

INCONTRI DI FISICA 2002

Il fantastico mondo delle particelle elementari

INFN - LABORATORI NAZIONALI DI FRASCATI

16 - 18 Settembre 2002

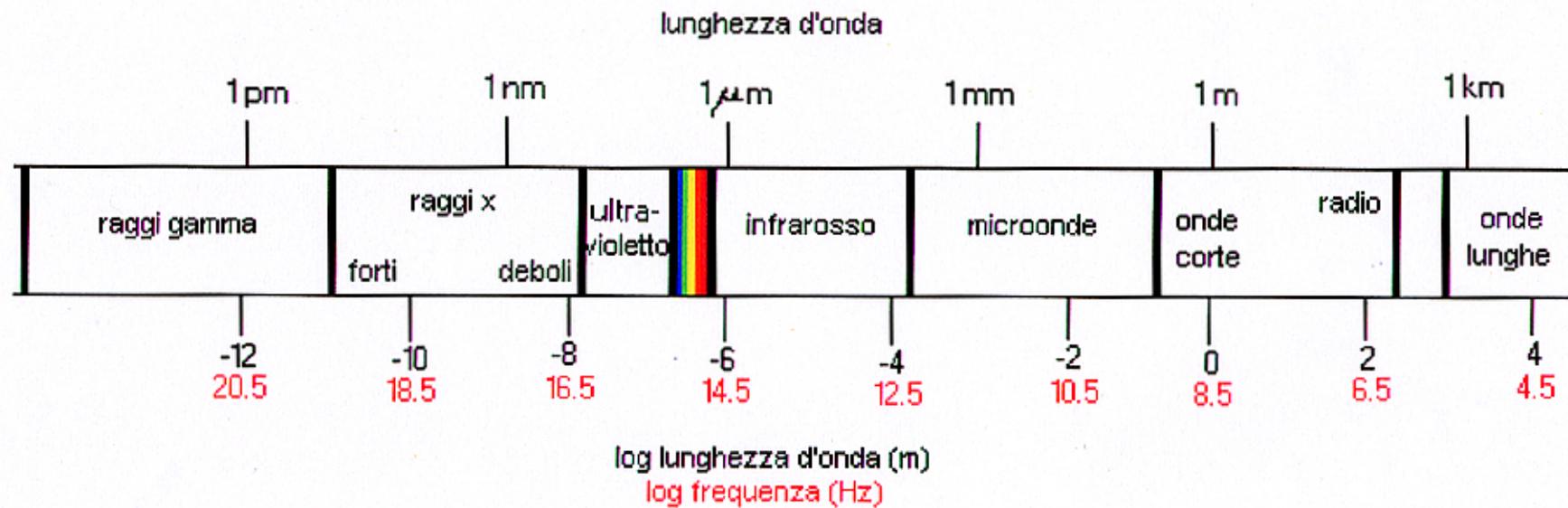
*" Effetti indotti dalle radiazioni
sui sistemi biologici "*

Fabio Belloni



INFN - Laboratori Nazionali di Frascati

Lo spettro elettromagnetico



SUE

(Solar Ultraviolet Experiments)

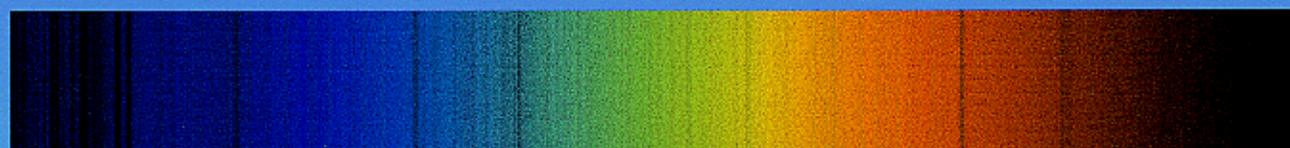
E Burattini - F. Belloni

L.N.F. - I.N.F.N.

F. Monti - Università di Verona

L. Tallone - D. Bettega

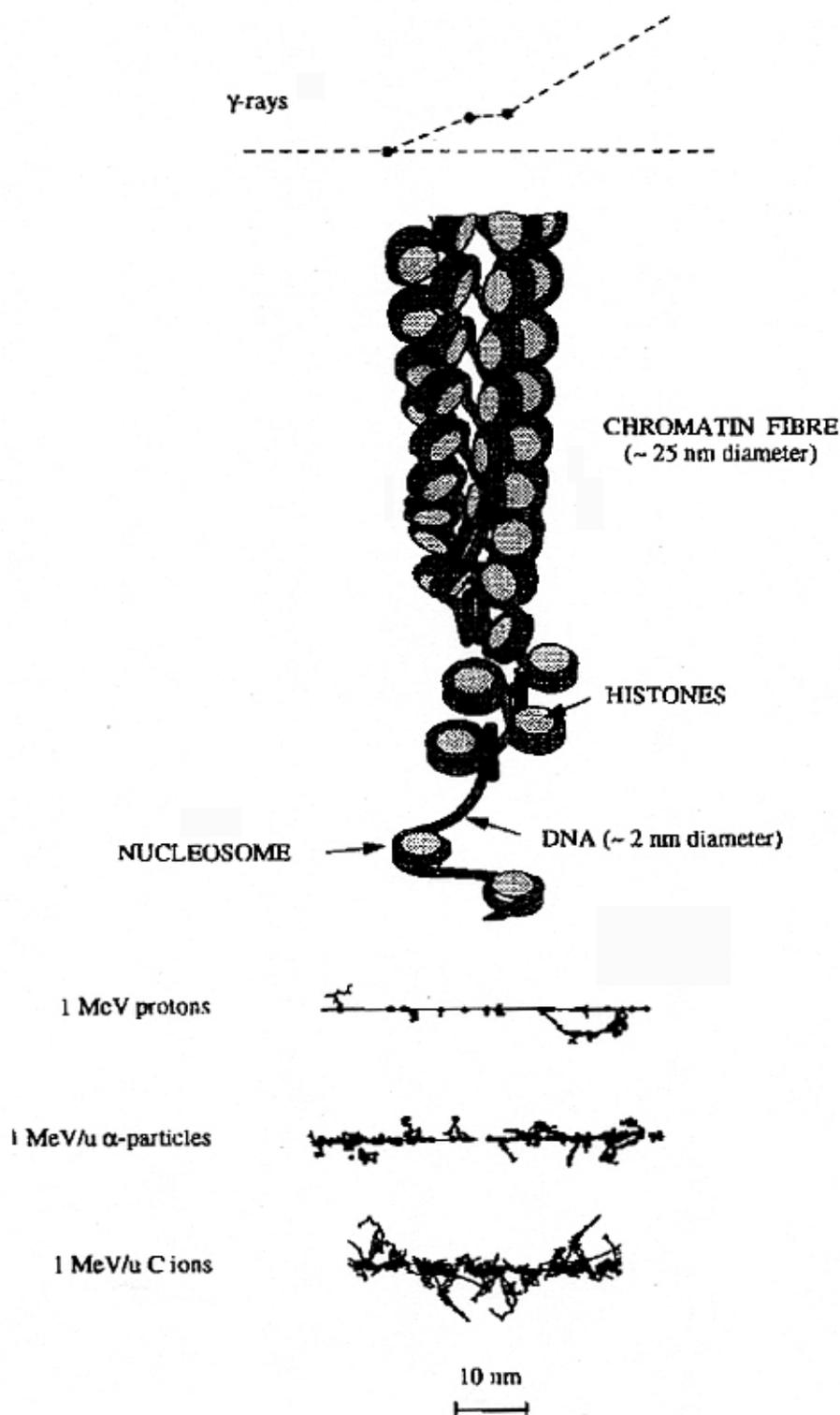
I.N.F.N. - Milano

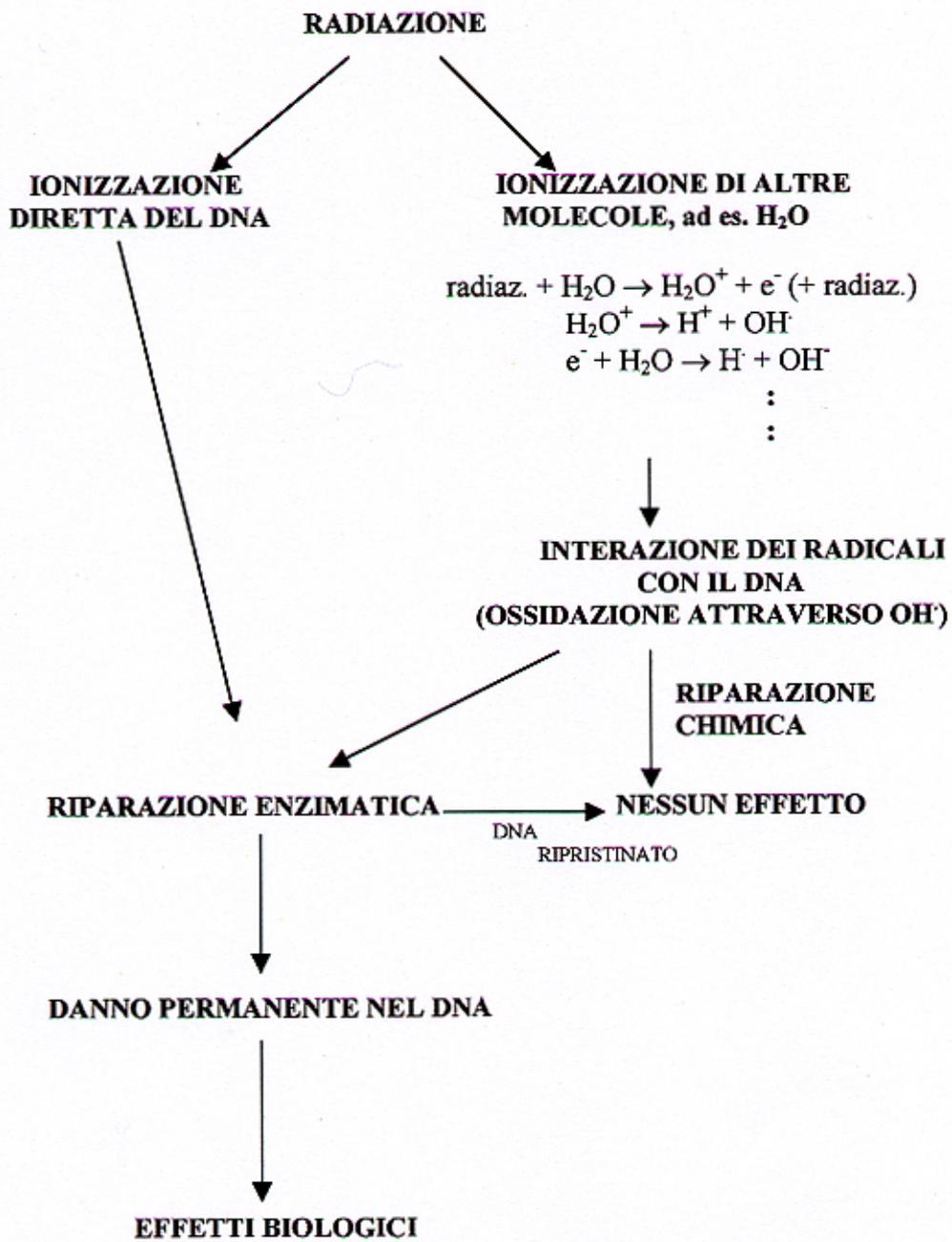


Scopo dell'esperimento da eseguire a Frascati presso il Laboratorio DAΦNE-Light è quello di esporre a righe monocromatiche della banda B dell' UV colture cellulari e studiare gli effetti biologici indotti in funzione della lunghezza d'onda e dell'esposizione.

Prosecuzione degli esperimenti già eseguiti all'Università di Milano dal gruppo di Radiobiologia della Prof.ssa Tallone con simulatore solare e filtri.

Rappresentazione schematica di tracce di radiazioni sparsamente e densamente ionizzanti confrontate con i bersagli biologicamente rilevanti



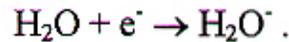


AZIONE INDIRETTA DELLE RADIAZIONI IONIZZANTI

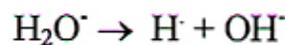
Una molecola d'acqua viene ionizzata dalla radiazione incidente:



e l'elettrone libero può essere catturato da un'altra molecola d'acqua neutra, con la produzione di una molecola con una carica negativa in eccesso:



I radicali ionici H_2O^+ e H_2O^- sono instabili (vita media dell'ordine di 10^{-10} s) e possono dissociarsi come segue:

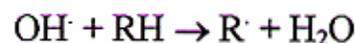


In entrambi i casi le specie risultanti sono uno ione (H^+ , OH^-) ed un radicale libero (H^\cdot , OH^\cdot). Il radicale ossidrile altamente reattivo OH^\cdot viene prodotto anche in seguito alla frequente reazione:

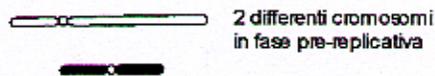


I radicali liberi possono diffondere per brevi distanze, raggiungendo molecole di importanza vitale per la cellula.

Si può semplificare la struttura di una molecola biologica complessa contenente idrogeno come la combinazione RH di un radicale libero R^\cdot con l'idrogeno. I radicali liberi H^\cdot e OH^\cdot possono combinarsi con queste molecole, dando luogo alle seguenti reazioni:



In entrambi i casi il risultato è la produzione di un radicale libero R^\cdot che può essere parte di un sistema biologicamente più complesso (un cromosoma, ad es.) e può alterare la funzione di quel sistema, causandone eventualmente l'inattività permanente se la sua funzionalità è irrimediabilmente compromessa, o cambiandone l'informazione genetica che sarà trasmessa nella riproduzione, così che la struttura della generazione successiva sarà differente (mutazione genetica).



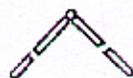
2 differenti cromosomi
in fase pre-replicative



Cromosoma in fase
pre-replicative (G1)



1 rottura in
ciascun cromosoma



Lesioni in entrambi i bracci
dello stesso cromosoma



Unione non corretta

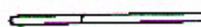


Unione non corretta

Replicazione (S)



Cromosoma dicentrico
più frammento acentrico



Replicazione (S)



Anelli sovrapposti

A



Cromosoma in fase
post-replicative

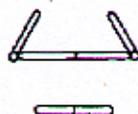
B



Rottura in ciascun
cromatide
(delezione isocromatidica)



Unione



Cromatide dicentrico simmetrico,
(più frammento cromatidico acentrico)

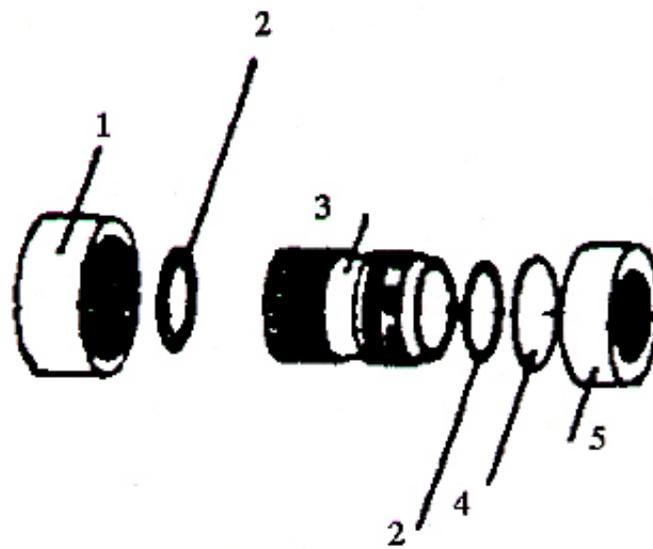
C

(A) I vari passi nella formazione di un dicentrico per irraggiamento di cromosomi in fase pre-replicative.

(B) Formazione di un anello in seguito ad irraggiamento di un cromosoma in fase pre-replicative.

(C) Formazione di un ponte anafasico dopo l'irraggiamento di un cromosoma in fase post-replicative.

I PORTACAMPIONI



Componenti dei "pozzetti" ⁱⁿteflon:

1. tappo
2. guarnizione
3. tubo di connessione
4. finestra di ~~zaffiro~~ ^{quarzo}
5. anello della flangia aperta

DEFINIZIONI

CELLULA SOPRAVVISSUTA: CELLULA CHE E' IN GRADO DI FORMARE UNA COLONIA COSTITUITA DA ALMENO 50 CELLULE DOPO UN CERTO PERIODO CHE DIPENDE DAL TEMPO DI GENERAZIONE.

CAMPIONE DI CONTROLLO: CAMPIONE BIOLOGICO CHE HA SUBITO LO STESSO TRATTAMENTO SPERIMENTALE DEI CAMPIONI IRRAGGIATI SALVO L'ESPOSIZIONE ALLA RADIAZIONE.

EFFICIENZA DI PIASTRAMENTO: RAPPORTO TRA IL NUMERO DI CELLULE SOPRAVVISSUTE ED IL NUMERO DI CELLULE PIASTRATE NEL CAMPIONE.

SOPRAVVIVENZA CELLULARE: RAPPORTO TRA L'EFFICIENZA DI PIASTRAMENTO DI UN CAMPIONE IRRAGGIATO CON UNA CERTA DOSE E QUELLA DEL CAMPIONE DI CONTROLLO.

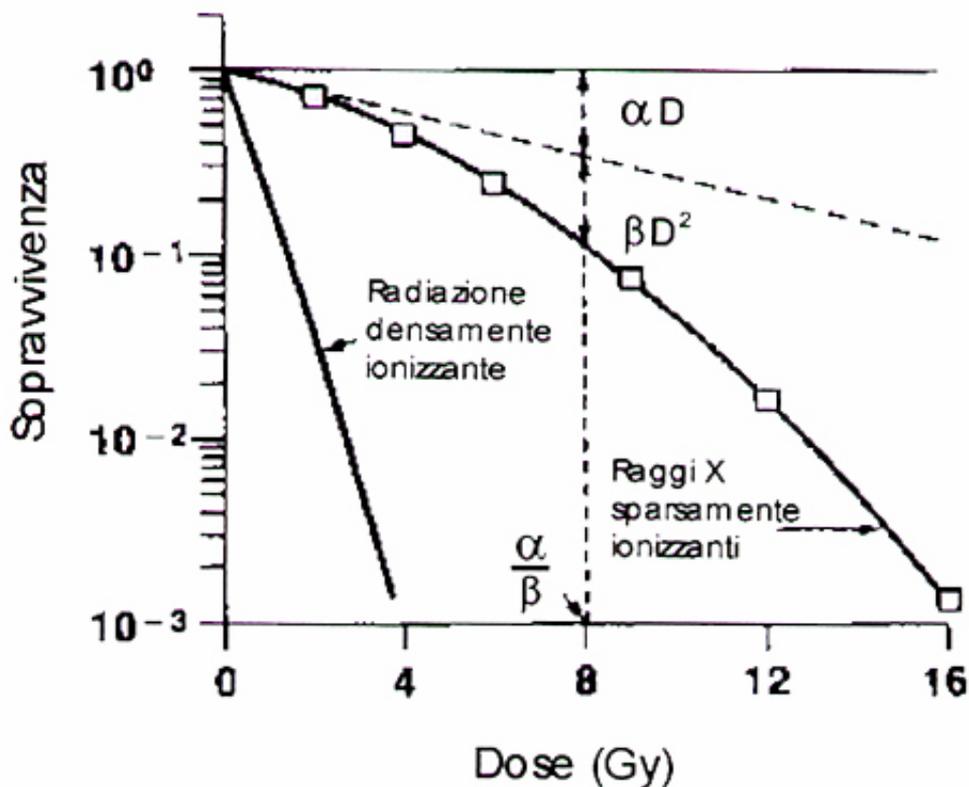
MORTALITA' RIPRODUTTIVA RITARDATA: INATTIVAZIONE DELLA CAPACITA' PROLIFERATIVA DELLA PROGENIE DELLE CELLULE SOPRAVVISSUTE ALLA RADIAZIONE.

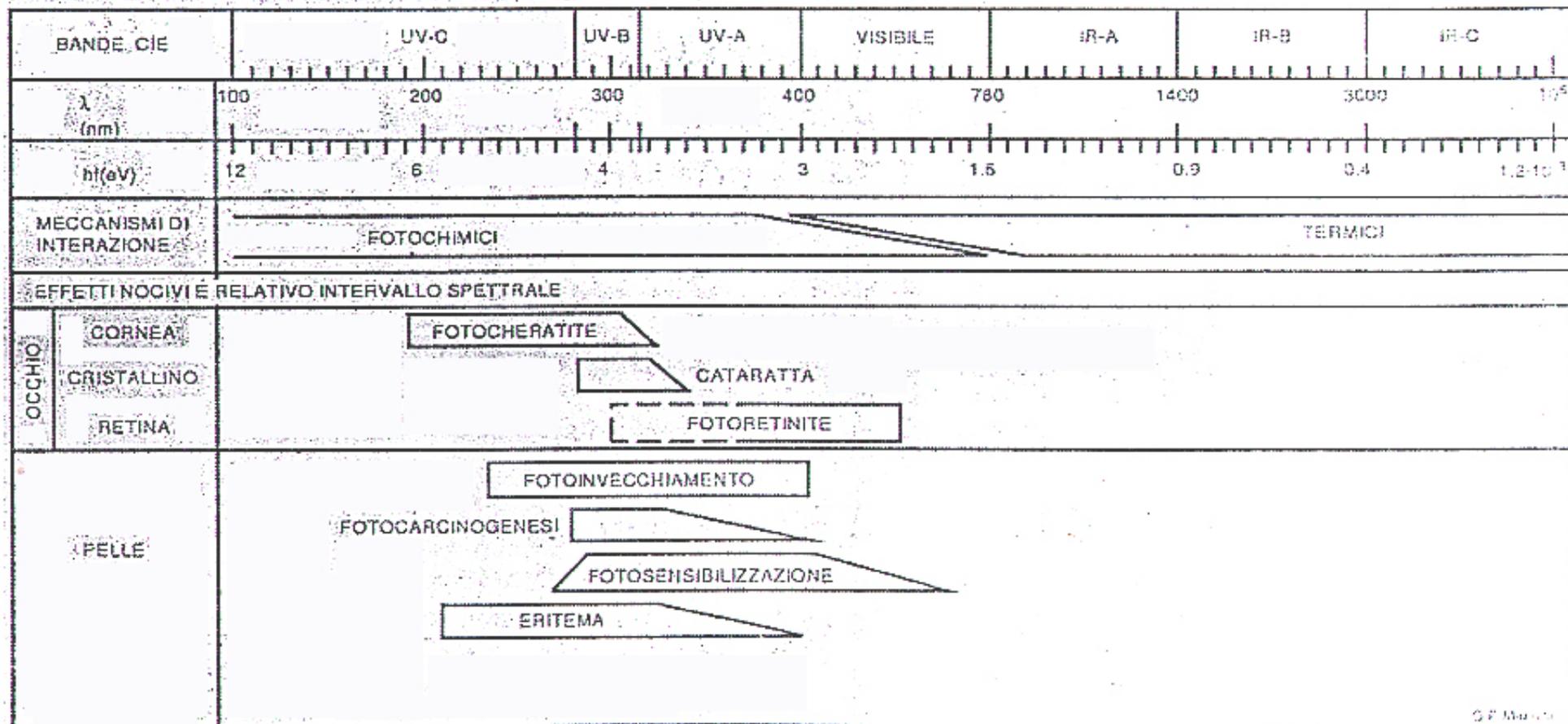
Andamenti di curve di sopravvivenza

La frazione delle cellule sopravvissute all'irraggiamento è riportata su scala logaritmica in funzione della dose su scala lineare.

Il fit è effettuato con una funzione lineare-quadratica.

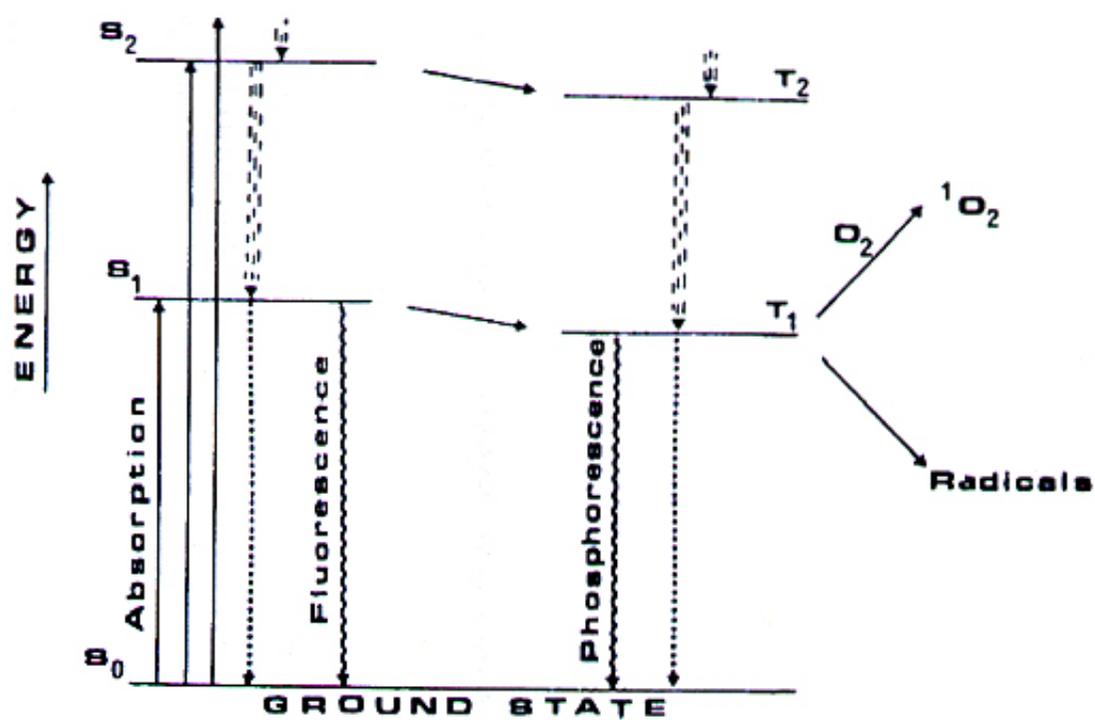
Ci sono due componenti della sopravvivenza cellulare: una è proporzionale alla dose (αD), mentre l'altra è proporzionale al quadrato della dose (βD^2).





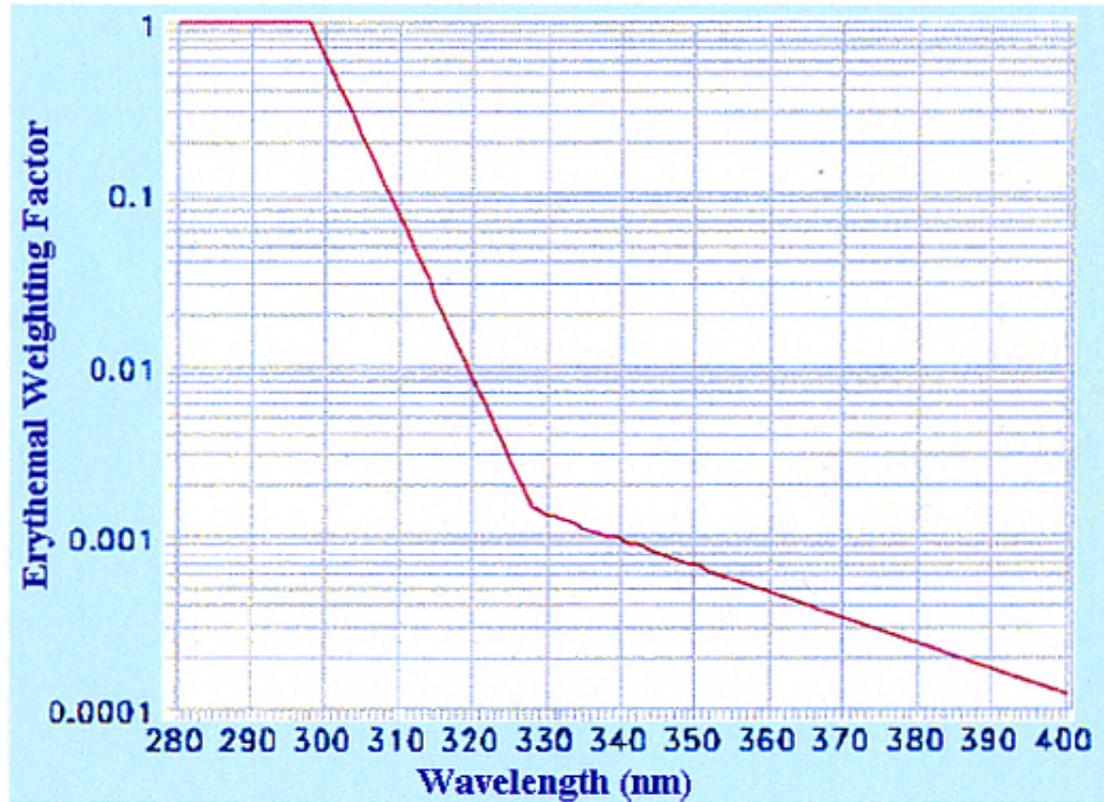
INTERAZIONE FOTOCHIMICA

FOTOSENSIBILIZZAZIONE



Half-life of some reactive species

<i>Reactive species</i>	<i>Half-life (s)</i>	<i>Physiol conc. (mol/l)</i>
Hydroxyl radical ($\cdot\text{OH}$)	10^{-9}	
Alcoxyl radical ($\text{RO}\cdot$)	10^{-6}	
Singlet oxygen ($^1\text{O}_2$)	10^{-5}	
Peroxynitrite anion (ONOO^-)	0.05 – 1.0	
Peroxyl radical ($\text{ROO}\cdot$)	7	
Nitric oxide ($\cdot\text{NO}$)	1 - 10	10^{-9}
Semiquinone radical	minutes/hours	
Hydrogen peroxide (H_2O_2)	spontan. hours/days (accelerated by enzymes)	$10^{-9} - 10^{-7}$
Superoxide anion ($\text{O}_2^{\cdot-}$)	spontan. hours/days (by SOD accel. to 10^{-6})	$10^{-12} - 10^{-11}$
Hypochlorous acid (HOCl)	dep. on substrate	



(Source : The International Commission on Illumination)

SPETTRO D'AZIONE STANDARD
DELL'ERITEMA

REFERENZE

-) J.E. COGGLE, "Biological Effects of Radiation", Taylor & Francis, 1983.
-) UNITED NATIONS, "Sources, Effects and Risks of Ionizing Radiation", United Nations ed., 1988.
-) M. GRANDOLFO et al., "Biological Effects and Dosimetry of Nonionizing Radiation - Erice 1981", ed. PLENUM, 1983.
-) UNSCEAR, "Genetic and somatic effects of ionizing radiation", United Nations ed., 1986.
-) UNSCEAR 2001, "Hereditary effects of radiation", United Nations ed., 2001.
-) J. KIEFER, "Biological radiation effects", Springer-Verlag, Berlin, 1990.
-) M. PELLICIONI, "Fondamenti fisici della radioprotezione", Pitagora, 1989.
-) A.M. SIANI, N. MUTHAMA, S. PALMIERI, "Total ozone and UV-B behaviour in 1992/1993 at mid-latitude station", "Stratospheric ozone depletion / UV-B radiation in the Biosphere", NATO ASI Series Vol. 18, 255-262, 1994.
-) D. BETTEGA, P. CALZOLARI, F. BELLONI et al., "Solar UV radiation: Differential effectiveness of UVB subcomponents in causing cell death, micronucleus induction and delayed expression of heritable damage in human hybrid cells.", Int. J. Radiat. Biol. 77 (9), 963-970, 2001.