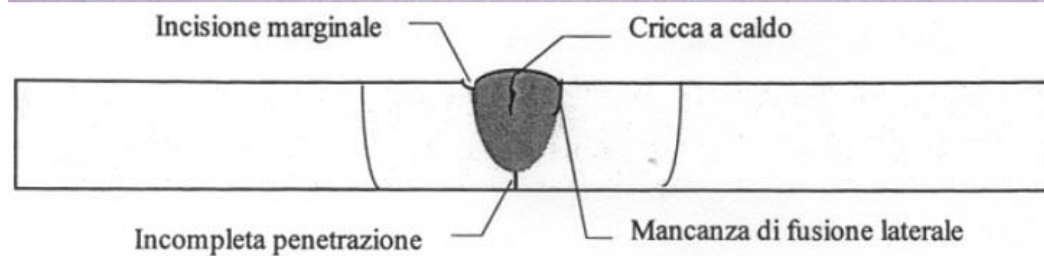
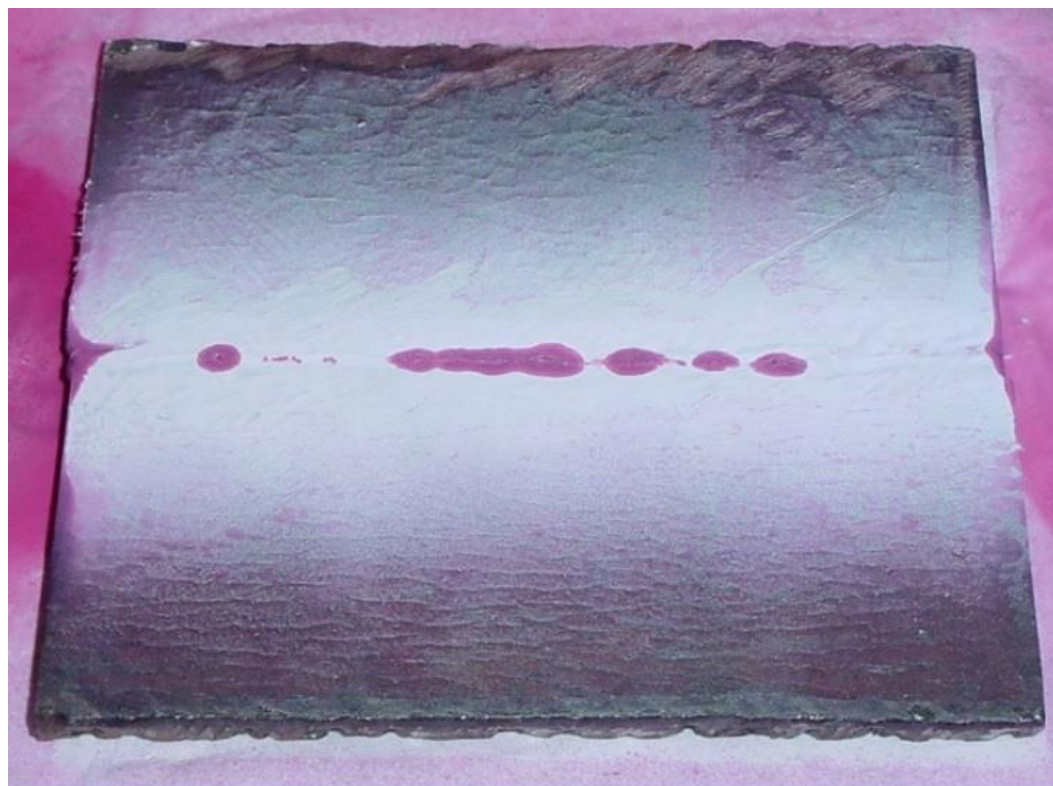
5) Interpretazione delle indicazioni



3) Rimozione dell'eccesso di penetrante



Liquidi Penetranti



Liquidi Penetranti



LIQUIDO PENETRANTE, PULITORE, RILEVATORE per CRICCHE e altri DIFETTI su SALDATURE e su Tutti i Materiali - Bombole Spray 400 ml - Il Kit per Iniziare COMPLETO

Marca: ELITE

4,6 ★★★★★ (20) | Cerca in questa pagina





Liquidi Penetranti -Normativa

UNI EN ISO 3452-1

«Prove non distruttive - Esame con liquidi penetranti - Parte 1: Principi generali»

Descrive i principi generali per i controlli con liquidi penetranti

Specifica i metodi per individuare discontinuità superficiali

Include prove di controllo e di processo

Prescrive come eseguire correttamente ogni fase del controllo

UNI EN ISO 3452-2

«Esame con liquidi penetranti – Parte 2: Prove dei materiali utilizzati nell'esame con liquidi penetranti»

Ultrasuoni

Onde sonore ad alta frequenza sono introdotte nel materiale da esaminare:

- Evidenzia difetti superficiali o interni.
- Misura lo spessore dei materiali.
- Misura la distanza e la dimensione delle discontinuità
- Per valutazioni di carattere metallurgico





IN CHE COSA CONSISTE IL METODO ULTRASUONI (UT)

Il controllo a Ultrasuoni, identificato dall'acronimo UT, si applica mediante l'invio di vibrazioni meccaniche all'interno di un materiale ed **è in grado di rilevare discontinuità volumetriche.**

L'onda ultrasonora, causando la vibrazione della struttura cristallina del materiale ispezionato, è in grado di ottenere **l'eco di risposta** di un'eventuale discontinuità localizzata in modo perpendicolare alla direzione di propagazione del fascio UT.

Il controllo a Ultrasuoni è **particolarmente indicato per ricercare tutte quelle discontinuità volumetriche che potrebbero non affiorare in superficie** se sufficientemente distanti da essa.



DOVE E QUANDO SI APPLICA IL CONTROLLO CON METODO ULTRASUONI (UT)?

Il controllo UT viene applicato normalmente su materiali aventi una struttura cristallina (tipicamente materiali metallici), necessaria per una propagazione del fascio UT.

Non sono presenti particolari restrizioni circa il materiale oggetto di ispezione, ad eccezione del fatto che il grano cristallino non sia di dimensioni grossolane; questa condizione infatti causa una diffusione del fascio ultrasonoro e la perdita di informazioni derivanti da eventuali discontinuità.

Per i materiali metallici, i tipici prodotti oggetto di ispezione sono **prodotti fucinati** (in cui le discontinuità giacciono su piani precisi), **i prodotti saldati**, e semilavorati come **barre o billette**. Il controllo UT su materiali metallici può anche essere svolto su componenti ottenuti mediante fusione, ma **è necessario considerare la complessità geometrica del componente per definire i limiti di ispezionabilità**.



UNI EN 14127:2011 - Prove non distruttive – Misurazione dello spessore mediante ultrasuoni

UNI EN ISO 16810:2014 - Prove non distruttive – Esame ad ultrasuoni – Principi generali

UNI EN ISO 16811:2014 - Prove non distruttive – Esami ad ultrasuoni – Regolazione della sensibilità e dell'intervallo di misurazione della base dei tempi

UNI EN ISO 16823:2014 - Prove non distruttive – Esami ad ultrasuoni – Tecnica per trasmissione

UNI EN ISO 16826:2014 - Prove non distruttive – Esami ad ultrasuoni – Esame delle discontinuità perpendicolari alla superficie

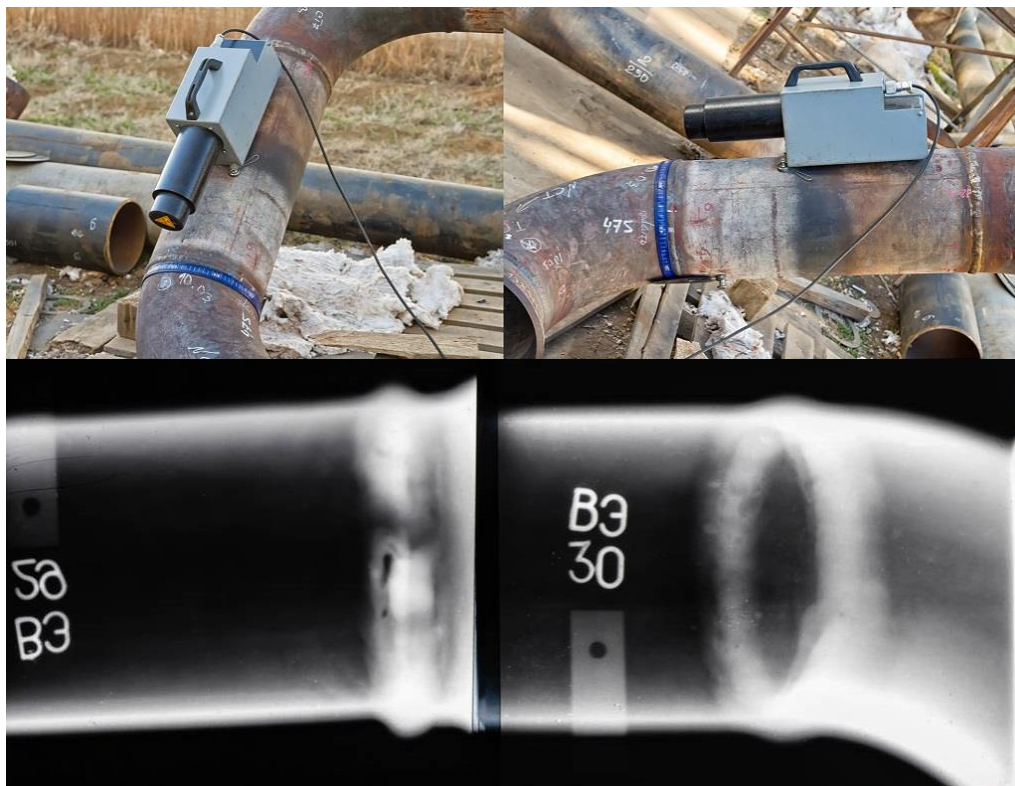
Norme di Prodotto

UNI EN ISO 11666:2011 - Controllo non distruttivo delle saldature – Controllo mediante ultrasuoni – Livelli di accettabilità

UNI EN ISO 23279:2010 - Controllo non distruttivo delle saldature – Controllo mediante ultrasuoni – Caratterizzazione delle indicazioni nelle saldature

...

Radiografia





Vantaggi e limiti del metodo CND Radiografico

Assieme al metodo ad ultrasuoni UT fa parte dei controlli CND volumetrici, gli unici in grado di effettuare delle ricerche in profondità e non solamente in superficie, di difetti sui materiale e sulle saldature.

Le radiografie sono maggiormente efficaci nella rilevazione di discontinuità superficiali rispetto agli ultrasuoni.

Oltre all'identificazione di discontinuità e difetti, con le radiografie si possono rilevare anche variazioni significative nella composizione del materiale e del campione

A differenza del metodo UT, ha pochissime limitazioni in merito alla tipologia di materiale analizzato

Non necessita di accesso diretto alla superficie, come avviene con gli ultrasuoni dove è necessario l'appoggio di una sonda di misura, in questo modo si possono verificare anche aree nascoste

Non è necessaria una preparazione del campione o superficie analizzata come avviene in tanti altri metodi, se non minima in alcuni casi. Questo può rendere l'operazione di verifica molto più veloce e meno impegnativa



UNI EN ISO 5579:2014: Esame Radiografico “RT”, la norma delinea le regole generali della radiografia industriale a raggi X e gamma ai fini del rilevamento di difetti mediante la tecnica radiografica

ASTM E2104: Standard Practice for Radiographic, delinea i requisiti minimi per l’esame radiografico di materiali e componenti metallici e non metallici utilizzati in designazione

UNI EN ISO 17636-1:2022: Riguardante la tecnica di controllo dei giunti saldati per fusione (materiali metallici) mediante radiografie RT

UNI EN ISO 10675-1:2022: delinea i livelli di accettabilità nelle saldature mediante esame radiografico, Parte 1: Acciaio, nichel, titanio e loro leghe.

Magnetoscopia

La magnetoscopia è un tipo di controllo non distruttivo utilizzato per la ricerca di indicazioni superficiali e subsuperficiali in pezzi metallici.

Si basa sull'attrazione di particelle ferromagnetiche disperse in liquido che evidenziano le discontinuità che si trovano in un senso generalmente trasversale al campo magnetico determinano una deviazione delle linee di flusso del campo magnetico stesso.





Principio del metodo con particelle magnetiche

Al pezzo in esame è applicato un intenso campo magnetico, ottenuto mediante un'apposita apparecchiatura

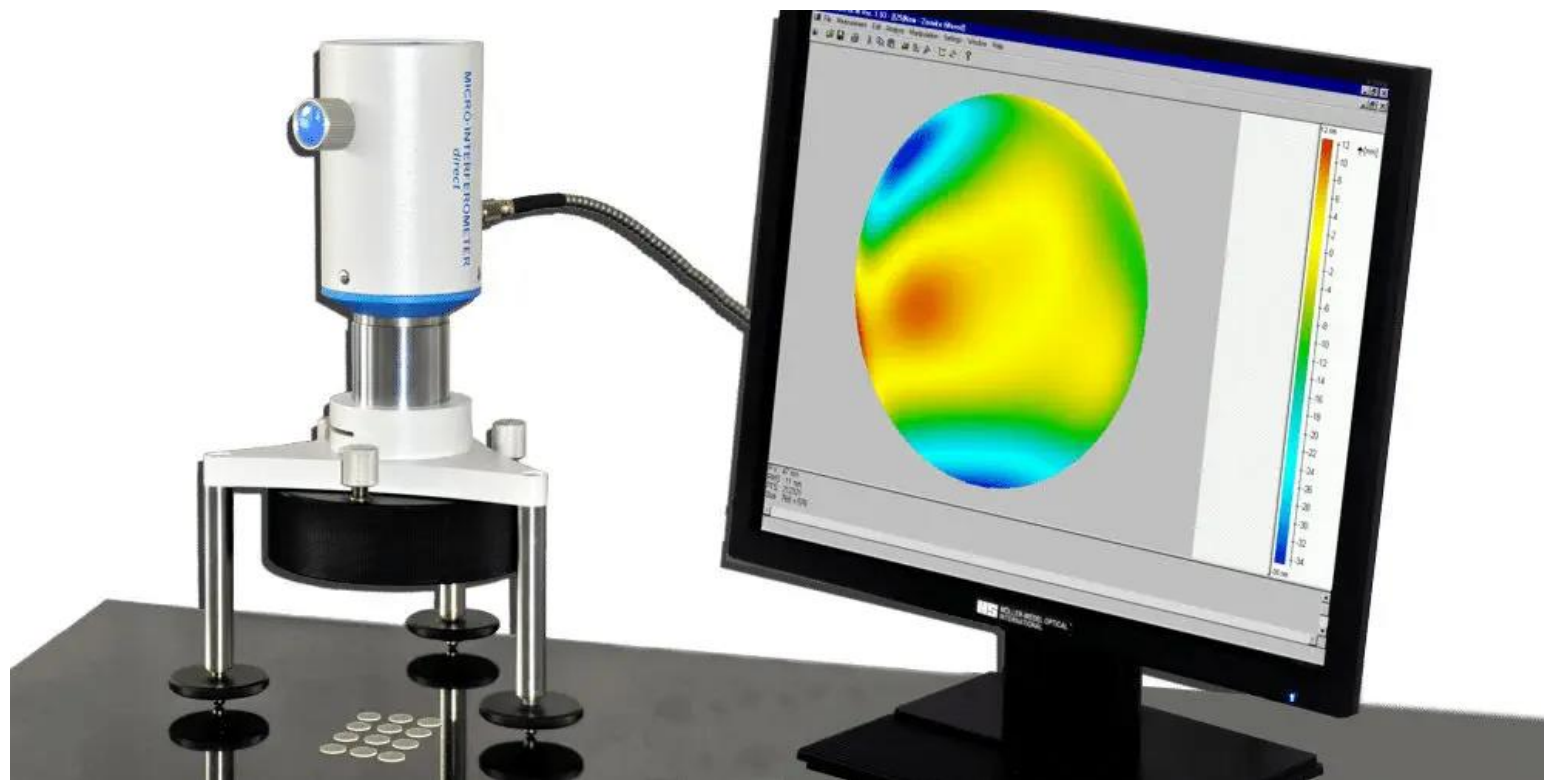
Qualora il pezzo presenti una discontinuità, essa interromperà le linee di flusso magnetico, creando una fuga di flusso sulla superficie del pezzo.

Il rivelatore è applicato alla superficie da esaminare

Le particelle ferromagnetiche, ricoperte da un pigmento risultano attratte dalla fuga di flusso localizzata sino a formare un'indicazione in corrispondenza della discontinuità

Il metodo magnetoscopico offre la possibilità di rivelazione per difetti che affiorano alla superficie o che sono immediatamente sotto la superficie.

Controlli dimensionali: **Fotogrammetria e sistemi ottici / laser**





Cuscinetti, Boccole, parti soggette ad usura

Per questi componenti, oltre ad effettuare controlli sui giochi, sugli accoppiamenti, sullo stato d'usura superficiale, può essere possibile valutare lo stato di vita in base alla stima dei cicli già passati e quanto rimane.

Per queste valutazioni può essere utile avere la disponibilità del fascicolo tecnico originario da dove estrapolare tutti i dati di carico e di condizioni funzionali, oltre al registro delle manutenzioni effettuate in passato.

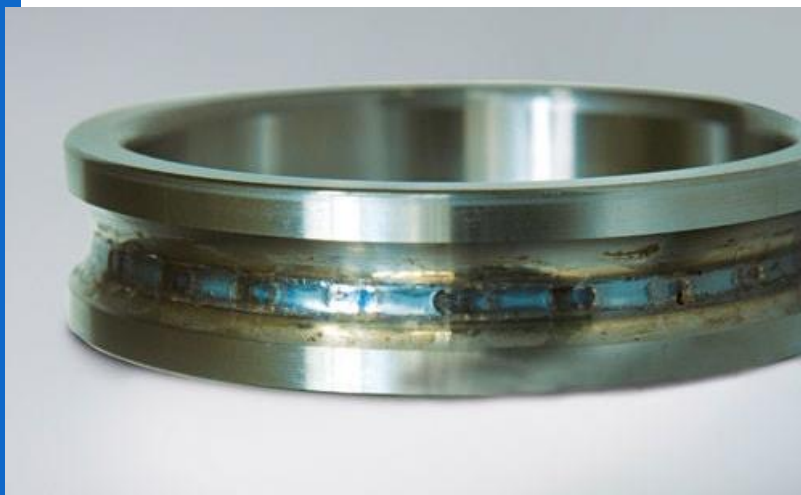
Caso per caso poi valutare gl'interventi o le sostituzioni delle parti interessate.



*Cuscinetto orientabile a rulli:
Grippaggio per lubrificazione insufficiente*



*Cuscinetto a sfere:
Grippaggio per precarico
eccessivo*





GRAZIE PER L'ATTENZIONE

Ing. Pietro Ladisa

pladisa61@gmail.com

<https://www.linkedin.com/in/ing-pietro-ladisa/>