Controllo CND Metodo Visivo “VT”

Move Forward with Confidence

INTRODUZIONE

METODI D'ESAME

I controlli non distruttivi si suddividono in due famiglie:

► **controlli non distruttivi superficiali**: danno la possibilità di esaminare i particolari solo a livello superficiale ed al massimo sottopelle. Con l'applicazione di tali metodi di esame si ha solo la possibilità di localizzare l'eventuale presenza dei difetti, identificando solo la loro forma ed estensione, quindi non si riesce a quantificare in modo preciso la profondità del difetto;

► **controlli non distruttivi volumetrici**: al contrario dei metodi superficiali con l'applicazione dei controlli volumetrici si ha la possibilità di verificare l'integrità nel materiale, purtroppo in alcuni casi specifici non si riescono ad individuare difettosità superficiali.

INTRODUZIONE

Dal momento che i metodi di esame volumetrici e superficiali hanno dei limiti, per aumentare l'affidabilità del controllo, è buona norma abbinare una tecnica di controllo volumetrico con una di controllo superficiale.

METODI SUPERFICIALI

I metodi di controllo non distruttivo superficiali sono:

- esame visivo
- esame con liquidi penetranti
- esami con particelle magnetiche (anche sub-superficiale)

METODI VOLUMETRICI

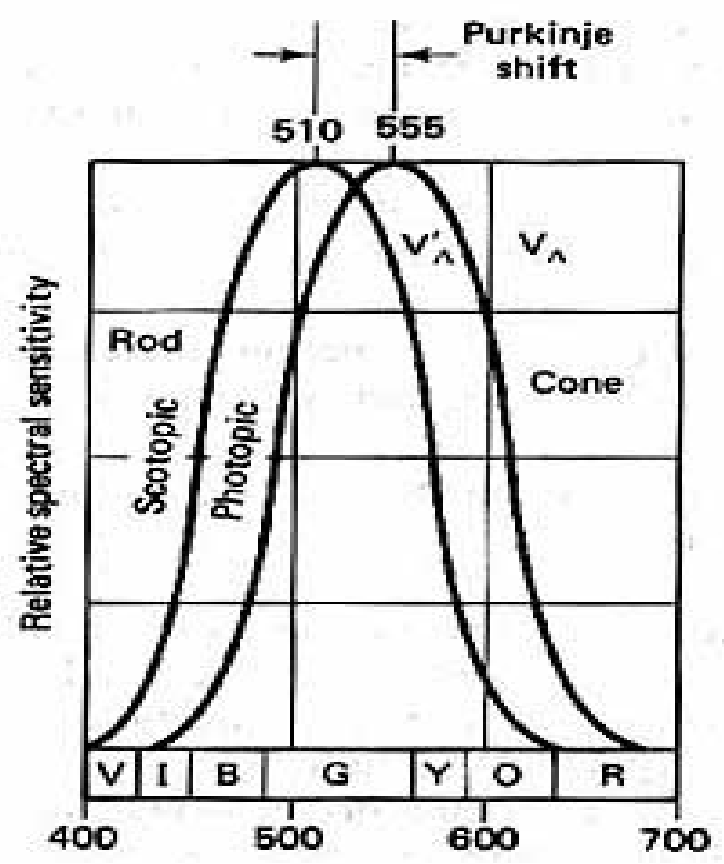
I metodi di controllo non distruttivo volumetrici sono:

- esame radiografico
- esame ad ultrasuoni

FISIOLOGIA DELLA VISIONE

In condizioni notturne di **illuminazione molto bassa** sono stimolati solo i bastoncelli dell'occhio (visione scotoscopica)

In condizioni diurne di **illuminazione elevata** sono stimolati solo i coni (visione fotoscopica).



ACQUISIZIONE INFORMAZIONE VISIVA

Le immagini osservate singolarmente dall'occhio destro e dal sinistro, secondo due differenti punti di vista, a livello cognitivo vengono recepite come un'unica immagine: visione stereoscopica

Il processo di acquisizione dell'informazione visiva avviene secondo due fasi:

- elaborazione dell'immagine intera, così come percepita a primo colpo d'occhio
- attenzione rivolta su uno specifico oggetto della scena osservata

FISIOLOGIA DELLA VISIONE

LEGGE DI WEBER

La legge di Weber definisce la sensibilità della percezione

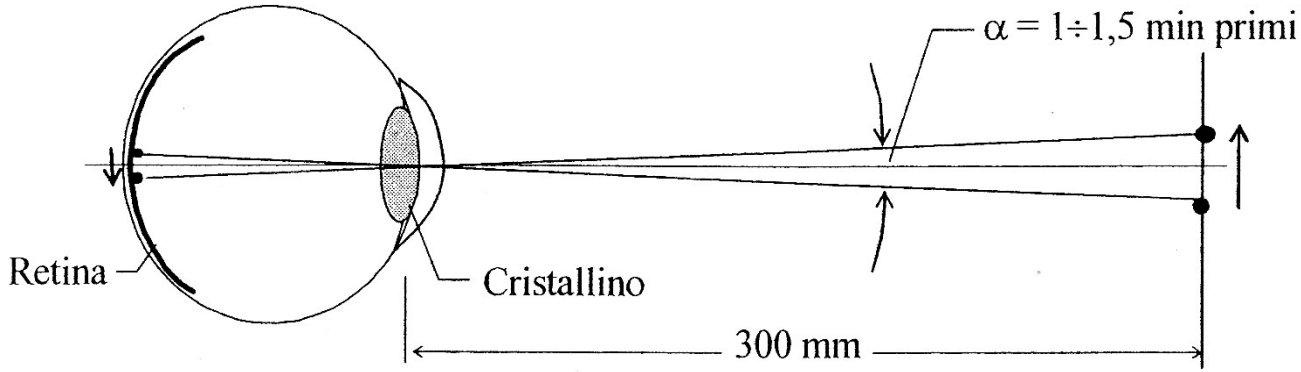
L'intensità di percezione della sensazione visiva dipende non dalla differenza fra due livelli di intensità luminosa, ma bensì dal loro rapporto

Di conseguenza, quando nel campo delle Prove non Distruttive si determina la sensibilità alla minima indicazione percepibile, il riferimento è fatto rispetto al rapporto tra l'intensità della luce emessa o diffusa da un'indicazione e quella emessa dall'area circostante

ACUITA' VISIVA

L'acuità visiva è definita come la capacità di percepire due punti distinti alla minima distanza (campo vicino) alla quale un occhio normale è ancora in grado di mettere a fuoco l'immagine

Tale distanza è pari a circa 300 mm.



FISIOLOGIA DELLA VISIONE

PERCEZIONE DEI COLORI

La percezione dei colori avviene per mezzo dei coni

I colori sono classificati in base alla loro tonalità, intensità e saturazione

Si hanno tre colori fondamentali: rosso, verde e blu con lunghezza d'onda rispettivamente di 650, 535 e 445 nm.

La non corretta percezione dei colori viene chiamata discromatopsia (o daltonismo)

La percezione dei colori è molto importante nell'applicazione delle Prove non Distruttive

CONTROLLO DELLA VISTA

Il controllo della vista viene effettuato mediante le seguenti prove, allo scopo di verificare l'acuità dell'operatore che effettua l'Esame Visivo

VISIONE DA VICINO

VISIONE DA LONTANO

PERCEZIONE DEI COLORI

FISIOLOGIA DELLA VISIONE

VISIONE DA VICINO

Il controllo deve essere eseguito da una distanza non inferiore a 305 mm

Si impiega una tabella che dovrà essere tenuta in verticale e centrata all'altezza del piano degli occhi

Ogni occhio deve essere verificato separatamente

Per il controllo dell'acuità visiva da vicino negli Stati Uniti viene impiegata la tabella Jaeger

La tabella Jaeger è un foglio di carta bianca opaca da 125 x 200 mm, con stampato un testo in lingua inglese, suddiviso in gruppi con caratteri in graduale incremento dimensionale

Ogni gruppo è articolato in cinque righe ed i caratteri sono neri

I caratteri più piccoli corrispondono alla riga 1 della tabella

NORMATIVA SULLA MISURA DELL'ACUITA'

ISO 9712

a) Acutezza visiva da vicino deve permettere come minimo la lettura JAGER numero 1 o Times New Romans 4.5 o caratteri equivalenti di altezza 1.6mm a una distanza non minore di 30mm con uno o entrambe gli occhi con o senza correzione;

b) Visione dei colori sufficiente a permettere di distinguere e differenziare il CONTRASTO CROMATICO o le sfumature di grigio utilizzati nel metodo PND in questione come specificato dal datore di lavoro

Successivamente alla certificazione, le prove di acutezza visiva da vicino devono essere eseguite con frequenza annuale e verificate dal datore di lavoro.

FISIOLOGIA DELLA VISIONE

VISIONE DA LONTANO

Le condizioni in cui svolgere il controllo della visione da lontano sono le stesse di quelle per il controllo della visione da vicino, ma con la tabella posta a 6 metri dal piano degli occhi

Ogni occhio deve essere controllato separatamente

Nel campo delle Prove non Distruttive è richiesta l'acuità visiva solo da vicino



TEST DI ACUITA' VISIVA

20/20 SNELLEN TEST

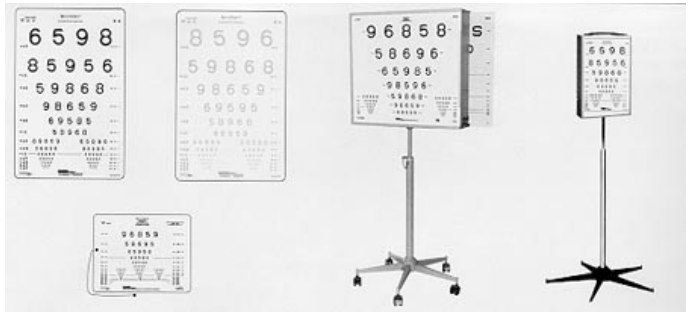
È il più comune metodo per misurare l'acuità visiva da lontano (6 m)

La riduzione a 406 mm consente l'acuità visiva da vicino

JAEGER J1 E J2

Serve per controllare la visione da vicino (305 mm)

Si dirà che si ha una visione normale (o acuità del 100%) quando si è in grado di leggere lettere aventi, rispetto all'occhio, un angolo di un minuto. Una lettera con un angolo di due minuti corrisponderà ad una acuità del 50% e così via.



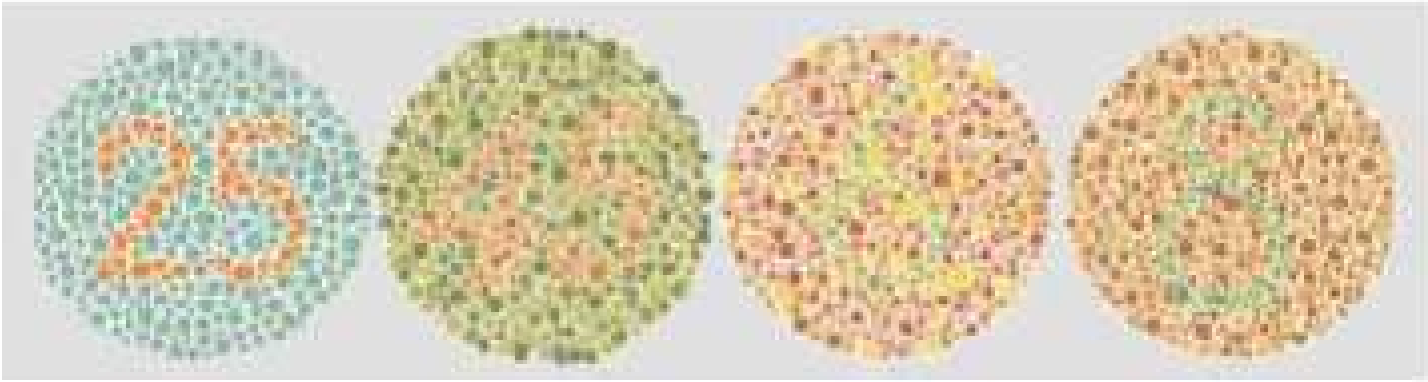
FISIOLOGIA DELLA VISIONE

TEST PERCEZIONE DEI COLORI

Il 10% della popolazione maschile risente di alcune forme di anomalie di entrambi gli occhi alla visione dei colori, per lo più ereditarie, che occorrono nell'ambito dei colori rosso e verde

La visione dei colori è verificata mediante apposite tabelle, cosiddette isocromatiche, per le quali la possibilità di distinguere certe figure dipende dal grado di discriminazione dei colori rosso e verde

Le serie di cartelle devono essere osservate in condizioni opportune di illuminamento, con sorgente di luce bilanciata sui vari colori

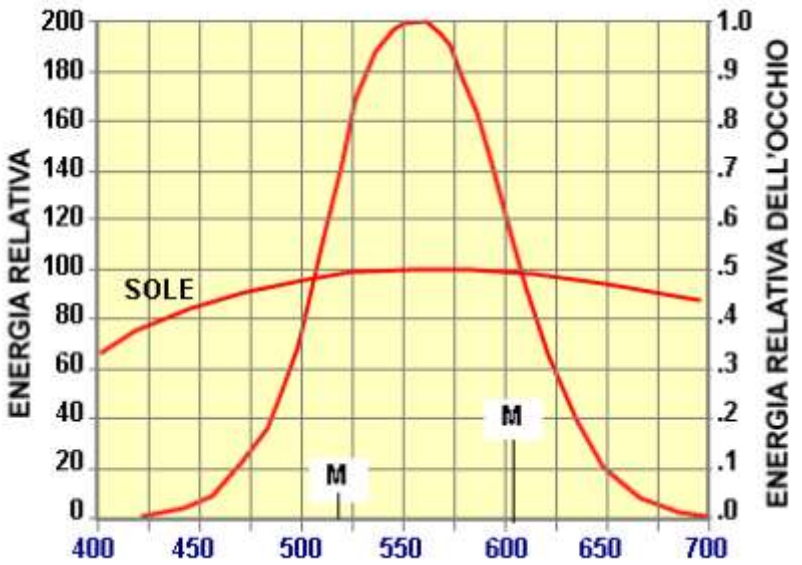


FISIOLOGIA DELLA VISIONE

SENSIBILITA' SPETTRALE DELL'OCCHIO

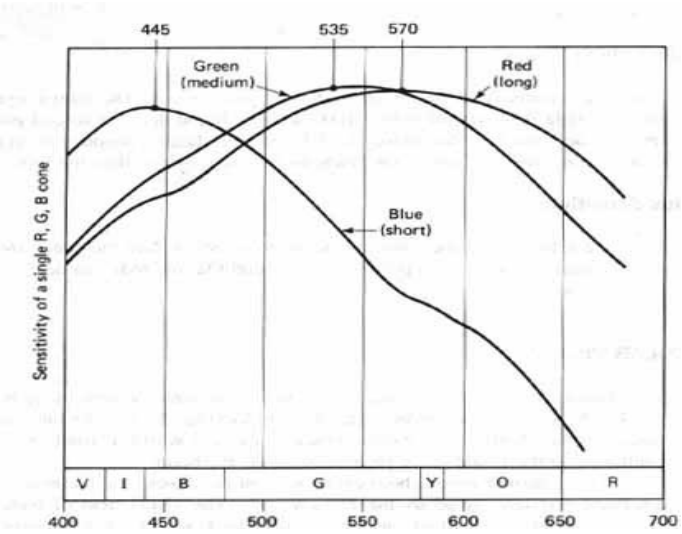
L'occhio non è in grado di percepire tutte le radiazioni esistenti, ma è in grado di coprire una piccola parte dello spettro, da 380 nm a 780 nm.

La sua sensibilità varia al variare della lunghezza d'onda (massimo 555 nm) ed è minima agli estremi del campo.



Un'onda monocromatica viene percepita come colore; così ad esempio una radiazione di lunghezza d'onda 577 nm viene percepita come giallo ed una di 673 nm come rosso.

Tre colori (blu, verde e rosso) sono sufficienti per ottenere tutta la gamma e le sfumature di colori percepibili dall'occhio



FONDAMENTI DI OTTICA E FOTOMETRIA

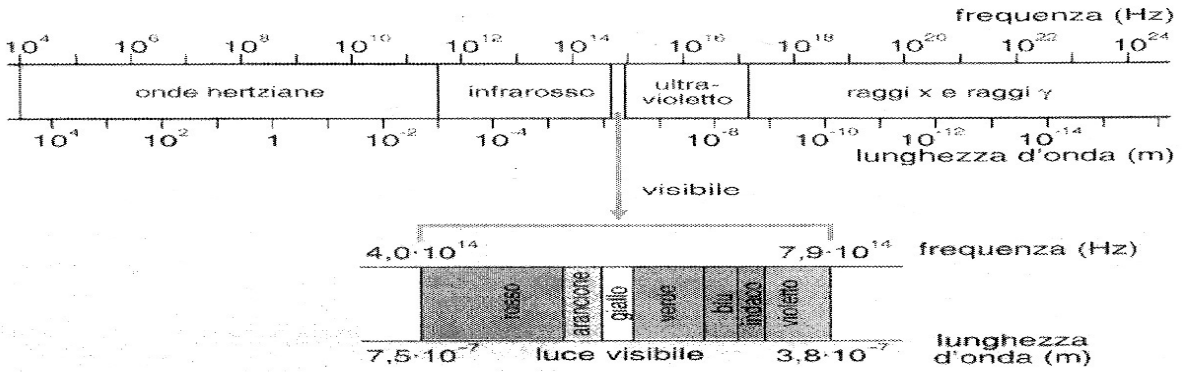
CARATTERISTICHE DELLA LUCE

La luce è solo una parte di un vasto insieme di radiazioni elettromagnetiche, denominato spettro elettromagnetico

Dalle onde radio (lunghezza d'onda di 1 m ed oltre) si passa ai raggi X, con lunghezze d'onda dell'ordine dei 10-12 m

Nello spettro, le radiazioni di tipo ottico si collocano tra le onde radio e le radiazioni ionizzanti X

La luce visibile è costituita da una radiazione elettromagnetica avente lunghezza d'onda **380 ÷ 760 nm**



La luce si propaga nel vuoto con una velocità pari a circa 300.000 Km/s

Per lunghezze d'onda basse (raggi X) si manifesta la natura corpuscolare delle radiazioni; per le alte, prevale invece la natura ondulatoria

Natura corpuscolare: intende la luce come costituita da un insieme di corpuscoli emessi da corpi luminosi

Natura ondulatoria: intende la luce come dovuta ad vibrazione meccanica

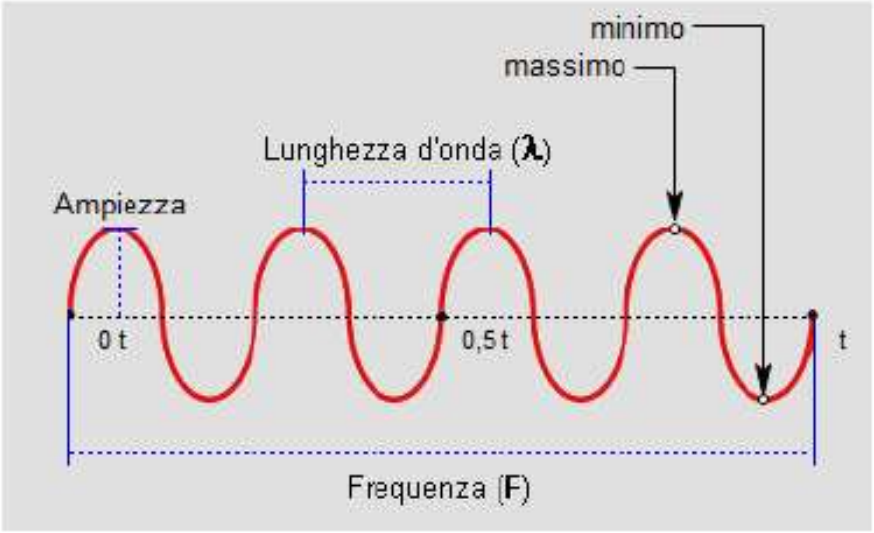
FONDAMENTI DI OTTICA E FOTOMETRIA

Grandezze caratteristiche della luce

Come per tutte le altre onde si possono definire le tre misure principali:

- lunghezza d'onda: la distanza tra due massimi successivi
- ampiezza: la distanza tra massimo (o minimo) ed il piano mediano che interseca l'onda
- frequenza: la quantitaà di oscillazioni che l'onda compie nell'unità di tempo

La frequenza si misura in Hertz (cicli al secondo) ed è inversamente proporzionale alla lunghezza d'onda



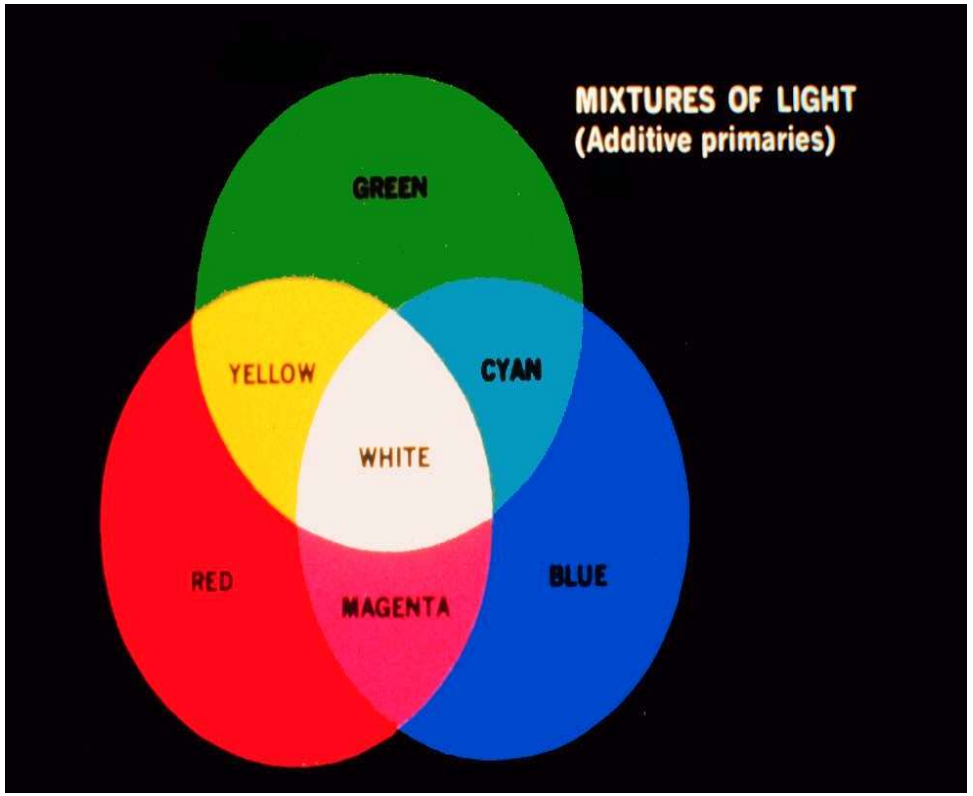
FONDAMENTI DI OTTICA E FOTOMETRIA

Il colore della luce è determinato dalla sua lunghezza d'onda

La luce bianca è data dalla presenza di tutte le lunghezze d'onda monocromatiche dello spettro del visibile.

Tutti i colori di una sorgente possono essere creati dall'opportuna miscelazione di **colori primari**

Il colore degli oggetti, ottenuto dalla riflessione della luce, viene invece creato miscelando i **colori complementari**



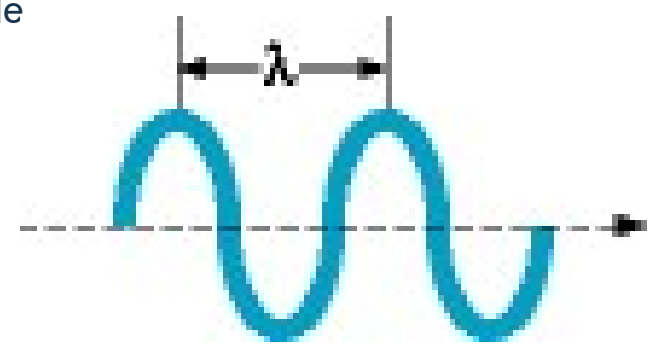
FONDAMENTI DI OTTICA E FOTOMETRIA

ONDE ELETTROMAGNETICHE

Di fatto, l'energia associata ad un'onda elettromagnetica dipende

direttamente dalla sua lunghezza d'onda:
$E = h * \nu$, dove
h è una costante (di Planck)
ν è appunto la frequenza (Hz)
E è l'energia (Joule)

Tra frequenza e lunghezza d'onda esiste la relazione
$\lambda = c / \nu$, essendo c la velocità della luce



RADIAZIONI MONO E POLICROMATICHE

Quando una radiazione è composta da una singola lunghezza d'onda è denominata monocromatica (di un solo colore)

Quando invece, come succede normalmente, è composta da un insieme di lunghezze d'onda, allora è denominata policromatica (di vari colori)

Tali definizioni non si usano solo per le radiazioni ottiche, quanto anche per altri tipi di onda (come nel caso dei raggi X, emessi da tubi radiogeni, e gamma, emessi da radioisotopi)

FONDAMENTI DI OTTICA E FOTOMETRIA

PROPRIETA' DELLA LUCE

Come ogni altro tipo di onda elettromagnetica, anche quelle luminose presentano alcune caratteristiche particolari:

- interferiscono le une con le altre
- possono essere polarizzate in una direzione
- possono deviare dalla direzione di trasmissione

Grazie a queste proprietà è possibile

- filtrarle per lunghezza d'onda
- amplificarle, come accade con nel laser

Di norma, si rappresenta in ottica la propagazione dei fronti luminosi in linea retta

FLUORESCENZA E FOSFORESCENZA

Un materiale è detto fluorescente o fosforescente quando, esposto a radiazioni opportune, produce un'emissione secondaria di onde elettromagnetiche con una lunghezza maggiore della primaria luce di eccitazione.

Quando l'emissione secondaria di onde elettromagnetiche avviene in un tempo brevissimo (frazione di secondi) si parla di Fluorescenza

Quando l'emissione secondaria di onde elettromagnetiche avviene in tempi più lunghi, lo stesso fenomeno prende il nome di Fosforescenza

FONDAMENTI DI OTTICA E FOTOMETRIA

LEGGI DELL'OTTICA: LA RIFLESSIONE

La riflessione è il fenomeno tipico delle superfici speculari

o finemente levigate

L'angolo formato rispetto alla normale dal fascio riflesso è

uguale a quello del fascio incidente

Persino il vetro riflette, in parte, il fascio incidente

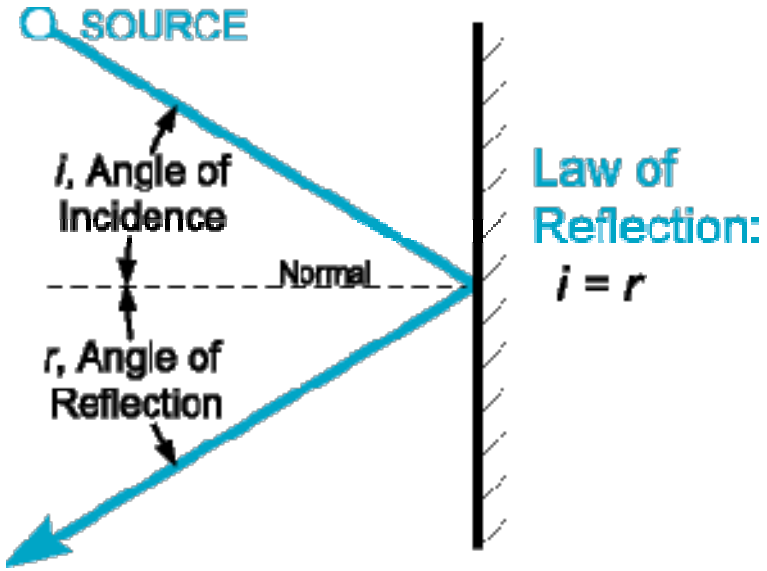
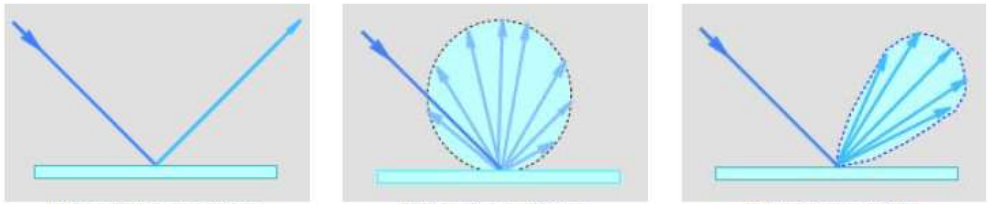


Fig. 3.1 Law of reflection.

FONDAMENTI DI OTTICA E FOTOMETRIA

DIFFUSIONE E RIFLESSIONE DIFFUSA

La diffusione è invece il fenomeno tipico di alcune sostanze, quali ad esempio le polveri



La riflessione diffusa può essere interpretata come una situazione intermedia, con una direzione prevalente, attorno alla quale si concentra la diffusione.

TRASMISSIONE

La trasmissione riguarda, invece, il passaggio del fascio

Attraverso corpi (parzialmente) opachi alla luce

L'assorbimento dipende da:

- il materiale
- lo spessore
- la lunghezza d'onda incidente

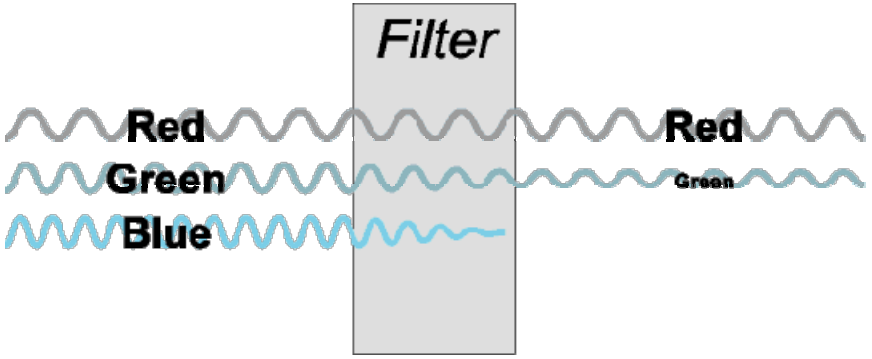


Fig. 3.3 Transmission through an optical filter.

FONDAMENTI DI OTTICA E FOTOMETRIA

RIFRAZIONE

E’ un fenomeno che riguarda il passaggio della luce all’interfaccia tra due materiali differenti:

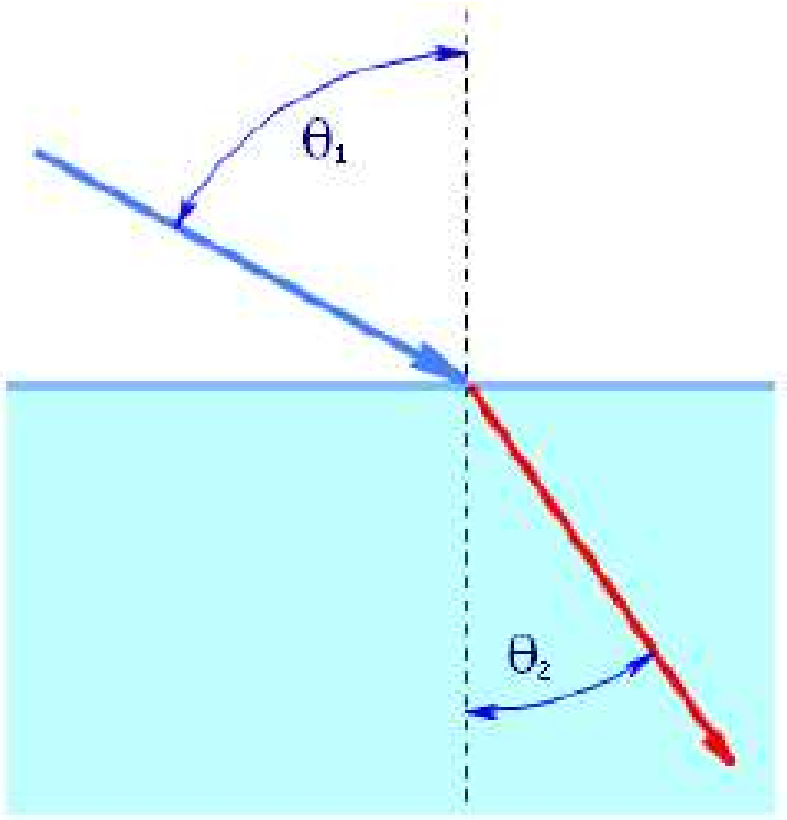
- il fascio cambia la propria direzione
- il fascio cambia la propria velocità

La rifrazione dipende

- dall’angolo $\theta 1$ del fascio incidente sulla superficie
- dall’indice di rifrazione **n** del materiale

La rifrazione è descritta dalla legge di Snell:

$$n1 \sin(\theta 1) = n2 \sin(\theta 2)$$



PROPAGAZIONE DELLA LUCE

Come noto, la propagazione della luce è descritta dalla legge *dell'inverso del quadrato delle distanze*

Secondo tale legge, l'intensità luminosa per unità di area varia in modo inversamente proporzionale al quadrato della distanza considerata

Ad esempio
se si misurano 16 W/cm^2 ad 1 m di distanza, si misureranno 4 W/cm^2 a 2 m

$$E_1 d_1^2 = E_2 d_2^2$$

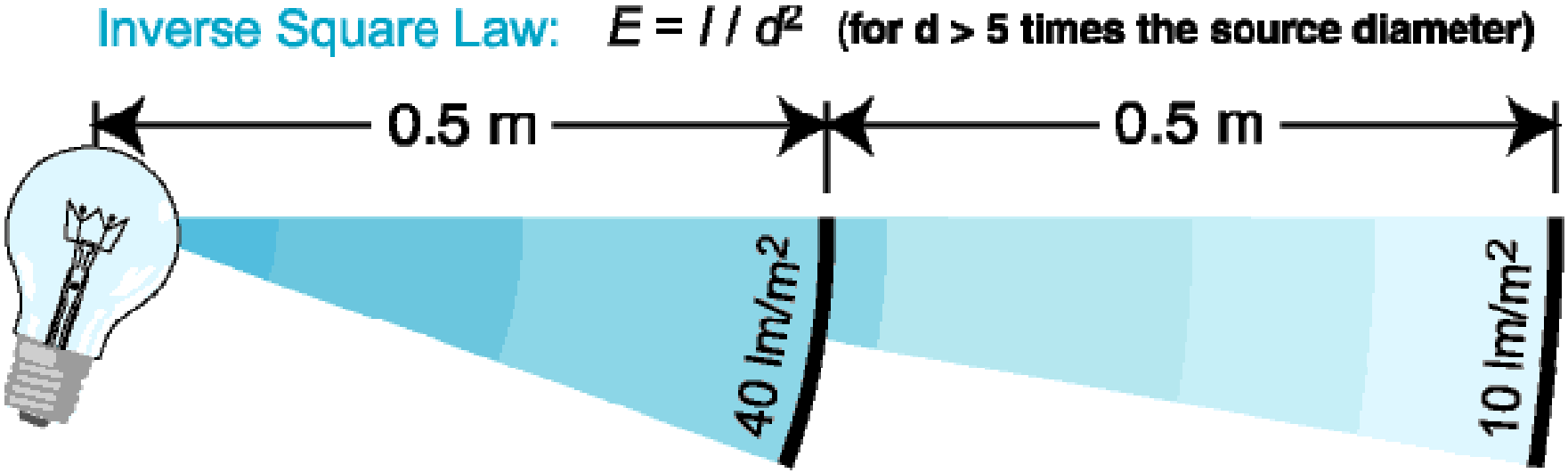


Fig. 6.1 Inverse square law.

ILLUMINAZIONE

Per avere una buona percezione dei piccoli dettagli occorre disporre di un buon illuminamento della superficie in esame.

Ciò è ottenuto mediante lampade, con le quali viene concentrato un flusso luminoso sufficientemente intenso sulla superficie.

Di norma si adotta la “luce bianca” ottenuta con le comuni lampade ad incandescenza oppure alogene.

Quando si devono ispezionare aree di difficile accesso, è necessario disporre di piccole sorgenti di luce facilmente direzionabili e poco ingombranti.

In ogni caso le sorgenti luminose non devono mai provocare abbagliamenti all’osservatore.

La direzione del fascio di luce deve essere opportunamente inclinata rispetto alla superficie in esame, in modo da risaltare le ombre delle eventuali asperità superficiali.

Se si controllano superfici lisce riflettenti, l’inclinazione del fascio luminoso deve essere tale da non produrre abbagliamento.

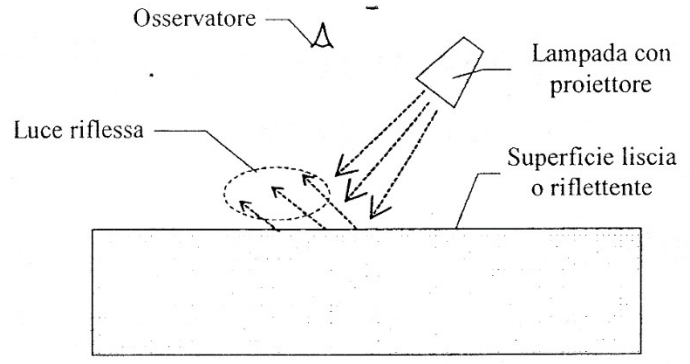


Fig.18 - Illuminazione di una superficie liscia o riflettente. Il fascio luminoso deve essere orientato in modo che la luce riflessa dalla superficie non giunga all'osservatore onde evitare l'abbagliamento.

ILLUMINAZIONE

Se si controlla una superficie rugosa ed opaca,
essa diffonde la luce uniformemente e
l'osservatore non risulta abbagliato.

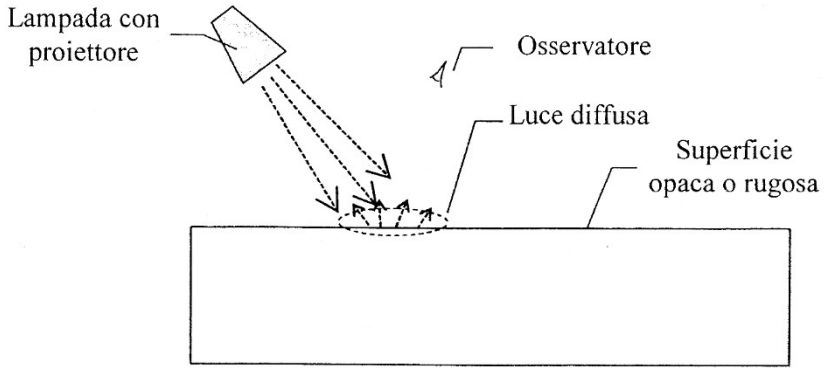


Fig.17 - Illuminazione di una superficie rugosa od opaca. La superficie diffonde uniformemente la luce e l'osservatore non è sensibilmente abbagliato.

L'intensità della luce richiesta dipende:

- dall'importanza della velocità o dall'accuratezza
- dalle riflessioni del fondo
- dalle variabili fisiologiche dell'ispettore

Processi psicologici, stato psicologico, esperienza, salute ed affaticamento contribuiscono all'accuratezza dell'esame

È raccomandato un rapporto di 1:3 fra l'oggetto in esame e l'illuminazione circostante

La luminosità è un fattore importante che condiziona l'esame visivo

La luminosità di una superficie in esame dipende dalla sua riflettività e dall'intensità della luce incidente

Eccessiva o insufficiente luminosità interferisce con la capacità di vedere chiaramente e può impedire critiche rivelazioni e giudizi

Per questa ragione si deve avere la possibilità di controllare l'intensità della luce.

ILLUMINAZIONE

LIVELLO DI ILLUMINAMENTO

Per ispezioni generiche su aree estese, se non è richiesta una grande sensibilità, le normative indicano un illuminamento non minore di 160 lux

Quando si ha la necessità di percepire fini dettagli, l'illuminamento non deve essere inferiore a 500 lux

Per ispezioni e controlli critici deve essere compreso tra 1.000 e 3.200 lux (esistono comunque norme di riferimento)

I livelli di illuminamento si misurano con il Luxmetro, direttamente tarato in lux

Sistema Internazionale lux (lx)

ANGOLO DI ISPEZIONE

L'inclinazione della direzione di osservazione o di ispezione deve trovarsi entro l'intervallo angolare di ± 60° rispetto alla normale della superficie da ispezionare.

Un'inclinazione esagerata tenderebbe ad alterare la percezione delle dimensioni delle discontinuità

Quando si osservano superfici lucide riflettenti, l'angolo di ispezione deve essere opportunamente inclinato, ma non oltre i 45° , in modo da evitare l'abbagliamento.

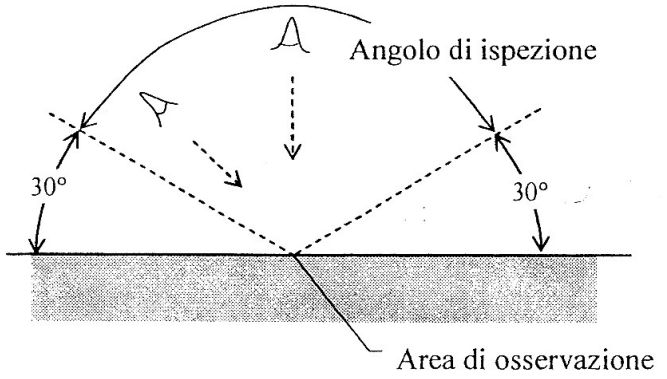


Fig.16 - Angolo utile di ispezione.

ILLUMINAZIONE

PULIZIA DELLA SUPERFICIE

La capacità visiva di percepire immagini dipende dall'intensità della luce che arriva all'occhio, la quale può essere influenzata dalla pulizia della superficie in esame

È impossibile individuare indicazioni nascoste da strati opachi di sporcizia, la quale può dare luogo anche a false indicazioni

Una tipica pulizia è ottenibile con metodi meccanici, chimici o entrambi

RUGOSITA' E RIFLETTIVITA'

La visione dipende dalla luce riflessa dall'oggetto in esame, percepita dall'occhio

Riflettività e rugosità sono collegate: l'illuminamento deve esaltare l'area bersaglio, ma il bagliore della medesima non deve celare la superficie in esame

Una superficie altamente riflettiva o molto rugosa può richiedere speciali illuminazioni, con l'uso di eventuali schermature, per evitare l'abbagliamento o l'interferenza nella visione dell'ispettore

La riflettività può essere contenuta diminuendo la luce della sorgente,

aumentando l'angolo oppure incrementando la luce di fondo dell'area

circostante la sorgente abbagliante

FOTOMETRIA

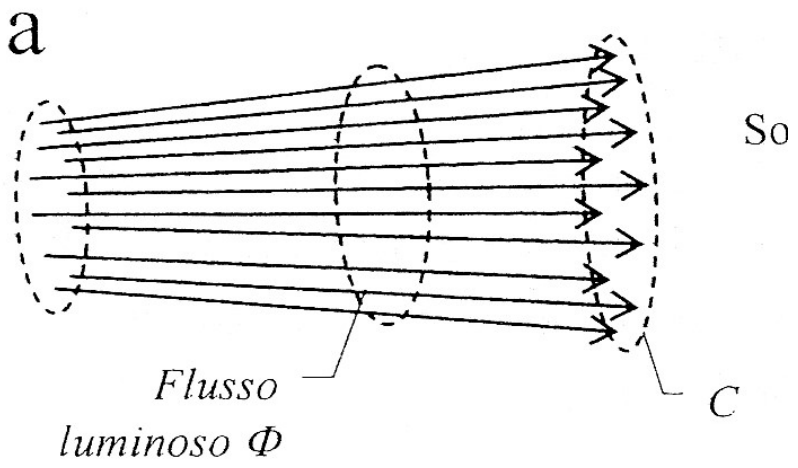
GRANDEZZE LUMINOSE

FLUSSO LUMINOSO

Da una sorgente di luce viene emesso un flusso luminoso composto da raggi luminosi che si propagano in linea retta.

Il flusso luminoso si esprime in lumen (lm)

Il flusso luminoso rappresenta la potenza del fascio nel visibile



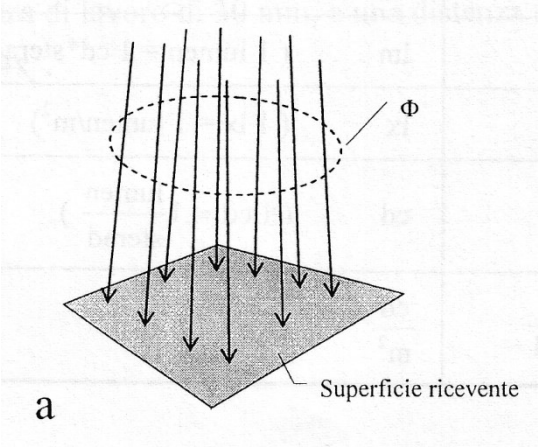
FOTOMETRIA

ILLUMINAMENTO

Sulla superficie illuminata (che può essere il piano di lavoro o la superficie dell'oggetto in esame) si definisce l'illuminamento come il flusso luminoso incidente per unità di area.

L'illuminamento può essere ottenuto con un fascio di luce secondo una direzione normale oppure obliqua rispetto al piano di lavoro.

L'unità di misura dell'illuminamento è il lux (lx)



RADIANT FLUX:

1 W (watt)
= 683.0 lm at 555 nm
= 1700.0 scotopic lm at 507 nm
1 J (joule)
= 1 W*s (watt * second)
= 10^7 erg
= 0.2388 gram * calories

LUMINOUS FLUX:

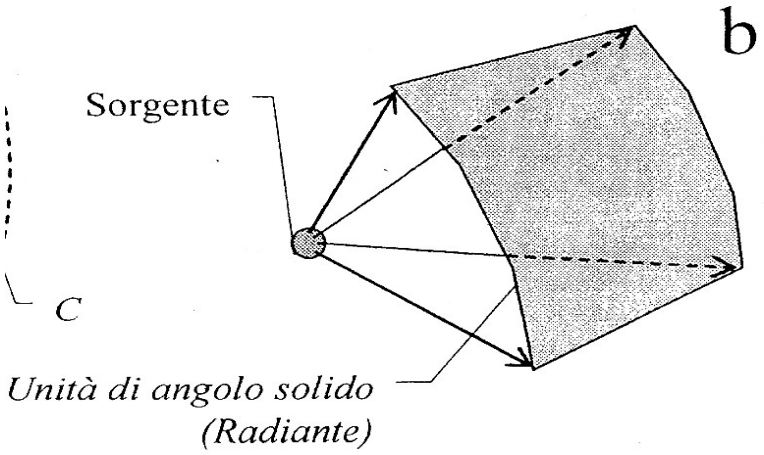
1 lm (lumen)
= 1.464×10^{-3} W at 555 nm
= $1/(4\pi)$ candela (only if isotropic)
1 lm*s (lumen * seconds)
= 1 talbot (T)
= 1.464×10^{-3} joules at 555 nm

FOTOMETRIA

INTENSITÀ LUMINOSA

L'intensità luminosa di una sorgente rappresenta il flusso luminoso emesso per unità di angolo solido (espresso in radianti).

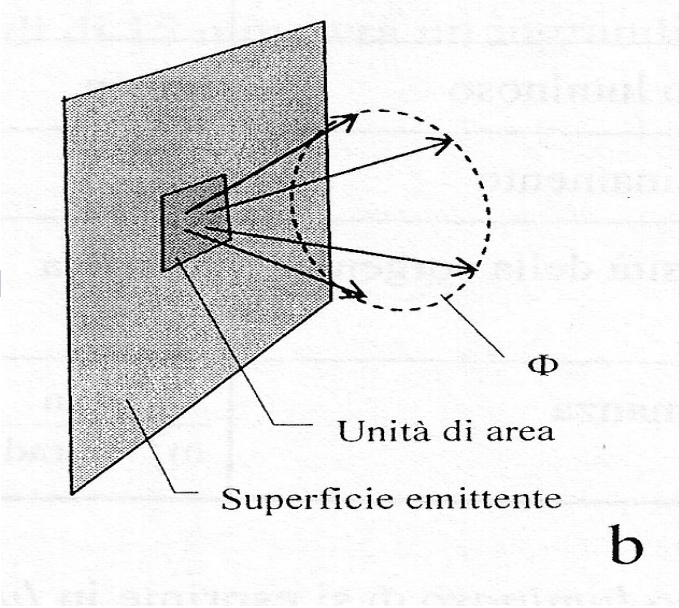
L'intensità luminosa si misura in candele (cd).



LUMINANZA (O BRILLANZA)

La luminanza è definita come il flusso per unità di angolo solid emesso dall'unità di area di una superficie emittente.

La luminanza si esprime in candele/metro2 (cd/m2)



FOTOMETRIA

Tab.3 - Unità di misura fotometriche.

Grandezza fotometrica	Unità di misura	Simbolo	
flusso luminoso	lumen	lm	(1 lumen = 1 cd*sterad)
illuminamento	lux	lx	(1 lx = 1 lumen/m^2)
intensità della sorgente	candela	cd	(1.cd.=.1 $\frac{\text{lumen}}{\text{sterad}}$)
luminanza	$\frac{\text{lumen}}{m^2 . \text{sterad}}$	$\frac{cd}{m^2}$	

IL FLUSSO RADIANTE è la misura della potenza trasmessa dal fascio luminoso

Come già accennato, il flusso radiante è espresso in W

1 W corrisponde ad un flusso luminoso di 683.0 lumen (a 555 nm)

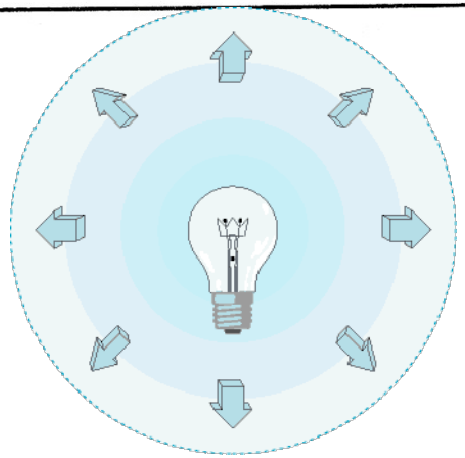


Fig. 7.3 total flux output.

FOTOMETRIA

LA RADIANZA è la misura della densità di flusso per unità di angolo solido (sr), espressa in $W/cm^2/sr$

La radianza, riferita all'angolo solido, è indipendente dalla distanza dalla sorgente e non segue l'inverso dei quadrati delle distanze

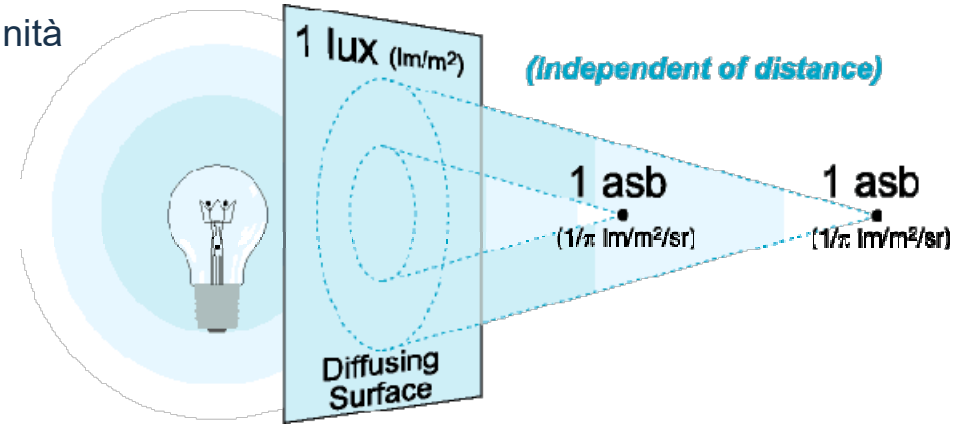


Fig. 7.6 Radiance

L'IRRAGGIAMENTO è invece la misura del flusso radiante per unità di area, ed è espresso in W/cm^2 (o W/m^2)

Analogamente, L'ILLUMINAMENTO è il flusso luminoso per unità di area, ed è espresso in Lux (lumen / m^2)

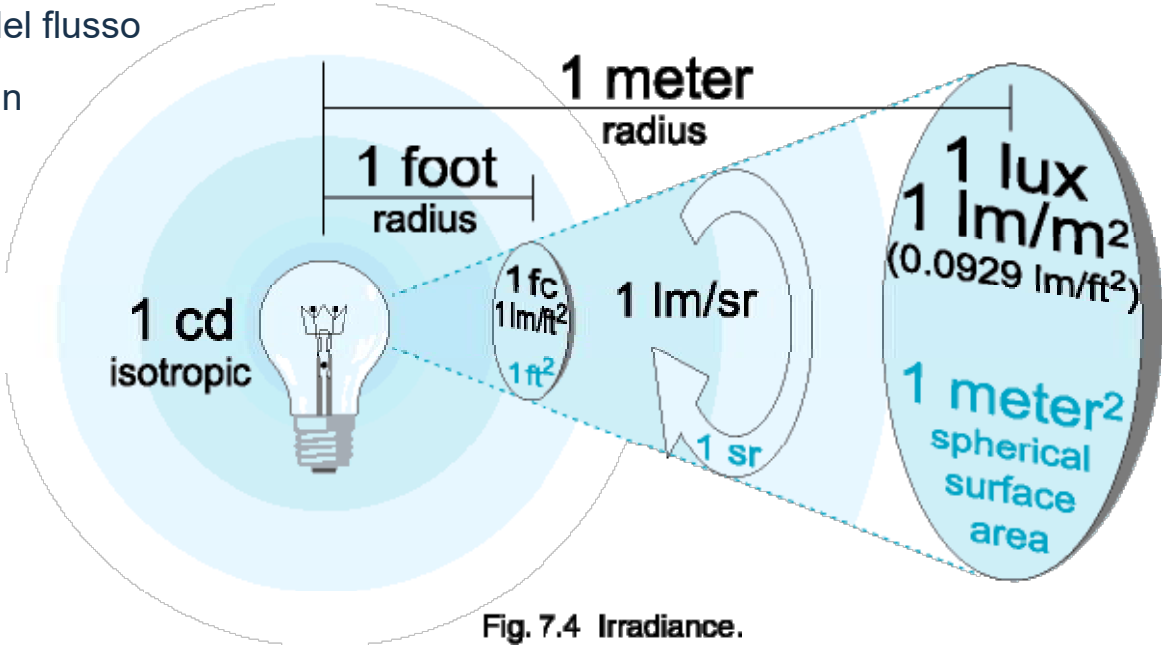


Fig. 7.4 Irradiance.

ELEMENTI DI BASE DEL METODO VT

L’esame visivo comprende cinque elementi di base:

- L’operatore
- L’oggetto in esame
- L’illuminazione
- Gli strumenti e le apparecchiature
- Un sistema di registrazione

Ognuno di questi elementi interagisce con gli altri ed incide sui risultati dell’esame

L’OPERATORE

L’OPERATORE che effettua l’esame visivo, affinché possa svolgere al meglio la sua funzione, dovrà presentare i seguenti requisiti:

- Acuità visiva
- Conoscenza dei documenti applicabili
- Competenza nelle tecniche

ELEMENTI DI BASE DEL METODO VT

OGGETTO IN ESAME

L'esame visivo è applicato per il controllo di:

- Materiali
- Saldature
- Lavorazioni meccaniche
- Lavorazioni metallurgiche
- Componenti in esercizio

La fabbricazione e la lavorazione del materiale ed anche l'esercizio possono generare difettologie intrinseche.

ILLUMINAZIONE

L'illuminazione durante il controllo è un fattore molto importante, che riguarda:

- Livello di illuminamento
- L'angolo di ispezione
- I tipi di lampade utilizzate

L'ispettore che effettua l'Esame Visivo deve conoscere inoltre i fondamenti dell'ottica e della fotometria.

ELEMENTI DI BASE DEL METODO VT

STRUMENTI E APPARECCHIATURE

L'esame visivo viene effettuato impiegando degli strumenti ed apparecchiature che si differenziano a seconda che l'esame sia diretto oppure indiretto

Esame Visivo DIRETTO

- Occhio nudo
- Lenti
- Specchi

Esame Visivo INDIRETTO

- Boroscopi
- Endoscopi a fibre ottiche, endoscopi rigidi, video endoscopi

L'esame visivo atto a definire le dimensioni di un particolare, sarà effettuato mediante l'impiego di:

- righelli, calibri a nonio, calibri di saldatura, micrometri, sistemi laser

SISTEMI DI REGISTRAZIONE

Per registrare e documentare l'esame effettuato su un particolare, è possibile utilizzare uno dei seguenti sistemi:

- Apparecchi fotografici
- Videoregistratori
- Processi di immagini

ELEMENTI DI BASE DEL METODO VT

Principi generali norma UNI EN 13018

Identifica e definisce con termini e definizioni la particolare tecnica utilizzata durante la prova, in base a:

Modalità d'esame: **ESAME VT DIRETTO ed ESAME VT REMOTO**

Estensione dell'area di prova e distanza di osservazione: **LOCALE, GENERALE**

Strumenti di supporto: **ASSISTITO e NON ASSISTITO**

ESAME DIRETTO: viene definita tale la prova eseguita con cammino ottico, dall'occhio dell'osservatore alla superficie di prova, ininterrotto cioè priva di ostacoli interposti.

ESAME REMOTO: viene definita tale la prova eseguita con percorso ottico interrotto dall'occhio dell'osservatore all'area di prova.

ESAME LOCALE: è possibile disporre l'occhio ad una distanza minore o uguale di 600mm dalla superficie da sottoporre a prova.

ESAME GENERALE: quando eseguito una distanza maggiore di 600mm

ESAME ASSISTITO e NON ASSISTITO: il primo si distingue dal secondo per la presenza di mezzi visivi ausiliari; sono considerati mezzi visivi ausiliari le attrezzature come: lenti di ingrandimento, endoscopi

ELEMENTI DI BASE DEL METODO VT

Principi generali norma UNI EN 13018

ESAME DIRETTO: l'esame visivo diretto è eseguito specificatamente per esami visivi generali, in questo caso il prodotto

sottoposto a prova deve essere illuminato in modo da ottenere un minimo di **160 lx.**

L'esame visivo diretto viene anche eseguito localmente quando le superfici da esaminare sono accessibili, in modo da

consentire la disposizione dell'occhio dell'osservatore entro i 600mm dalle stesse e con angolo di visione **non minore di 30° .**

In questo caso, cioè durante l'esecuzione dell'esame visivo diretto locale è necessario illuminare **almeno a 500lx.**

Quando l'osservazione avviene anche con l'ausilio di lenti di ingrandimenti o endoscopi e fibre ottiche l'esame diretto diviene assistito.

ESAME REMOTO: quando il percorso visivo è interrotto da ostacoli l'esame visivo diretto non può essere eseguito, in questo

caso sono indispensabili mezzi visivi ausiliari (endoscopi e fibre ottiche) anche abbinati a macchine fotografiche o sistemi video.

Quindi in questo caso l'uso dei mezzi ausiliari non è limitato a migliorare le condizione di osservazione ma consente anche

la fattibilità dell'ispezione; ne consegue che l'esame visivo remoto può essere solo assistito.

ELEMENTI DI BASE DEL METODO VT

RIASSUMENDO:

L'ESAME VISIVO GENERALE può essere solo diretto

L'ESAME VISIVO LOCALE può essere eseguito in remoto o direttamente a seconda delle condizioni di accessibilità .

L'ESAME VISIVO DIRETTO può essere eseguito in modo assistito o no a seconda che sia richiesto o meno l'uso di mezzi visivi ausiliari.

L'ESAME VISIVO REMOTO può essere solo assistito

ESAME VISIVO DIRETTO

DISPOSITIVI DI MISURA

I disegni e le specifiche forniscono le dimensioni e le tolleranze ammissibili.

Il tipo di dispositivo di misura da utilizzare è in gran parte dettato dalle tolleranze di progettazione e dall'accessibilità delle dimensioni da misurare.

Ci sono numerosi tipi di dispositivi di misura con vari gradi di precisione disponibili.

Per precisione si intende il grado di conformità di una misura, al valore effettivo reale.

Tra i vari strumenti di misura impiegati per l'esame visivo troviamo:

- righelli e righe in acciaio
- calibri al nonio
- calibri a quadrante
- micrometri
- comparatori a quadrante
- contafiletti e contapassi
- spessimetro
- livelle

ESAME VISIVO DIRETTO

RIGHELLI E RIGHE IN ACCIAIO

I righelli in acciaio sono graduati in Unità Metriche o Anglosassoni e molti sono forniti di entrambi i sistemi

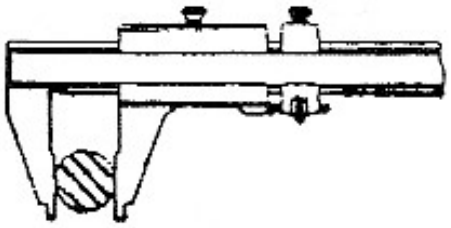
I righelli e le righe in acciaio sono facilmente disponibili in un'ampia scelta di dimensioni e di graduazioni per adeguarsi alle necessità.

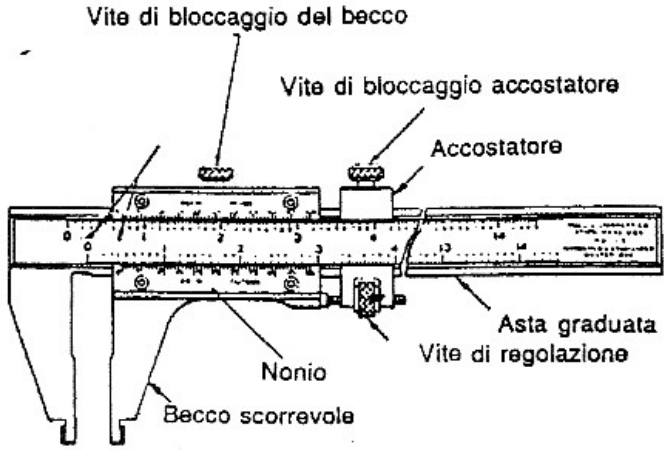


CALIBRI A NONIO

I calibri a nonio sono strumenti di misura di alta precisione capaci di misurare i decimi e i centesimi di millimetro.

I calibri a nonio sono simili ai normali calibri a corsoio ma sono molto più precisi.


Misurazione di un pezzo cilindrico

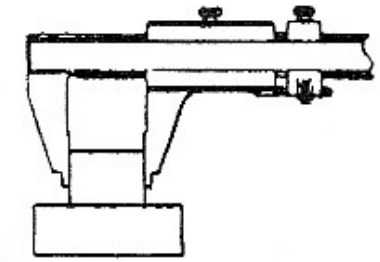


ESAME VISIVO DIRETTO

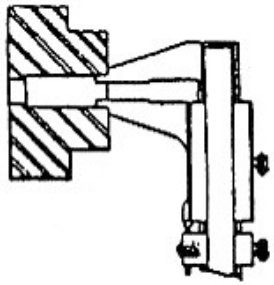
Sono formati da un’asta a forma di L con un becco fisso costituente il braccio corto dell’asta stessa.

Le graduazioni sono accuratamente incise sul braccio lungo dell’asta: queste graduazioni costituiscono la scala principale.

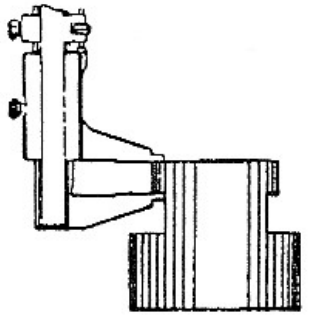
La lunghezza della scala principale determina la dimensione del calibro.



Misurazione di esterni



Misurazione di interni



Misurazione di una battuta su un pezzo tornito

CALIBRI A QUADRANTE

la barra è graduata in millimetri

al posto del porta nonio, viene usato un indicatore

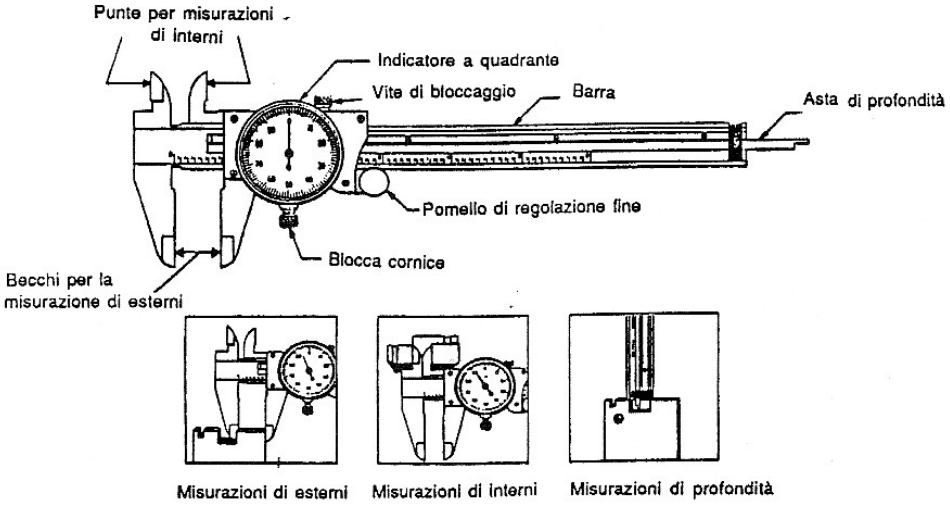
a quadrante per ottenere misurazioni di precisione

il calibro a quadrante ha un’asta scorrevole per misure

di profondità

Il quadrante è suddiviso in cento divisioni, per cui ogni divis

rappresenta un centesimo di millimetro.

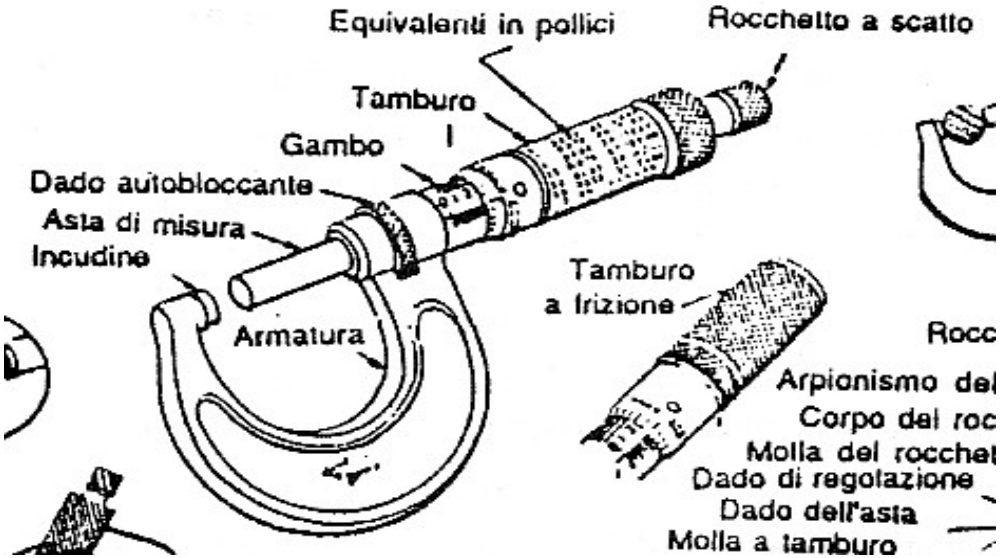


ESAME VISIVO DIRETTO

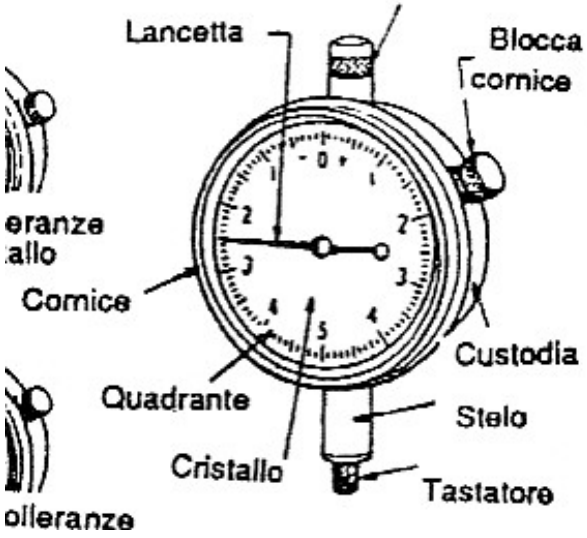
MICROMETRI

I micrometri viene impiegato per effettuare misure affidabili con precisione fino a 0,001 mm.

La precisione intrinseca dello strumento varia normalmente da 4 a 10 microns, secondo la dimensione.



COMPARATORE A QUADRANTE



ESAME VISIVO DIRETTO

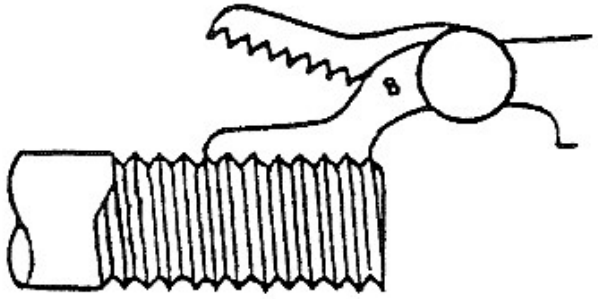
CONTAFILETTI E CONTAPASSI

I contafiletti e i contapassi sono utilizzati per determinare il passo delle filettature e l'angolo dei filetti nelle viti, bulloni, parti filettate di macchina; anche se le migliori misurazioni sulle filettature sono normalmente eseguite con calibri speciali o comparatori.

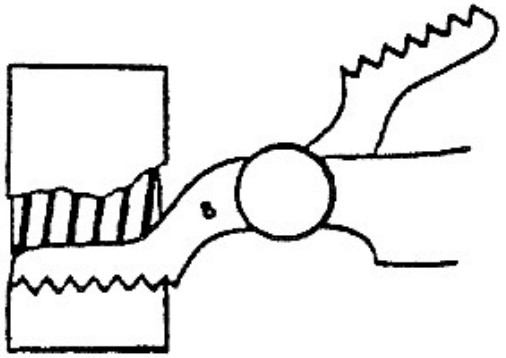
Tuttavia si presentano innumerevoli situazioni in cui tali strumenti non sono disponibili oppure serve solamente determinare il passo; in quest'ultimo caso può essere sufficiente un righello ordinario.

Il tipo di filettatura può anche essere determinato con un contafiletti, composto da lamine sottili, le cui estremità sono dentate con un profilo corrispondente alle filettature.

Su ciascuna lamina è marcato il passo della filettatura.



Controllo filettatura esterna a un principio



Controllo filettatura interna

Figura 15

ESAME VISIVO DIRETTO

SPESSIMETRO

Lo spessimetro viene usato per misurare il gioco esistente tra due parti.

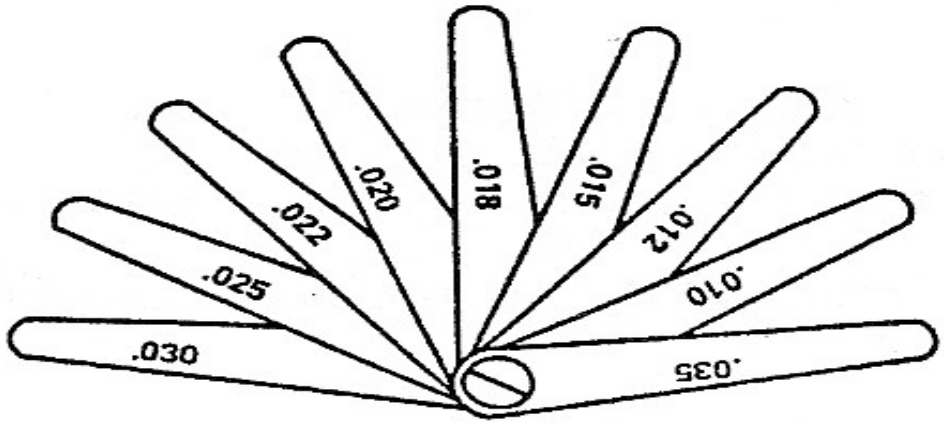
Gli spessimetri sono disponibili in molti tipi, sia in singole unità che riuniti in serie di lamine che variano in spessore da 0,01 mm a 3 mm.

Essi sono usati principalmente per misurazioni in strette scanalature, per controllare i giochi di cuscinetti e di ingranaggi, per determinare giochi tra le flangie di tubi, ecc.

Ogni spessimetro è stampigliato con un numero

che indica il suo spessore in termini di centesimi

di millimetro



LIVELLE

Sono strumenti progettati per verificare se un piano realmente orizzontale o verticale.

La livella è uno strumento semplice consistente in un liquido (alcool o cloroformio) che riempie parzialmente una fiala o un tubo di vetro lasciando una bolla d'aria.

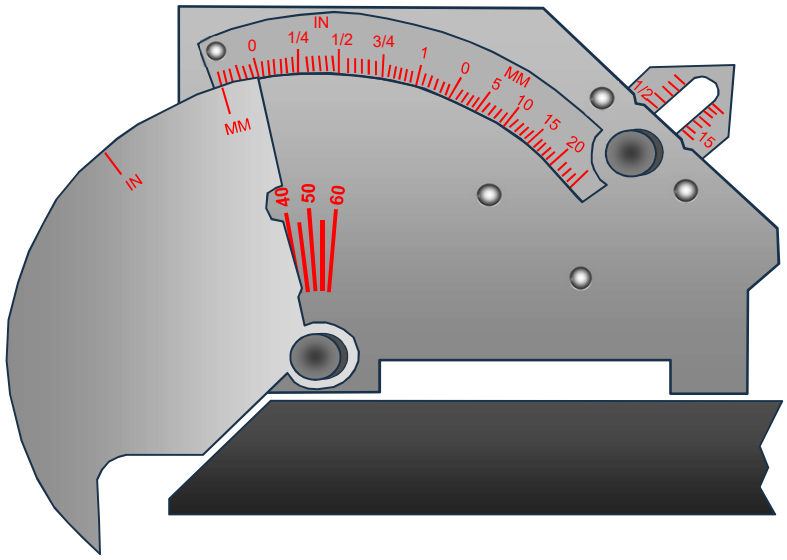
Il tubo è montato in un'intelaiatura che può essere di alluminio, legno o acciaio.

ESAME VISIVO DIRETTO

CALIBRO TIPO CAMBRIDGE

Mediante questo calibro è possibile effettuare le seguenti misurazioni:

- angolo di preparazione
- eccesso di materiale d'apporto
- profondità dell'incisione
- profondità di vaiolatura
- dimensione di profondità di gola del giunto
- dimensione del lato del giunto di saldatura
- Disallineamento



Angolo di preparazione

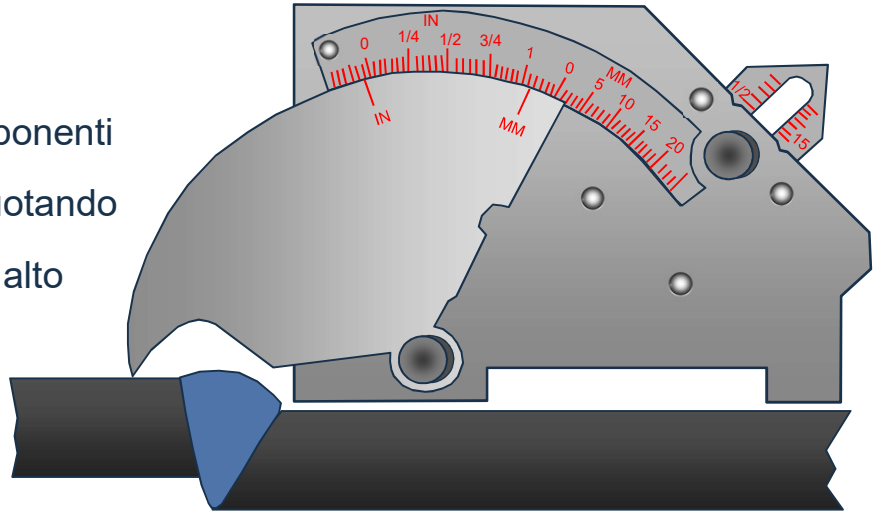
La scala legge da 0° a 60° in divisioni di 5° .

L'angolo è rilevato contro l'estremità cianfrinata del segmento

ESAME VISIVO DIRETTO

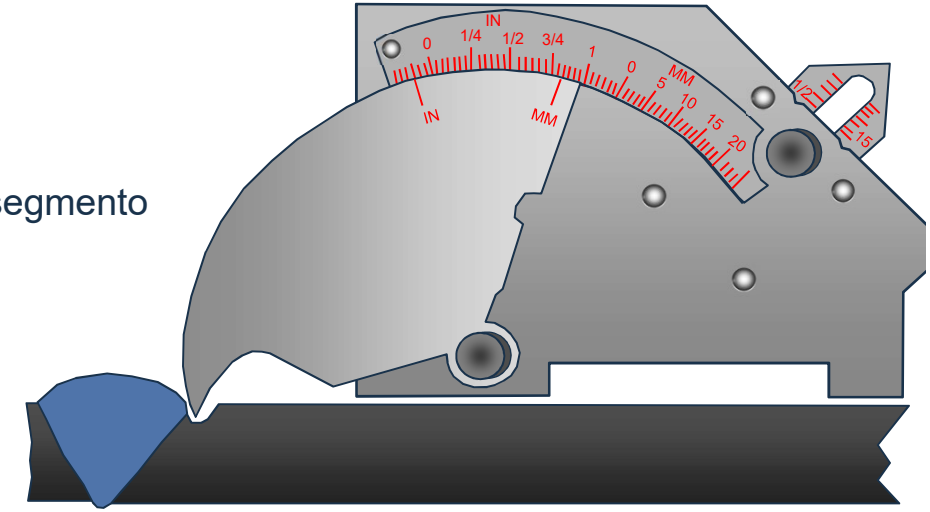
Slivellamento

La scala è usata per misurare lo slivellamento dei componenti ponendo l'estremità del calibro su quella più bassa e ruotando il segmento finchè la punta non appoggia sul piano più alto



Incisione

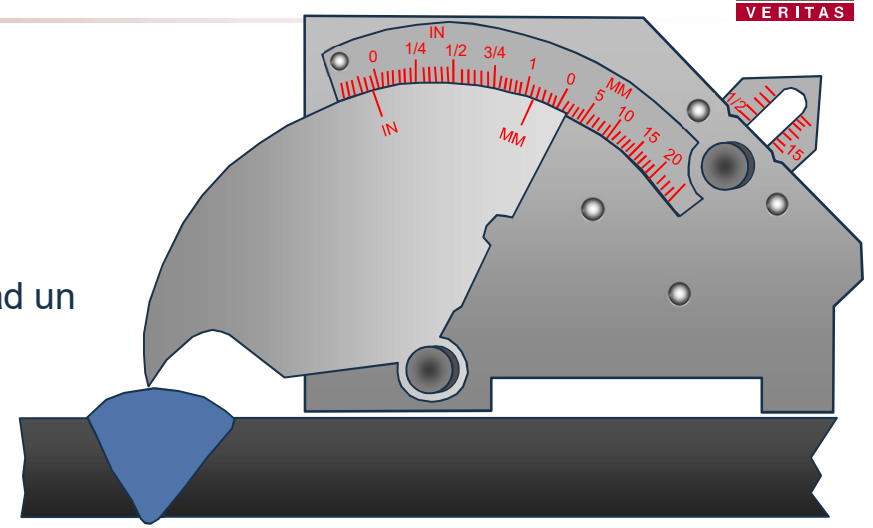
La scala legge da 0 in negativo fino a 5 mm. Si ruota il segmento finchè lapunta prende tutta la profondità dell'incisione.



ESAME VISIVO DIRETTO

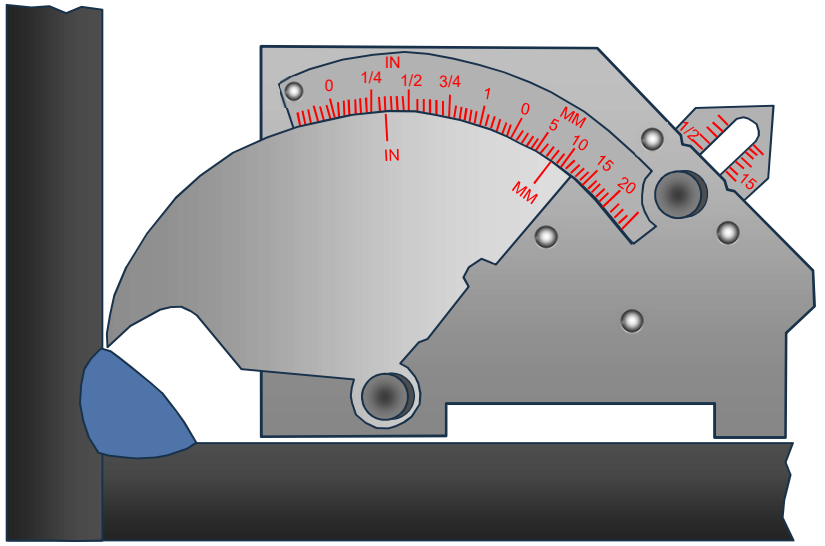
Eccesso di metallo di saldatura

La scala è impiegata per leggere questa dimensione fino ad un massimo di 25 mm e 1 pollice



Lato di saldature d'angolo

La scala è usata per leggere queste dimensioni fino ad massimo di 25 mm e 1 pollice

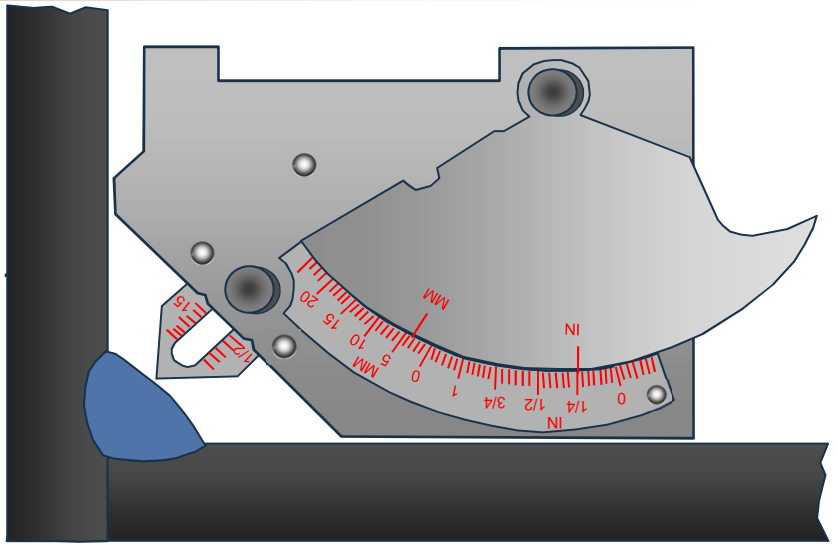


ESAME VISIVO DIRETTO

Gola di saldature d'angolo

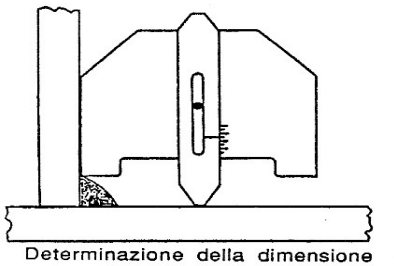
Il meccanismo scorrevole legge fino a 20 mm e 3/4 di pollice.

Nella misura dello spessore di gola si presume che la saldatura abbia una penetrazione normale alla radice



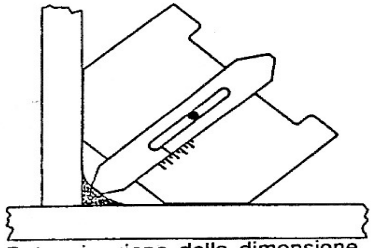
CALIBRO PER SALDATURA

Questo calibro può essere usato per misurare la dimensione di giunti d'angolo, la dimensione di gola effettiva di giunti d'angolo concavi e convessi, il rinforzo di giunti di testa e l'apertura fra i lembi.



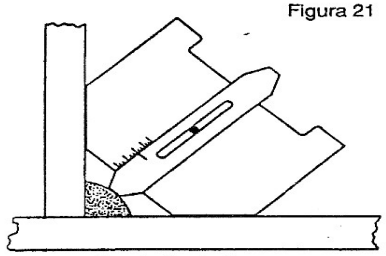
Determinazione della dimensione di una saldatura d'angolo convessa

Figura 21



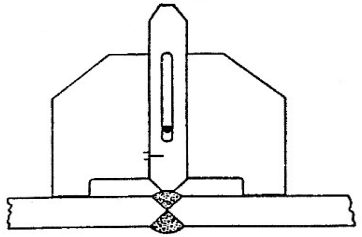
Determinazione della dimensione di una saldatura d'angolo concava

Figura 22



Controllo della tolleranza ammissibile di convessità

Figura 23



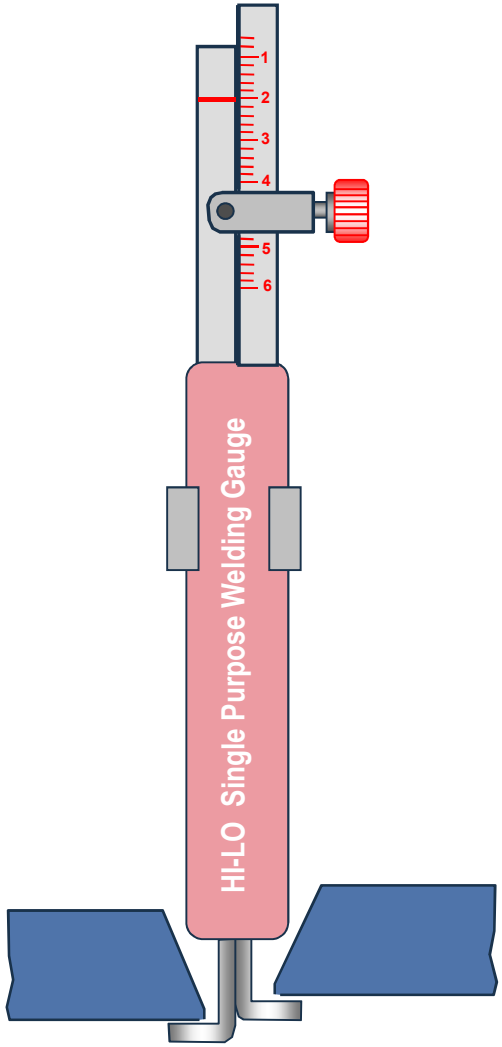
Controllo della tolleranza ammissibile di rinforzo

Figura 24

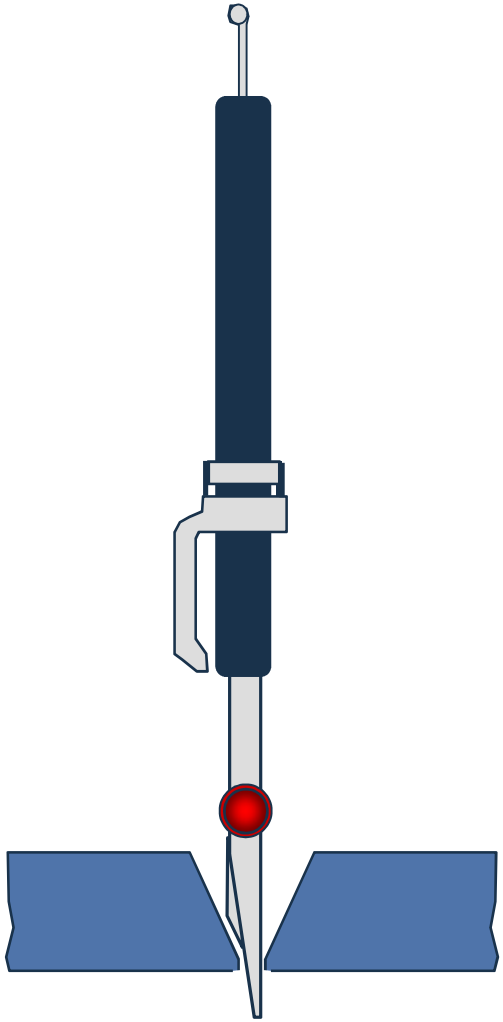
ESAME VISIVO DIRETTO

HI-LO CALIBRO DI SALDATURA

Allineamento interno



Valore della distanza tra i lembi alla radice



ESAME VISIVO – MEZZI VISIVI AUSILIARI

SISTEMI OTTICI

I sistemi ottici sono composti da una o più lenti (convergenti e/o divergenti) corredati eventualmente anche da un riflettore.

Nel campo dell'Esame Visivo hanno lo scopo di fornire all'osservatore un'immagine più o meno ingrandita della superficie.

È possibile ottenere ingrandimenti da 2x fino a 15x e oltre; ingrandimenti superiori (fino ad oltre 1.000x) sono ottenibili con i microscopi ottici.

La lente rivolta verso l'oggetto viene chiamata "obiettivo" quella verso l'occhio dell'osservatore viene invece chiamata "oculare".

L'endoscopio rigido diritto rappresentato nella figura, è composto da una lente obiettivo,una lente oculare e da un sistema di lenti intermedie equidistanti per la trasmissione dell'immagine.

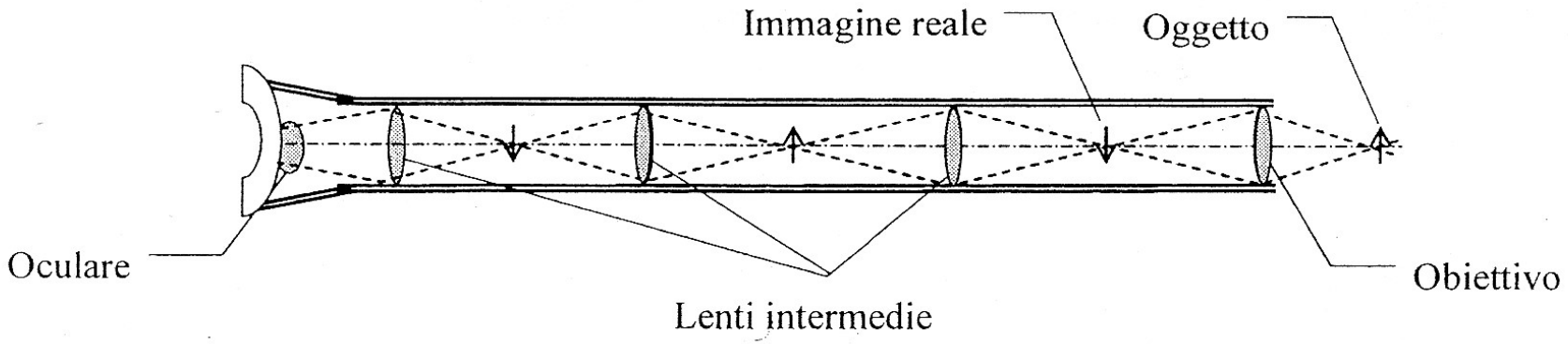


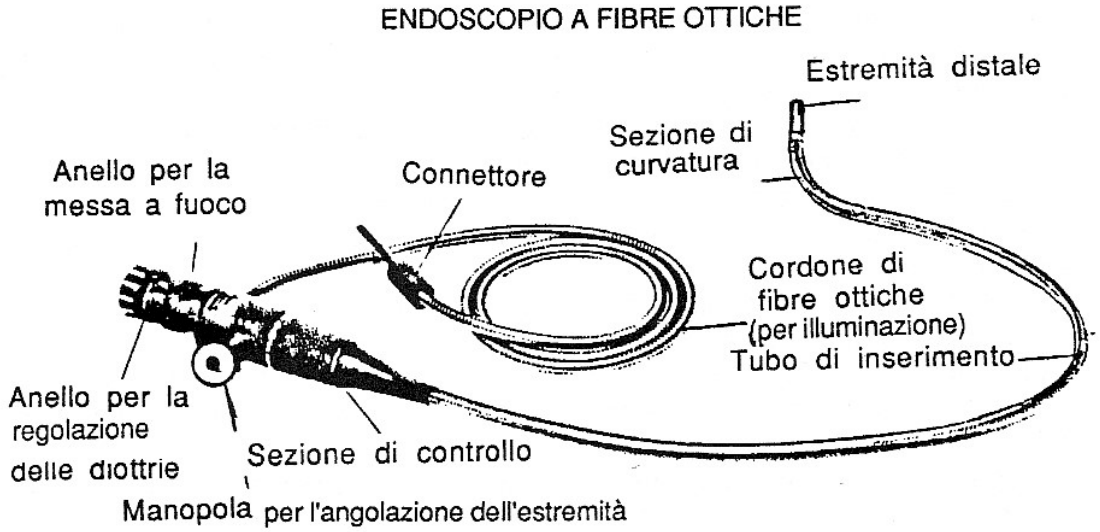
Fig.43 – Esempio di boroscopio rigido diritto per la visione in avanti.

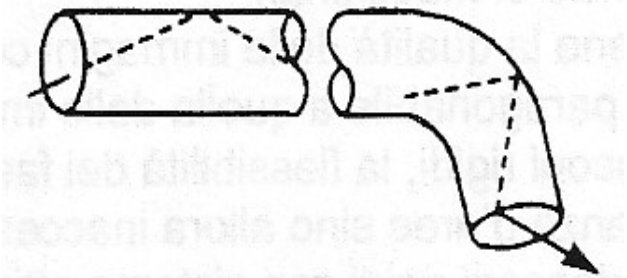
ESAME VISIVO - MEZZI VISIVI AUSILIARI

ENDOSCOPI A FIBRE OTTICHE

Questo tipo di endoscopio viene impiegato per l'ispezione di aree non raggiungibili visivamente, quando le cavità di accesso richiedono dei percorsi curvilinei.

L'endoscopio industriale a fibre ottiche ha una guaina flessibile, che protegge due fasci di fibre, ciascuno composto da migliaia di fibre di vetro.





Un fascio serve alla trasmissione dell'immagine; l'altro consente

l'illuminazione dell'oggetto in esame.

La luce viaggia solo in linea retta, però se le fibre ottiche di vetro curvano,

luce al loro interno si trasmette lungo la curvatura con riflessioni successive.

ESAME VISIVO - MEZZI VISIVI AUSILIARI

Tutta la luce che entra ad una estremità della fibra ottica è riflessa al suo interno e trasmessa.

Non tutta la luce emerge dall'estremità opposta: parte della luce è assorbita dalla fibra stessa e tale assorbimento è funzione della lunghezza e della qualità ottica della fibra stessa.

I diametri delle fibre ottiche per guida immagini variano da 9 a 17 µm; mentre i diametri delle fibre ottiche costituenti il fascio guida luce, sono di 30 µm.

Normalmente l'endoscopio a fibre ottiche ha una sezione terminale (distale o lontana), vicino alla punta, la cui curvatura può essere controllata direttamente dall'ispettore durante l'esame visivo, in modo da poter esaminare totalmente la superficie interna dell'oggetto in esame.

Gli endoscopi a fibre ottiche sono costituiti da vari diametri, anche minori di 3,7 mm, e con lunghezze superiori ai 30 m, con scelte di direzione di visione nella punta

(estremità distale).

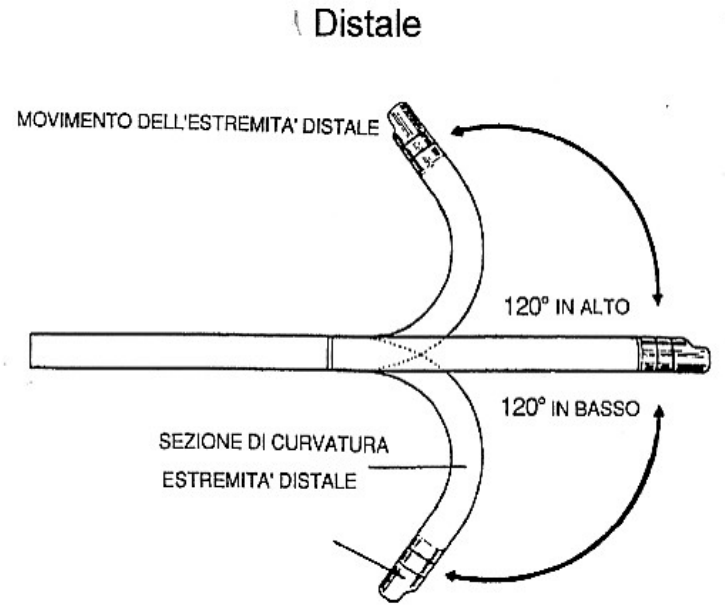
All'estremità di ingresso dell'endoscopio è fatto entrare il fascio

ottico proveniente dall'obiettivo; all'uscita il fascio ottico, inalterato,

è fatto entrare nel sistema di acquisizione che a seconda dei casi

può essere:

- ►Un dispositivo oculare
- ►Una macchina fotografica
- ►Una telecamera



ESAME VISIVO - MEZZI VISIVI AUSILIARI

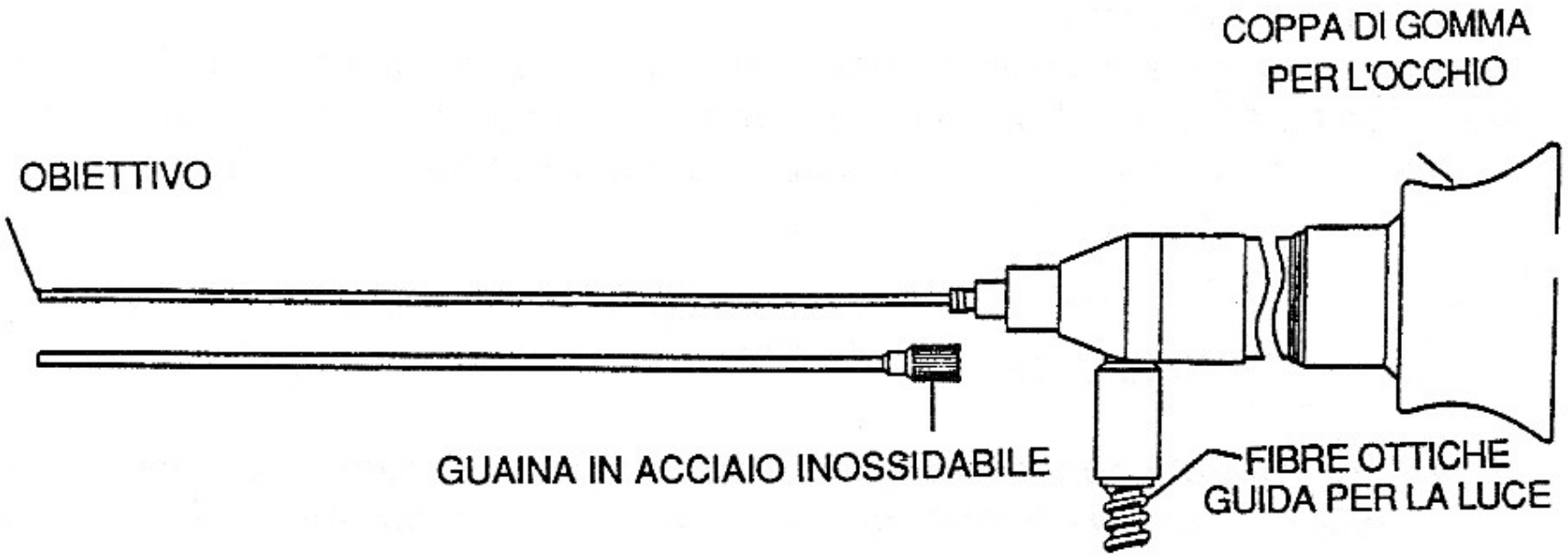
ENDOSCOPI RIGIDI O BOROSCOPIO

Come sorgente di illuminamento, la maggior parte degli endoscopi rigidi oggi usa una “guida luce” a fibre ottiche.

L’endoscopio rigido fu introdotto per esaminare le superfici interne delle canne dei fucili e dei cannoni.

Esso deriva dal cannocchiale allungabile (telescopio), con in più una piccola lampada installata sulla punta per illuminare l’oggetto in esame.

Come sorgente di illuminamento, la maggior parte degli endoscopi rigidi oggi usa una “guida luce” a fibre ottiche.

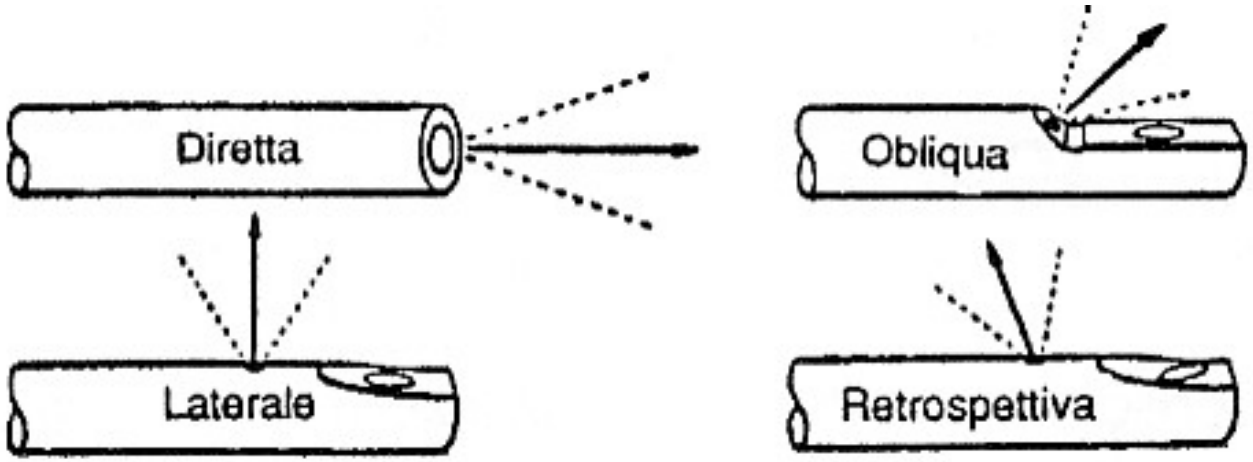


ESAME VISIVO - MEZZI VISIVI AUSILIARI

ANGOLI DI VISIONE

Gli endoscopi sono reperibili in vari diametri e lunghezze; per speciali richieste sono costruiti in vari angoli di visione.

I più comuni tipi di direzione della visuale sono: diretta, obliqua, laterale e retrospettiva.



CARATTERISTICHE GENERALI

Le proprietà desiderabili di un sistema endoscopico sono:

- Esteso campo di visione
- Immagini non distorte
- Accurata trasmissione dei colori (valori di tonalità, luminosità)
- Adeguato illuminamento
- Immagini brillanti sono ottenibili da un endoscopio di gran diametro e corta lunghezza.

Qualificazione e Certificazione del Personale

DEFINIZIONI

QUALIFICAZIONE

Dimostrazione dell'addestramento, delle conoscenze professionali, dell'abilità e dell'esperienza, nonché dell'idoneità fisica che rendono il personale addetto alle PND idoneo a eseguire correttamente i compiti relativi alle PND.

CERTIFICAZIONE

Procedura utilizzata per dimostrare (dare evidenza) la qualifica del personale PND in un dato metodo, livello e settore industriale e che porta al rilascio di un certificato. La certificazione non include l'autorizzazione ad operare.

SISTEMI DI QUALIFICA E DI CERTIFICAZIONE

I principali schemi di qualifica e certificazione nel campo dei controlli non distruttivi sono:

In Europa la norma UNI EN ISO 9712

In USA la Raccomandazione SNT-TC-1A della ASNT (American Society for Nondestructive Testing)

Qualificazione e Certificazione del Personale

Entrambi gli schemi prevedono tre livelli di qualificazione (**LIVELLO 1, LIVELLO 2, LIVELLO 3**) e le relative **CERTIFICAZIONI** si ottengono per esami se sono soddisfatti determinati **REQUISITI** che dipendono dal tipo di certificazione.

UNI EN ISO 9712

La certificazione rilasciata è nominativa. E' comunque necessaria l'APPROVAZIONE di un Datore di Lavoro per potere operare

ASNT

La certificazione è legata ad una procedura di addestramento aziendale, quindi, di fatto, è di proprietà del Datore di Lavoro e si perde cambiando Datore di Lavoro

La certificazione nel sistema ISO 9712 copre la competenza in uno o più dei seguenti metodi:

Metodo PND	Abbreviazioni
Emissione acustica	AT
Correnti indotte	ET
Termografia a infrarossi	TT
Rivelazione di fughe	LT
Particelle magnetiche	MT
Liquidi penetranti	PT
Radiografia	RT
Estensimetro	ST
Ultrasuoni	UT
Visivo	VT

ESAME VISIVO GIUNTI SALDATI- VT - UNI EN ISO 17637

UNI EN ISO 17637 SCOPO E CAMPO DI APPLICAZIONE

Esame visivo delle saldature per fusione in materiali metallici

Si esegue:

►comunemente allo stato come saldato

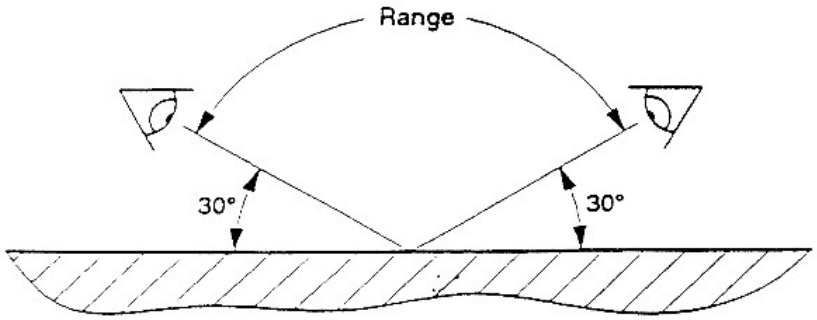
►in via eccezionale in altri stadi della fabbricazione saldata (a seguito accordi tra le parti o norme di applicazione)

UNI EN ISO 17637 CONDIZIONI DELL'ESAME E STRUMENTAZIONE

Illuminamento alla superficie del pezzo: almeno 350 lux (raccomandati 500 lux)

Sorgente di luce supplementare, se richiesto, per ottenere un buon contrasto ed un effetto di rilievo tra le imperfezioni

Esame visivo diretto deve essere possibile accedere per mettere l'occhio a meno di 600 mm dalla superficie da esaminare e con un angolo di visuale non minore di 30°



Esame visivo remoto tramite specchi, endoscopi può essere eseguito quando non è possibile l'accesso diretto delle superfici da ispezionare conformemente a quanto rappresentato in figura.

ESAME VISIVO GIUNTI SALDATI- VT - UNI EN ISO 17637





UNI EN ISO 17637 PERSONALE

Requisiti del personale

Buona conoscenza delle norme, regolamenti e specifiche relativi al metodo di esame;

essere informato in merito alla procedura di saldatura utilizzata;

capacità di visione e qualificazione relativa allo specifico settore industriale

conformi ai requisiti della ISO 9712.

ESAME VISIVO GIUNTI SALDATI- VT - UNI EN ISO 17637

UNI EN ISO 17637 CONTROLLO VISIVO - GENERALITA'

- Estensione del controllo deve essere preventivamente specificata da accordi o da norme
- L'esaminatore deve avere accesso ai documenti relativi ai controlli ed alla fabbricazione
- Esame visivo può essere eseguito prima durante o dopo la saldatura possibilmente mentre l'accesso alle superfici è ancora fisicamente possibile. L'esame visivo può essere eseguito anche su superfici trattate termicamente.

UNI EN ISO 17637 CONTROLLO VISIVO DELLA PREPARAZIONE DEI LEMBI

Quando è richiesto il controllo prima di saldare si deve esaminare:

- Forma e le dimensioni della preparazione dei lembi in accordo a WPS
- Pulizia dei lembi e delle superfici vicine
- Posizionamento conforme ai disegni o istruzioni.

UNI EN ISO 17637 CONTROLLO VISIVO DURANTE LA SALDATURA

Quando richiesto si deve esaminare che:

- Vi sia un'adeguata pulizia delle superfici prima di tra una passata e quella successiva
- Non ci siano imperfezioni visibili
- La zona di transizione fra le passate abbia una forma tale da consentire la corretta fusione nell'esecuzione della passata successiva
- Dopo ogni attività di riparazione, la saldatura deve essere eseguita in conformità ai requisiti delle WPS specifiche

ESAME VISIVO GIUNTI SALDATI- VT - UNI EN ISO 17637

UNI EN ISO 17637 CONTROLLO VISIVO A SALDATURA FINITA

Verificare accettabilità a norma concordata

Norme citate come criteri di accettabilità:

- EN ISO 5817 (Acciaio)
- EN ISO 10042 (Alluminio e sue leghe)
- EN 12062 (Regole generali per i materiali metallici)

Pulitura e molatura

- asportazione scoria
- assenza di segni di molatura, colpi d'arco
- spianatura e raccordatura eseguite correttamente senza generare sottospessori

Profilo e dimensioni

- profilo e l'altezza del sovrametallo entro i limiti di accettabilità
- regolarità di maglia
- larghezza della saldatura costante per tutta la lunghezza del giunto

Vertice della saldatura e superfici della saldatura

- Corretta penetrazione, assenza di sfondamenti o cavità di ritiro
- Incisioni marginali nei limiti prescritti nella norma di accettazione;
- Imperfezioni superficiali nei limiti prescritti nella norma di accettazione
- Eliminazione di eventuali attacchi saldati temporanei e assenza di difetti in tali zone

ESAME VISIVO GIUNTI SALDATI- VT - UNI EN ISO 17637

UNI EN ISO 17637 CONTROLLO VISIVO DELLE SALDATURE RIPARATE

La norma considera i due casi:

- Saldatura riparata parzialmente

- Saldatura riparata totalmente

In entrambi i casi è previsto l'esame dello scavo ed a saldatura finita

UNI EN ISO 17637 DOCUMENTAZIONE DELL'ESAME

Rapporto di esame con tutti i punti salienti dell'esame visivo e tutte le indicazioni necessarie (riportate nella norma)

Nome del componente fabbricato

Identificazione del prodotto esaminato

Materiale

Tipo di giunto

Spessore del materiale

Processo di saldatura

Criteri di accettabilità

Localizzazione e tipologia delle imperfezioni con dimensioni superiori a quelli del specifico livello di qualità

Strumenti utilizzati

Saldature marcate o identificate

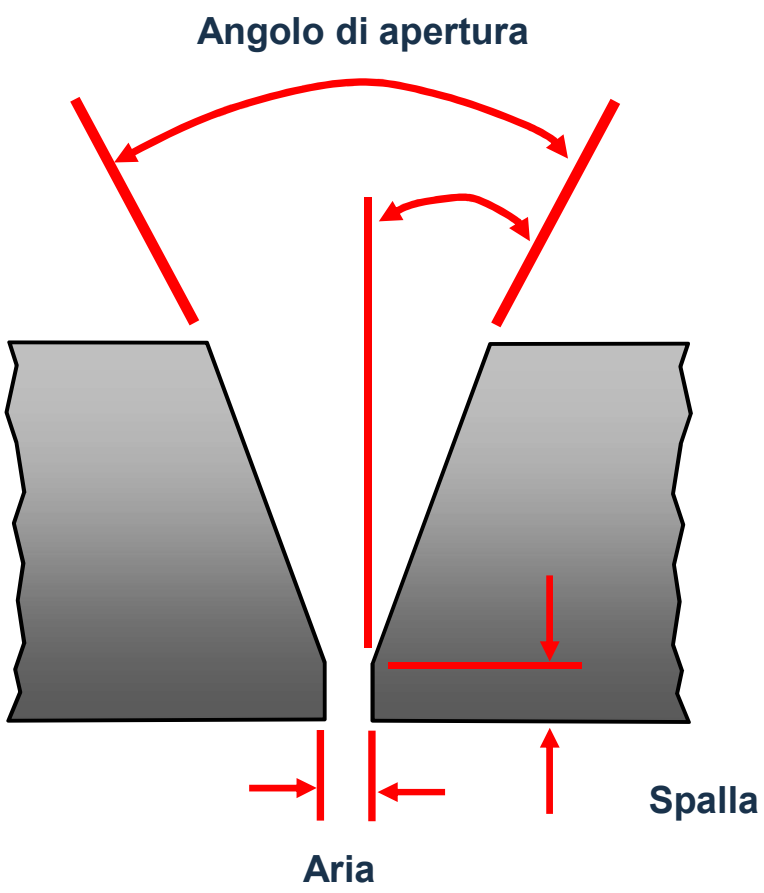
Fotografie o schizzi dettagliati

Nome dell'operatore e data della prova

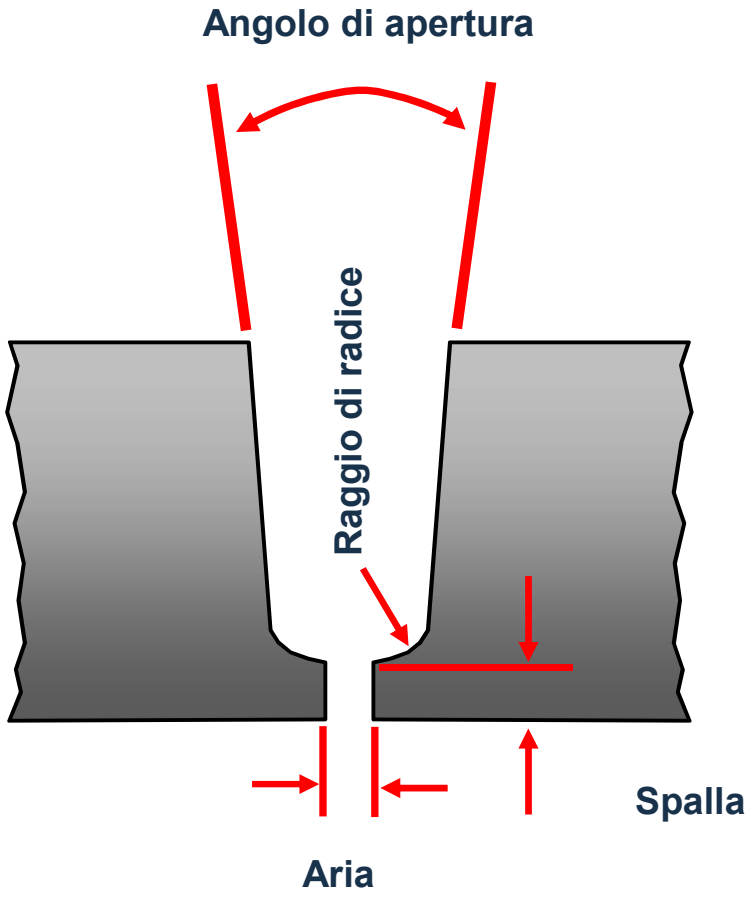
Per registrare i risultati possono essere usati sia schizzi che foto.

TERMINI E SIMBOLI DI SALDATURA

PREPARAZIONE DEI GIUNTI

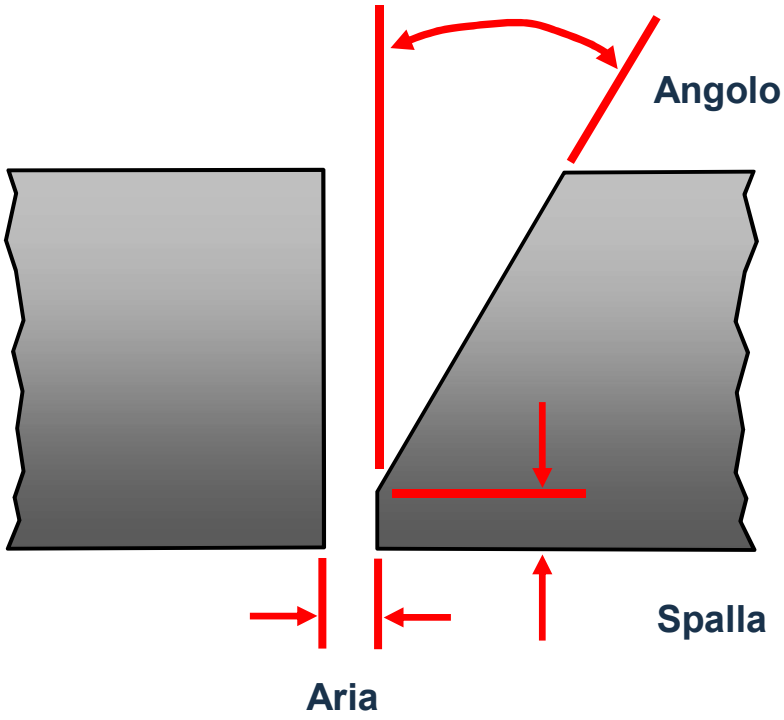


Singolo -V di testa

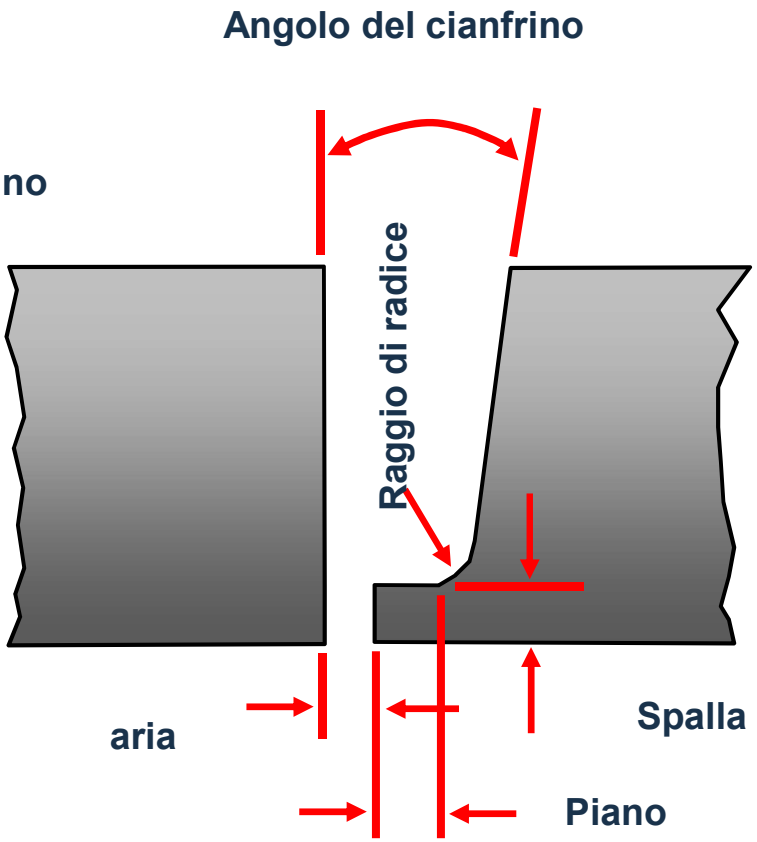


Singolo - U di testa

TERMINI E SIMBOLI DI SALDATURA



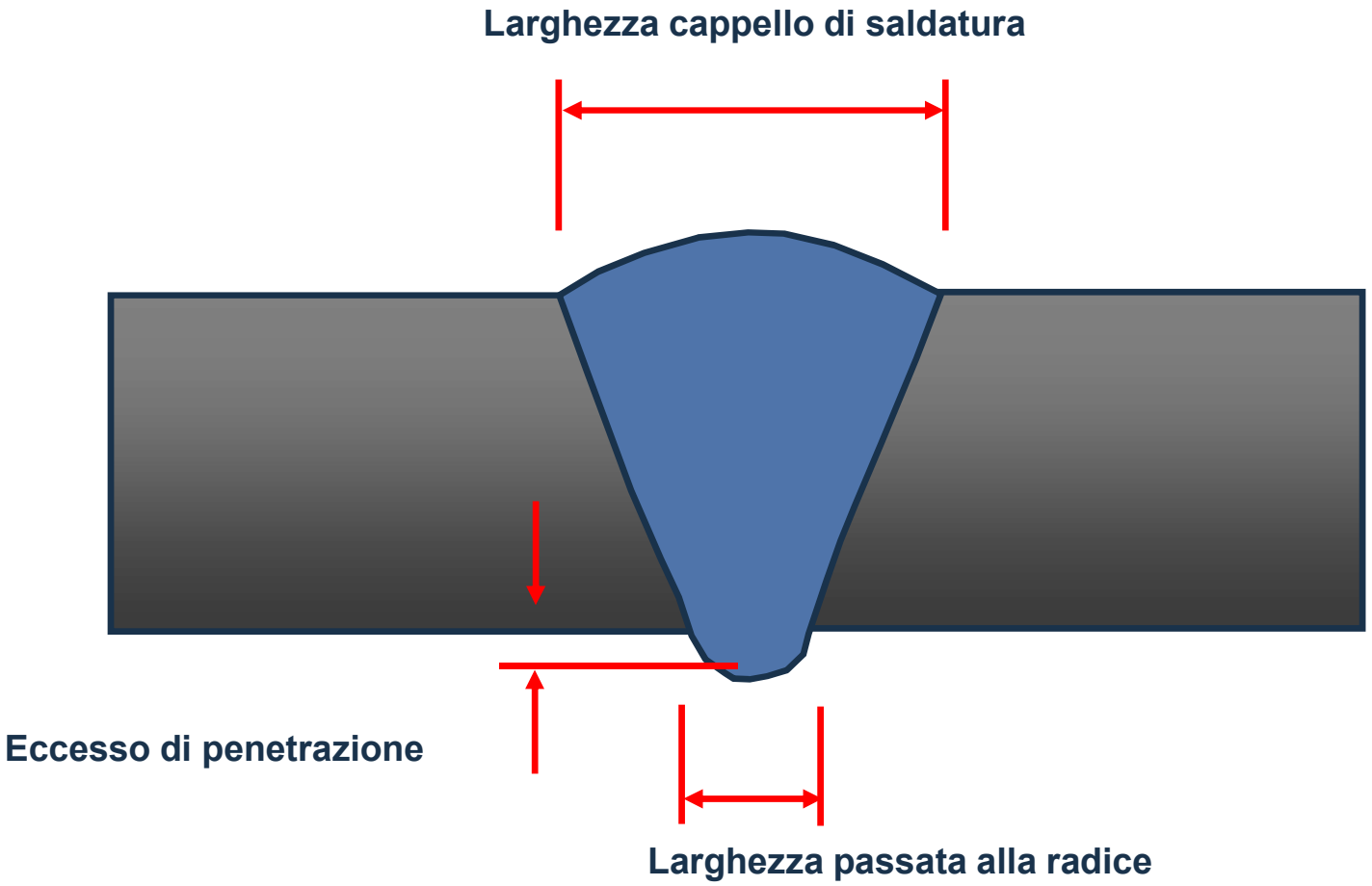
Singolo Cianfrino di testa



Singolo J di testa

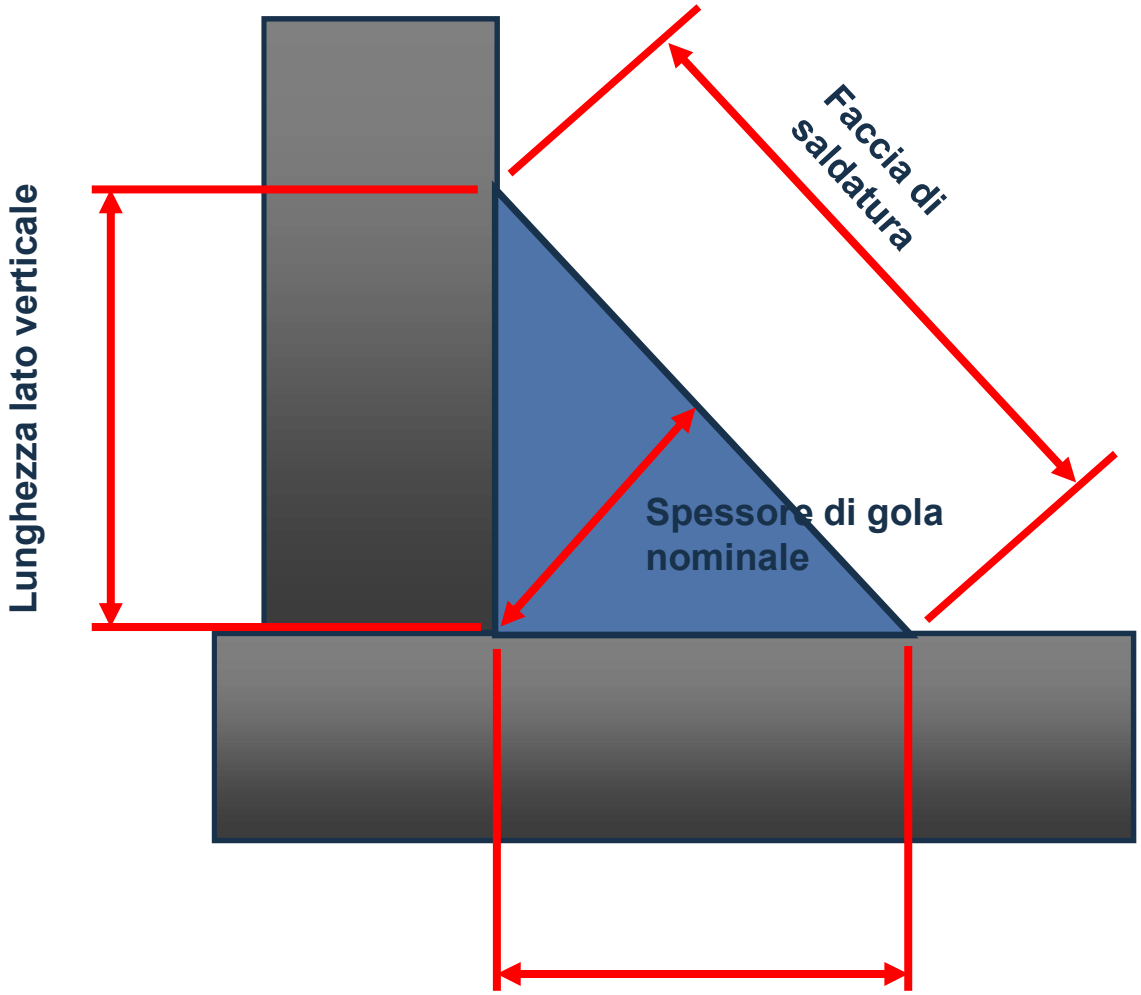
TERMINI E SIMBOLI DI SALDATURA

SALDATURA DI TESTA



TERMINI E SIMBOLI DI SALDATURA

SALDATURA D'ANGOLO



TERMINI E SIMBOLI DI SALDATURA

SIMBOLI DELLE DIMENSIONI DI SALDATURA

a = spessore di gola reale

z = spessore di gola nominale

b = lunghezza lato

b = spessore materiale

z = 0.7 di b

