



**università di ferrara**  
DA SEICENTO ANNI GUARDIAMO AVANTI.

## **I principi della disinfezione e sterilizzazione**

## **DISINFEZIONE**

**Distruzione dei microrganismi  
patogeni presenti su un substrato o  
in un determinato ambiente**

## **STERILIZZAZIONE**

**Distruzione di tutte le forme viventi,  
spore comprese, su un determinato  
substrato o in un ambiente**

## **ANTISEPSI**

**Prevenzione o blocco della crescita o  
dell'azione dei microrganismi attraverso  
l'inibizione o la distruzione degli stessi  
(su tessuti viventi)**

	<b>ASEPSI</b>
	Impedire che su un dato substrato pervengano germi infettanti (su tessuti viventi)

	<b>DISINFEZIONE</b>
	<p>Procedimento che si prefigge di distruggere ogni specie di microrganismi patogeni presenti in un determinato ambiente o su un determinato substrato (spore escluse).</p> <p>L'agente disinfettante più adatto sarà scelto in rapporto alla resistenza del/dei microrganismo/i che si vuole distruggere e tenendo conto dei fattori ambientali e della natura del substrato che li ospita.</p> <p>La scelta del disinfettante e delle modalità di applicazione è basata sulla conoscenza delle caratteristiche biologiche dei microrganismi e dei singoli disinfettanti.</p>

	<b>CLASSIFICAZIONE DEI DISINFETTANTI</b>						
	<table> <tr> <td>AGENTI FISICI →</td><td>FILTRAZIONE CALORE RADIAZIONI</td></tr> <tr> <td>AGENTI NATURALI →</td><td>LUCE ESSICCAMENTO TEMPERATURA CONCORRENZA VITALE DILUIZIONE</td></tr> <tr> <td>AGENTI CHIMICI →</td><td>INORGANICI ORGANICI</td></tr> </table>	AGENTI FISICI →	FILTRAZIONE CALORE RADIAZIONI	AGENTI NATURALI →	LUCE ESSICCAMENTO TEMPERATURA CONCORRENZA VITALE DILUIZIONE	AGENTI CHIMICI →	INORGANICI ORGANICI
AGENTI FISICI →	FILTRAZIONE CALORE RADIAZIONI						
AGENTI NATURALI →	LUCE ESSICCAMENTO TEMPERATURA CONCORRENZA VITALE DILUIZIONE						
AGENTI CHIMICI →	INORGANICI ORGANICI						

	<b>FATTORI CHE INFLUENZANO L'ATTIVITÀ DEI DISINFETTANTI</b>
	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) Fattori inerenti il disinfettante</li> <li>2) Ambiente o materiale da trattare</li> <li>3) Popolazione microbica da distruggere</li> </ol>

	<b>Fattori inerenti il disinfettante</b>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Concentrazione</b></li> <li>- <b>Stabilità della preparazione</b></li> <li>- <b>Tempo di contatto</b></li> </ul>

	<b>Ambiente o materiale da trattare</b>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Temperatura</b></li> <li>- <b>pH</b></li> <li>- <b>Caratteristiche del materiale</b></li> <li>- <b>Modalità di contatto</b></li> </ul>

	<b>Popolazione microbica da distruggere</b>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Caratteristiche delle singole specie</b></li> <li>- <b>Entità della flora microbica</b></li> <li>- <b>Resistenza ai singoli disinfettanti</b></li> </ul>

	<b>CRITERI DI SCELTA DEI DISINFETTANTI</b>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>EFFICACIA</b></li> <li>- <b>INNOCUITÀ</b></li> <li>- <b>NON ALTERAZIONE DEI MATERIALI SU CUI DEVE AGIRE</b></li> <li>- <b>AZIONE NON ANNULLATA O RIDOTTA DAL SUBSTRATO SU CUI DEVE AGIRE</b></li> </ul> <p><b>Inoltre :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>BASSO COSTO</b></li> <li>- <b>NON INFIAMMABILITÀ</b></li> <li>- <b>FACILE UTILIZZO</b></li> <li>- <b>MANCANZA DI ODORE SGRADIVOLE</b></li> </ul>

## CLASSIFICAZIONE DEI DISINFETTANTI CHIMICI

- |              |                                                                              |
|--------------|------------------------------------------------------------------------------|
| – Inorganici | Acidi<br>Alkali<br>Sali dei metalli pesanti<br>Ossidanti<br>Alogeni          |
| – Organici   | Alcoli<br>Aldeidi<br>Derivati del fenolo<br>Composti tensioattivi<br>Essenze |

## STERILIZZAZIONE

Processo che si prefigge di distruggere su un substrato o in un determinato ambiente tutte le forme di vita, spore comprese.

La sterilizzazione è perseguibile con:

MEZZI FISICI	{ Filtrazione Calore Radiazioni
MEZZI CHIMICI	

## La filtrazione

Il calore, pur essendo il mezzo più comune e più efficiente per sterilizzare i liquidi, non può però essere utilizzato per sterilizzare soluzioni contenenti sostanze termolabili. Una tecnica molto valida per sterilizzare materiale di questo tipo è la filtrazione.

Un filtro è costituito da materiale poroso attraverso il quale viene fatta passare la soluzione da sterilizzare; il diametro dei pori deve essere tale da permettere il passaggio del liquido, ma impedire il passaggio dei microrganismi.

Le dimensioni delle particelle che devono essere eliminate nella sterilizzazione per filtrazione sono molto variabili: le cellule batteriche più grandi possono avere diametro superiore al 10 µm mentre le dimensioni di alcuni batteri possono essere inferiori a 0,3 µm.

I filtri sono usati frequentemente anche in virologia, dove le dimensioni sono ancora più piccole, circa 10 nm.

## STERILIZZAZIONE CON IL CALORE

Prima di procedere alla sterilizzazione vera e propria, occorre conoscere:

Carica di contaminazione

Tempo di morte termica

Tempo necessario per uccidere tutti i microrganismi presenti. Varia in rapporto alla carica contaminante ed alla conducibilità termica del materiale da trattare.

<u>Punto di morte termica</u>	Più bassa temperatura capace di uccidere un determinato microrganismo.
<u>Valore D</u>	<p>Varia in base al metodo di sterilizzazione usato.</p> <p>Valore di riduzione decimale = tempo necessario per ridurre, ad una data temperatura, una popolazione microbica di una unità logaritmica, ovvero del 90%.</p>

<b>Valore D</b>
$D = \frac{t}{\log n^{\circ} - \log n^t}$ <p>t = tempo rilevato  n° = numero di germi presenti prima della sterilizzazione  n<sup>t</sup> = numero di germi presenti al momento t</p>

<p>Il calore è considerato il mezzo più sicuro, rapido ed economico per qualsiasi materiale che non sia termolabile.</p> <p>Il tempo di sterilizzazione decresce con l'aumentare della temperatura.</p> <p>Il calore può essere usato essenzialmente in due modi:</p> <p style="text-align: center;"><b>SECCO</b></p> <p style="text-align: center;"><b>UMIDO</b></p> <p>In entrambi i casi l'azione biocida del calore deriva dall'ossidazione dei costituenti cellulari con denaturazione irreversibile degli enzimi e delle strutture proteiche.</p> <p>La sensibilità del calore varia in rapporto al loro contenuto in H<sub>2</sub>O: <u>più questa è alta, più sensibili sono i microrganismi al calore.</u></p>
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

<p>In genere:</p> <p><input type="checkbox"/> I batteri in fase vegetativa non sopravvivono se esposti 10' a 80°C oppure 15' a 75°C (Calore umido)</p> <p><input type="checkbox"/> Le spore resistono a temperature pari a 110 – 120°C ed il tempo della loro morte varia a seconda della saturazione in vapore acqueo dell'ambiente in cui sono esposti.</p> <p><input type="checkbox"/> Protozoi e miceti si comportano come batteri allo stato vegetativo; i virus sono altamente sensibili al calore.</p>
---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

<input type="checkbox"/>	Gomma e plastica si deteriorano alle alte temperature
<input type="checkbox"/>	Le macchie di sostanze albuminoidi (sangue, pus, ecc.) si fissano stabilmente sui tessuti sterilizzati con vapore.
<input type="checkbox"/>	Nella sterilizzazione può essere previsto l'imballaggio degli oggetti con materiale permeabile all'aria ed al vapore, impermeabile alla penetrazione di microbi, resistente alle lacerazioni, non in grado di cedere fibre o particelle al materiale che avvolge.

La sterilizzazione con il calore può essere ottenuta usando:	
CALORE SECCO	incenerimento
	Stufa di Pasteur
CALORE UMIDO	ebollizione
	vapore fluente
	autoclave (vapore saturo)
Il principio fisico che sta alla base dei due diversi metodi è che il vapore è un migliore conduttore termico rispetto al calore secco, cioè: <u>a parità di temperatura, la sterilizzazione è raggiunta in un tempo minore.</u>	

<b>STERILIZZAZIONE A SECCO</b>	
<b>INCENERIMENTO</b>	
Utilizzato per distruggere materiale di vario tipo soprattutto di provenienza ospedaliera.	
Non permette il riciclaggio del materiale o del substrato, è fonte di inquinamento.	
La temperatura di esercizio oscilla fra i 900 – 1300°C	

<b>ARIA RISCALDATA</b>	
Si usano le Stufe Pasteur o a secco in cui il calore si trasmette per convezione o irraggiamento dalle pareti della stessa.	
Utile per materiale termoresistente, non corrode.	
Il tempo di morte termica nella stufa a secco è il seguente:	
<ul style="list-style-type: none"><li>• 30' a 180°C</li><li>• 50' a 170°C</li><li>• 120' a 160°C</li><li>• 150' a 150°C</li></ul>	
<b>TEMPERATURA</b>	
I parametri di funzionamento sono :	
<b>TEMPO DI ESPOSIZIONE</b>	

	<b>Sterilizzazione in ambiente umido</b>
	<p><b>Ebollizione</b></p> <p>E' il metodo più semplice per la sterilizzazione dell'acqua e di oggetti in essa immersi o dei recipienti stessi.</p> <p>L'ebollizione va prolungata per almeno 20'</p>

	<b>Sterilizzazione in ambiente umido</b>
	<p><b>Esposizione al vapore fluente</b></p> <p>Si può usare una autoclave non chiusa o meglio la pentola di Kock o la pentola di Merke.</p> <p>Si applica per la Tindalizzazione (30' 1 volta /die per 3-4 gg.)</p>

	<b>Sterilizzazione in ambiente umido</b>
	<p><b>Vapore sotto pressione</b></p> <p>Si usa vapore saturo, secco, sotto pressione.</p> <p>Il ciclo di base è 121° C per 15' ad 1 atmosfera.</p> <p><b>Parametri di funzionamento dell'autoclave:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Temperatura</li> <li>■ Tempo</li> <li>■ Pressione</li> </ul>

## Sterilizzazione in ambiente umido

### Vapore sotto pressione

Di autoclavi ne esistono 3 tipi fondamentali:

- Verticali da laboratorio
- Orizzontali per ospedali od uso industriale
- Orizzontali per materiali porosi



### Schema longitudinale di uno sterilizzatore a vapore

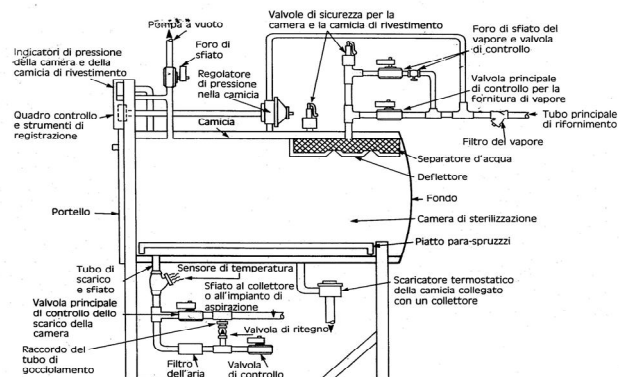


Fig. 9.5. Schema longitudinale di uno sterilizzatore a vapore a pressione con descrizione dei principali componenti.

## STERILIZZAZIONE CON LE RADIAZIONI

### RADIAZIONI IONIZZANTI

I raggi  $\gamma$  (gamma) sono fotoni ad elevata energia emessi da un nucleo in transizione tra due livelli energetici; pertanto si generano nel nucleo atomico di elementi radioattivi.

Le radiazioni ionizzanti agiscono trasferendo la loro energia all'interno della cellula colpita, la cui sensibilità è proporzionale alla quantità di DNA presente, che viene alterato.

I batteri GRAM + sono più sensibili alle radiazioni ionizzanti di quelli GRAM -; le spore sono più resistenti delle forme vegetative; miceti e protozoi hanno la stessa sensibilità dei batteri mentre i virus sono molto più resistenti.



### RADIAZIONI IONIZZANTI

Una dose di 2,5 Megarad corrisponde ad una sterilizzazione ottenuta:

in vapore saturo a 121°C per 2 h;

in stufa a secco a 160°C per 2 h.

I raggi  $\gamma$  sono di solito adoperati per sterilizzare presidi medico – chirurgici.

In questo caso ogni oggetto deve essere avvolto in materiale impermeabile ai microrganismi ma non alle radiazioni.

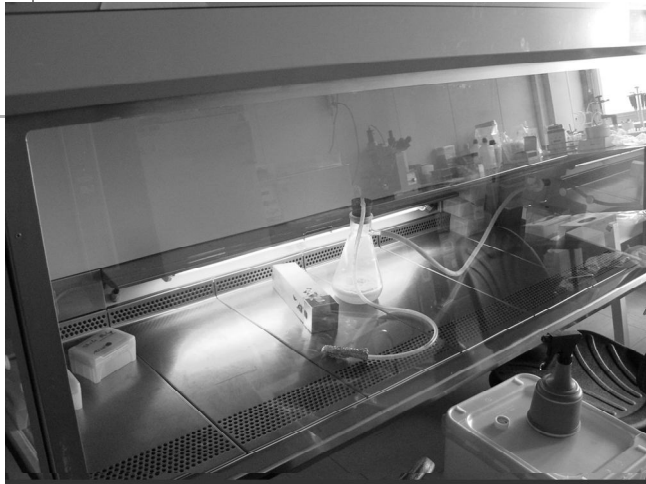
Possono essere trattati anche prodotti biologici quali protesi, ossa, ecc.

### RADIAZIONI ULTRAVIOLETTE (UV)

Le radiazioni UV sono radiazioni elettromagnetiche prodotte dal bombardamento, con elettroni o con un fascio di raggi catodici, di un bersaglio di metallo pesante (lampade germicide).

Risultano sterilizzanti i raggi UV con lunghezza d'onda compresa fra 240 e 280 nm

$$240 \text{ nm} < \lambda < 280 \text{ nm}$$



### I RAGGI UV

❑ Risultano poco penetranti (ancora meno dei raggi  $\gamma$ ) ed agiscono per trasformazione fotochimica delle basi pirimidiniche del DNA cellulare.

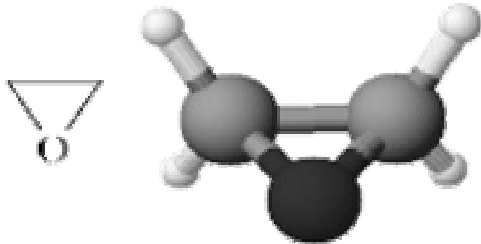
❑ La sterilizzazione con i raggi UV è adoperata soprattutto nei laboratori scientifici per trattare l'aria.

❑ Le lampade germicide esplicano la loro massima azione se l'aria ha una temperatura di circa 27°C.

❑ Il tempo di esposizione può essere permanente e l'esposizione deve avvenire quando i locali trattati non sono utilizzati. Questo perché i raggi UV sono molto irritanti per le mucose (occhi in particolare).

### STERILIZZAZIONE CON OSSIDO DI ETILENE

L'ossido di etilene è un gas incolore, che liquefa a  $10,7^{\circ}\text{C}$  e solidifica a  $-111,3^{\circ}\text{C}$ ; solubile in acqua e nella maggior parte dei solventi organici (alcooli, esteri, olii, ecc.).



### STERILIZZAZIONE CON OSSIDO DI ETILENE

L'ossido di etilene è un gas incolore, che liquefa a  $10,7^{\circ}\text{C}$  e solidifica a  $-111,3^{\circ}\text{C}$ ; solubile in acqua e nella maggior parte dei solventi organici (alcooli, esteri, olii, ecc.).

Agisce su tutti i microrganismi, comprese le spore, per alchilazione e la sua azione dipende da:

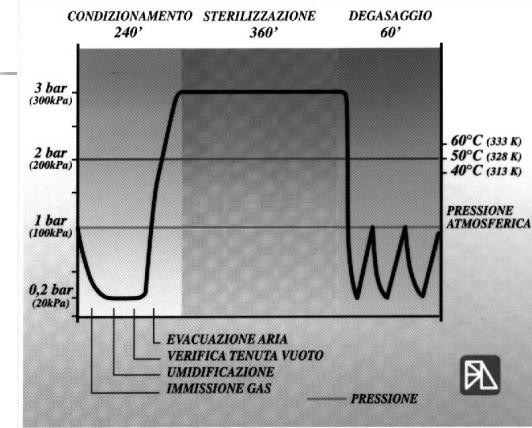
concentrazione	(700 – 1200 mg/l)
temperatura	(55 – 60°C)
tasso di umidità	(70%)
durata dell'esposizione	(2 – 4 h)

### STERILIZZAZIONE CON OSSIDO DI ETILENE

Si usa un apparecchio simile all'autoclave in cui l'ossido di etilene viene mescolato con la  $\text{CO}_2$  per renderlo ininfiammabile ed inesplosivo.

Non altera il substrato e può essere usato anche su materiale termolabile.

Dopo il trattamento, per la sua tossicità ed in rapporto alla capacità di assorbire il gas da parte dei diversi materiali, occorre procedere al DESORBIMENTO.



	<b>Sterilizzazione con gas-plasma</b>
	<p>Il sistema di sterilizzazione utilizza <u>l'azione sinergica del perossido d'idrogeno e del gas plasma</u> a bassa temperatura per distruggere rapidamente i microrganismi.</p> <p>Al termine del processo di sterilizzazione, nessun residuo tossico rimane nei materiali trattati.</p>

	<b>Sterilizzazione con gas-plasma</b>
	<p>Questa nuova metodologia è particolarmente adatta per la sterilizzazione di strumenti sensibili al calore e all'umidità poiché la temperatura di processo non supera i 50°C e la sterilizzazione avviene in ambiente praticamente secco (in poco più di 1 ora)</p> <p>Il <i>gas plasma</i> a bassa temperatura consiste di una nube reattiva di ioni, elettroni e particelle atomiche neutre che può essere prodotta attraverso l'azione di un forte campo elettrico o magnetico.</p>

<b>MATERIALI STERILIZZABILI CON PLASMA DI H<sub>2</sub>O<sub>2</sub></b>	<b>MATERIALI NON STERILIZZABILI COL PLASMA</b>
<p>CON QUESTA TECNICA SI POSSONO STERILIZZARE DISPOSITIVI O STRUMENTI CHIRURGICI PULITI E ASCIUTTI, CONFEZIONATI IN MATERIALI POROSI NON CELLULOSICI (ES BUSTE DI POLIPROPILENE O TYVEK®):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• APPARECCHIATURE PER STEREO TASSI</li> <li>• ENDOSCOPI</li> <li>• CAVI A FIBRE OTTICHE</li> <li>• LAME</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>❖ LIQUIDI E POLVERI</li> <li>❖ COTONE, CARTA, STOFFE</li> <li>❖ STRUMENTI ED APPARECCHI CHE NON SOPPORTANO IL VUOTO (ES., CATETERI PER LE MISURE URODINAMICHE)</li> <li>❖ STRUMENTI DI FORMA MOLTO STRETTA ED ALLUNGATA</li> <li>❖ STRUMENTI CHIUSI AD UNA ESTREMITÀ</li> </ul> <p>NEGLI ULTIMI DUE CASI NON SI HA LA CERTENZA CHE ALL'INTERNO DEI DISPOSITIVI SI POSSA RAGGIUNGERE UNA ADEGUATA CONCENTRAZIONE DI SPECIE STERILIZZANTI. TUTTAVIA ESISTONO DISPOSITIVI DETTI "BOOSTER" DA COLLOCARE NEL CANALE PER GARANTIRE LOCALMENTE CONCENTRAZIONI ADEGUATE DI STERILIZZANTE.</p>

	<b>Processo di sterilizzazione con gas-plasma (I)</b>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• gli oggetti da sterilizzare vengono posti nella camera di sterilizzazione;</li> <li>• la camera viene chiusa e si crea il vuoto;</li> <li>• viene iniettata una soluzione acquosa di perossido di idrogeno e vaporizzata nella camera in modo da circondare tutti gli oggetti;</li> <li>• dopo avere ridotto nuovamente la pressione nella camera di sterilizzazione, un gas plasma a bassa temperatura viene generato utilizzando l'energia di frequenze radio (RF) per creare un campo elettrico che a sua volta genera il plasma</li> </ul>

	<p><b>Processo di sterilizzazione con gas-plasma(II)</b></p>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• nel plasma, il perossido di idrogeno si dissocia in specie reattive le quali collidono/reagiscono ed uccidono i microrganismi;</li> <li>• dopo aver reagito con gli organismi e fra loro, i componenti attivati perdono la loro energia e si ricombinano per formare O<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O, ed altri prodotti secondari non tossici;</li> <li>• il plasma viene mantenuto attivo per un tempo sufficiente a realizzare la sterilizzazione; a processo completato, l'energia RF viene interrotta, il vuoto viene rilasciato, la camera ritorna alla pressione atmosferica mediante l'introduzione di aria attraverso un filtro HEPA.</li> </ul>

	<p><b>Processo di sterilizzazione con gas-plasma</b></p> <p><b>Materiale da sterilizzare</b></p>
	<p>Questo sistema può sterilizzare in modo sicuro lo strumentario medico-chirurgico, solitamente sterilizzato con ossido di etilene o vapore. Non è indicato per la sterilizzazione di materiali che svolgono azione assorbente nei confronti del perossido di idrogeno quali teleria, altri materiali cellulosici, polveri e liquidi.</p>

	<p><b>Processo di sterilizzazione con gas-plasma</b></p> <p><b>Processo di sterilizzazione</b></p>
	<p>Tempo necessario: circa 1 ora</p> <p>Il processo non richiede aereazione e non produce residui tossici o emissioni.</p> <p>La preparazione degli oggetti da sterilizzare rispetta la prassi normale: pulizia, asciugatura, imballaggio e confezionamento.</p> <p>I materiali per il confezionamento richiesti sono carta per sterilizzazione in tessuto-non-tessuto di polipropilene e buste o rotoli specifici.</p>

	<p><b>Processo di sterilizzazione con gas-plasma</b></p> <p><b>Processo di sterilizzazione</b></p>
	<p>Uno speciale diffusore consente la rapida sterilizzazione anche di strumenti con lume lungo e stretto (ad esempio endoscopi flessibili). E' necessario utilizzare un indicatore chimico ed un indicatore biologico specifici per controllare l'efficacia del processo.</p>

	<b>PROCEDIMENTO STERIS</b>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Il principio attivo è l'acido peracetico. Viene usato un concentrato di sterilizzante che viene diluito all'interno con un volume stabilito di acqua sterile.</li> <li>• Vengono usati anche ingredienti in polvere che esercitano un'azione tamponante sulla diluizione operativa, mantenendo il pH al punto di neutralità ed agenti inibitori della corrosione e della degradazione.</li> </ul>

	<b>INDICATORI DI STERILIZZAZIONE</b>
	<p><b>Si distinguono indicatori</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Fisici</li> <li>- Chimici</li> <li>- Biologici</li> </ul>

	<b>INDICATORI DI STERILIZZAZIONE</b>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Gli indicatori fisici servono a determinare temperatura, pressione, tempo, radioattività a seconda della metodica usata.</li> <li>➤ Gli indicatori chimici sono dati da sostanze che virano di colore in rapporto alla temperatura raggiunta e/o al tempo per il quale è stata mantenuta.</li> <li>➤ Gli indicatori biologici utilizzano spore di germi apatogeni.</li> </ul>