

VARIAZIONI CLIMATICHE STORICHE NELL'AREA MEDITERRANEA

F. Ortolani

Ordinario di Geologia, Direttore del Dipartimento di Pianificazione e Scienza del Territorio, Università di Napoli Federico II

S. Pagliuca

Ricercatrice CNR-ISAFOM, Ercolano

Le condizioni climatico-ambientali del periodo storico (ultimi 3000 anni circa) rappresentano il risultato di una evoluzione iniziata circa 15.000 anni fa quando è terminata l'ultima glaciazione che aveva provocato una sensibile diminuzione delle temperature medie.

Il periodo compreso tra circa 8000 e 3800 anni fa è stato globalmente più caldo dell'attuale. Intorno a 3800 anni fa è iniziato un progressivo raffreddamento globale.

Correlazione tra la stratigrafia geoarcheologico-ambientale (colonna 1, l'evoluzione delle precipitazioni (P) e delle temperature (°C) (colonna 2) e l'evoluzione delle spiagge con sabbia silicoclastica (a) e organogena (b)

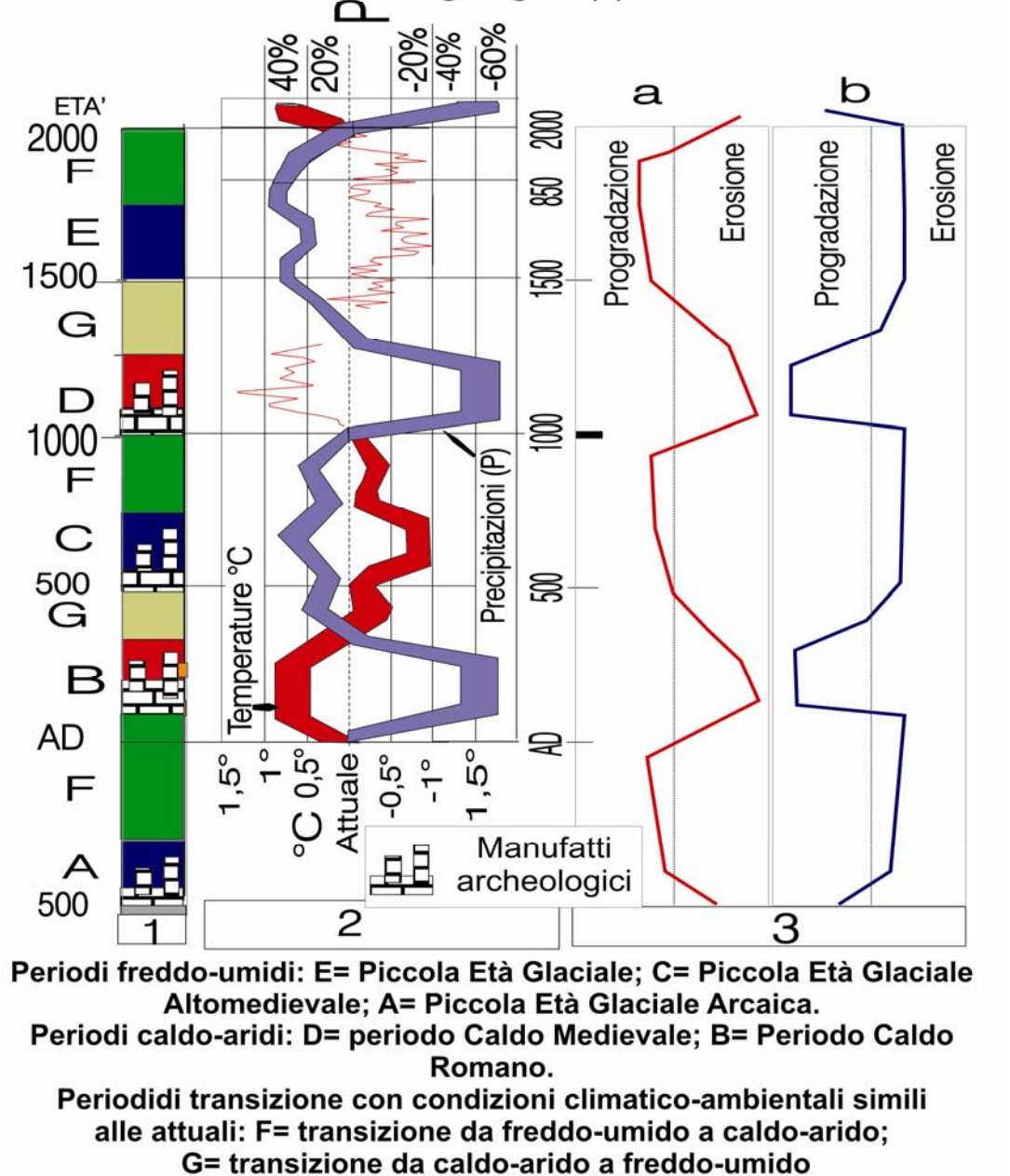


Figura 1: correlazione tra la stratigrafia geoarcheologico-ambientale (colonna 1), l'evoluzione delle temperature e delle precipitazioni (colonna 2), delle spiagge con sabbia silicoclastica (colonna 3, a) e organogena (colonna 3, b).

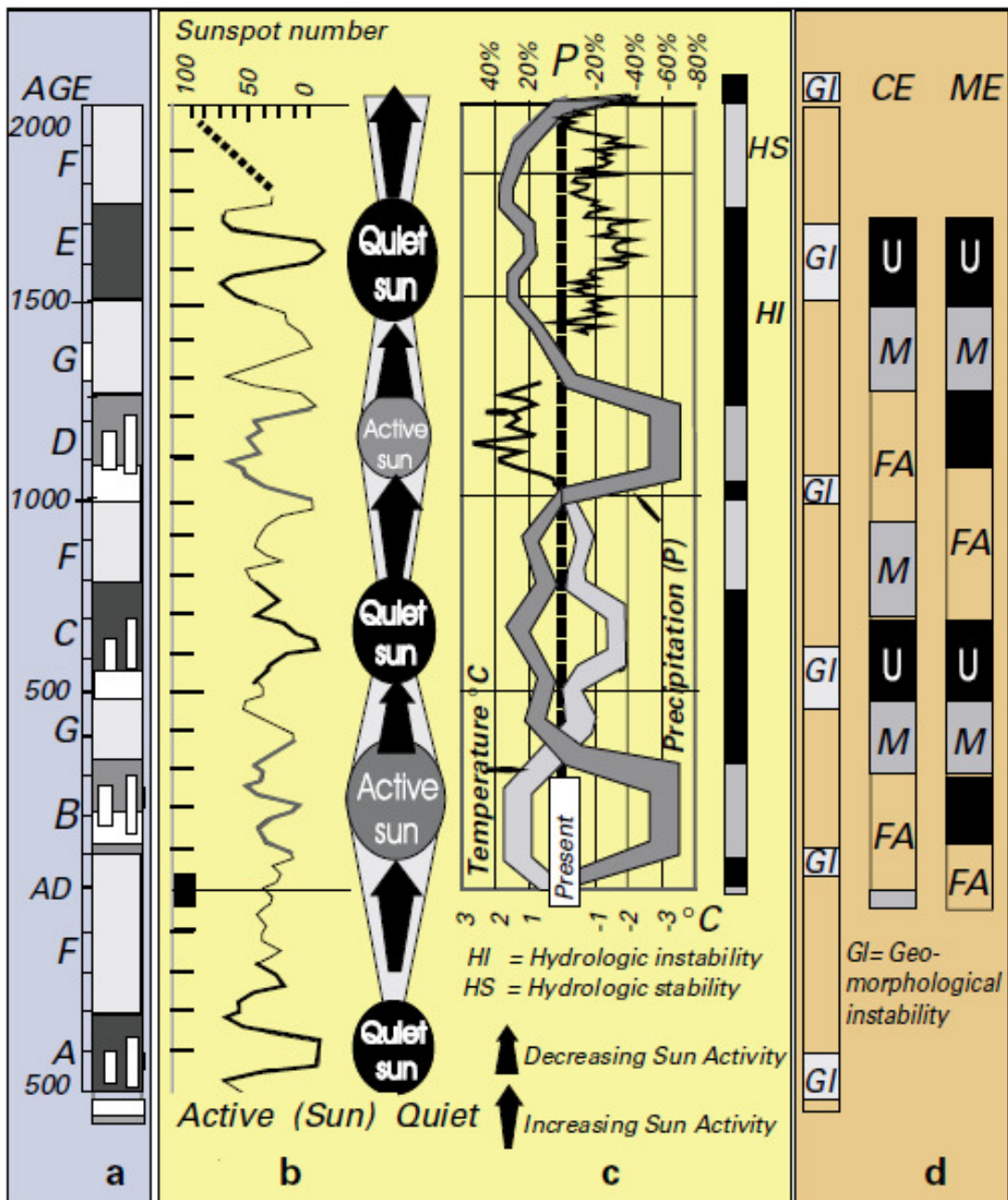


Figura 2: Correlazione tra l'evoluzione climatico-geoambientale dell'Area Mediterranea (a) con l'Attività Solare (b), le Temperature e Precipitazioni piovose (c) e le condizioni socio-economiche (d). CE= Europa Centrale; ME= Area Mediterranea a Sud di 42°N; FA= Condizioni Favorevoli; U= Condizioni sfavorevoli; M= Condizioni Moderatamente Favorevoli.

Negli ultimi 2500 anni si sono instaurate le condizioni climatiche globali che caratterizzano anche il periodo attuale.

La correlazione dei dati geoarcheologici con quelli paleoclimatici e quelli relativi all'attività solare plurisecolare sottolinea una stretta relazione tra i periodi freddo-umidi (Piccole Età Glaciali) e prolungati minimi di attività solare e tra i periodi caldo-aridi e una marcata e prolungata attività solare (figure 1, 2, 3 e 4). I periodi caldi e freddi si sono alternati con una ciclicità di circa 1000 anni.

Il periodo caldo medievale si è avuto in concomitanza con una fase di notevole attività solare, tra il 1100 e 1270 circa, che ha concluso un lungo periodo caratterizzato da un elevato numero di macchie solari, della durata complessiva di circa 400 anni e iniziato alla fine del IX secolo d.C. (figure 2 e 5).

La correlazione tra i dati di geoarcheologia ambientale ricavati dallo studio degli archivi mediterranei integrati e i dati relativi all'attività solare delle ultime migliaia di anni, ottenuti dai fisici solari, mette in evidenza che la variabilità ambientale naturale è strettamente connessa alla variabilità solare (figura 2 e 5).

L'ultimo periodo caldo avvenuto tra il 1100 e 1270, ben documentato stratigraficamente e storicamente, rappresenta il riferimento per comprendere i cambiamenti ambientali attesi nel prossimo futuro in relazione all'intensificazione dell'Effetto Serra (figure 4 e 5).

L'attività solare è stata dettagliatamente ricostruita da vari autori.

Secondo lo storico Charles Van Doren "I tre secoli, dal 1000 al 1300 circa, sono stati un periodo tra i più prosperi e progressisti nella storia europea". Questo scenario favorevole dal punto di vista ambientale e sociale fu stranamente interrotto durante un periodo di qualche decina di anni, dal 1020 al 1050 (che coincide con il minimo di attività solare di Oort). Vi fu una serie di straordinari e catastrofici eventi idrologici ed idrogeologici che provocarono una prolungata carestia, crisi di cannibalismo e un calo demografico (figura 3).

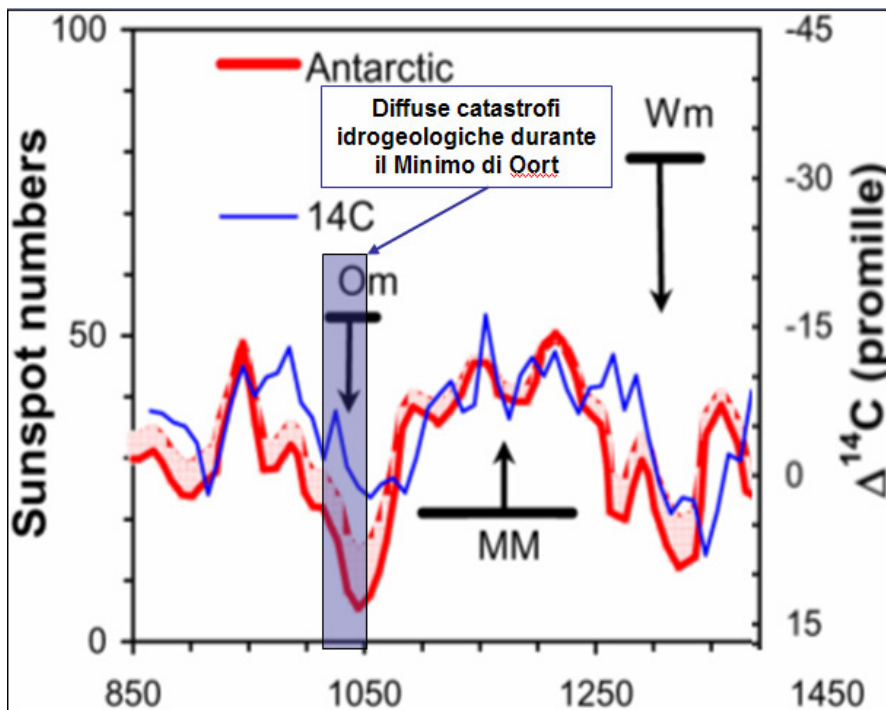


Figura 3: ricostruzione dell'attività solare nel periodo 850-1400 d.C., da Usoskin et al., 2003. Il monaco Radulphus Glaber, nel suo famoso *Historiarum* parla della carestia del 1033, descrivendo atroci misfatti di cannibalismo tra la povera gente.

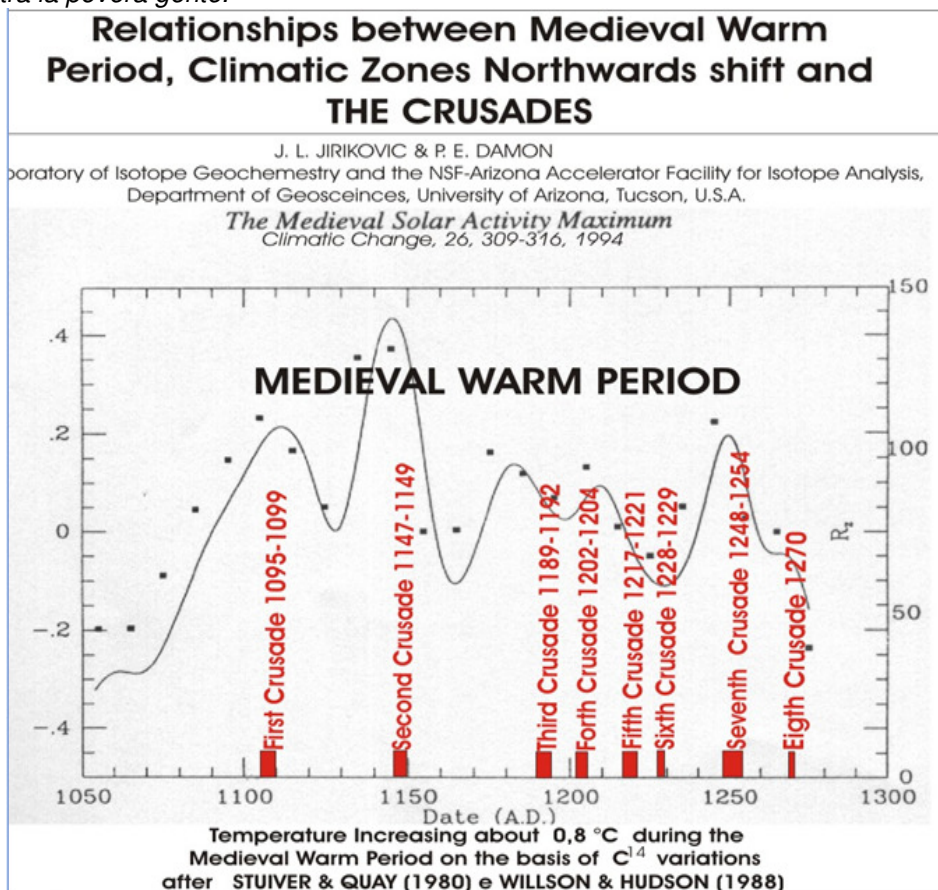
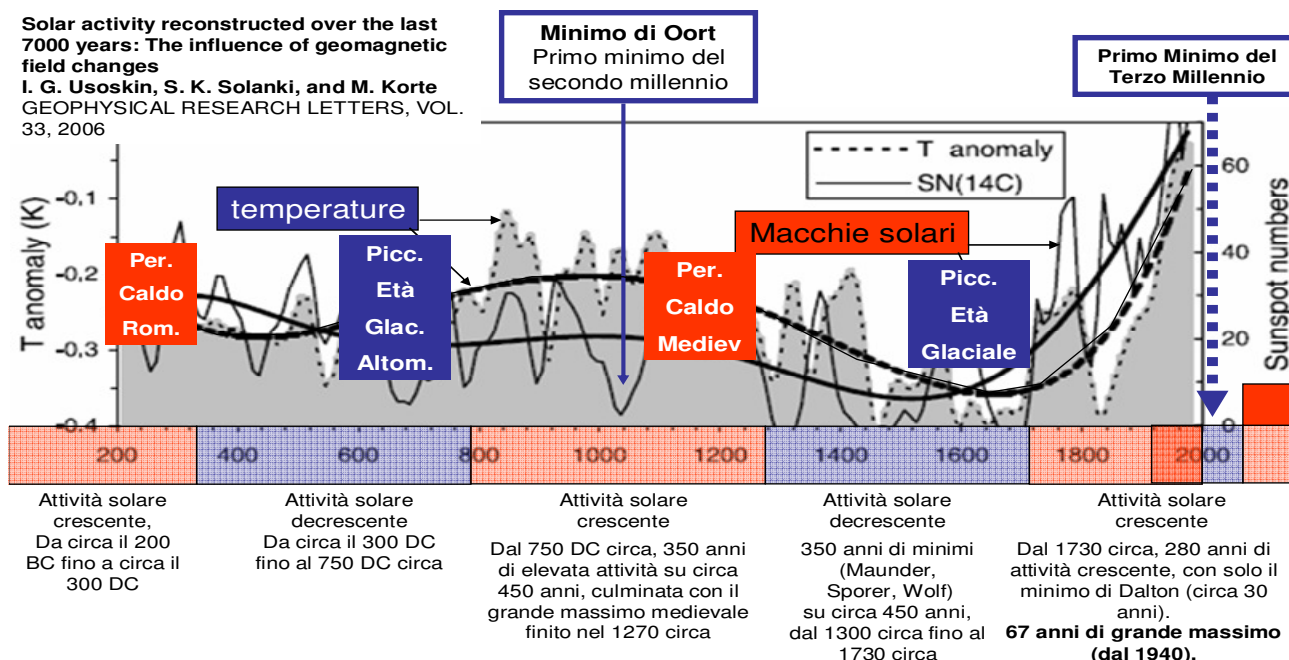


Figura 4: ricostruzione delle paleotemperature durante il periodo 1050-1280 d.C., da JiriKovic e Damon, 1994, correlate con le Crociate.

Solar activity reconstructed over the last 7000 years: The influence of geomagnetic field changes
 I. G. Usoskin, S. K. Solanki, and M. Korte
 GEOPHYSICAL RESEARCH LETTERS, VOL. 33, 2006



Anomalia delle temperature [Mann and Jones 2003, MJ03] e indici solari ricostruiti per il periodo AD 200 e AD 1975
 temperature (in grigio) e loro andamento di lungo termine (curva tratteggiata, polinomiale di sesto ordine) correlate con il numero ricostruito, dal 14C, di macchie solari (curva sottile) e loro andamento di lungo termine (linea spessa intera)

67 anni di grande massimo (dal 1940), che sarà interrotto dal primo minimo del 3° millennio. Dopo dovrebbe riprendere un'attività da grande massimo per almeno 100-150 anni ancora

Figura 5: variazione dell'attività solare e modificazioni ambientali globali negli ultimi 2000 anni e previsione dell'evoluzione nel prossimo futuro.

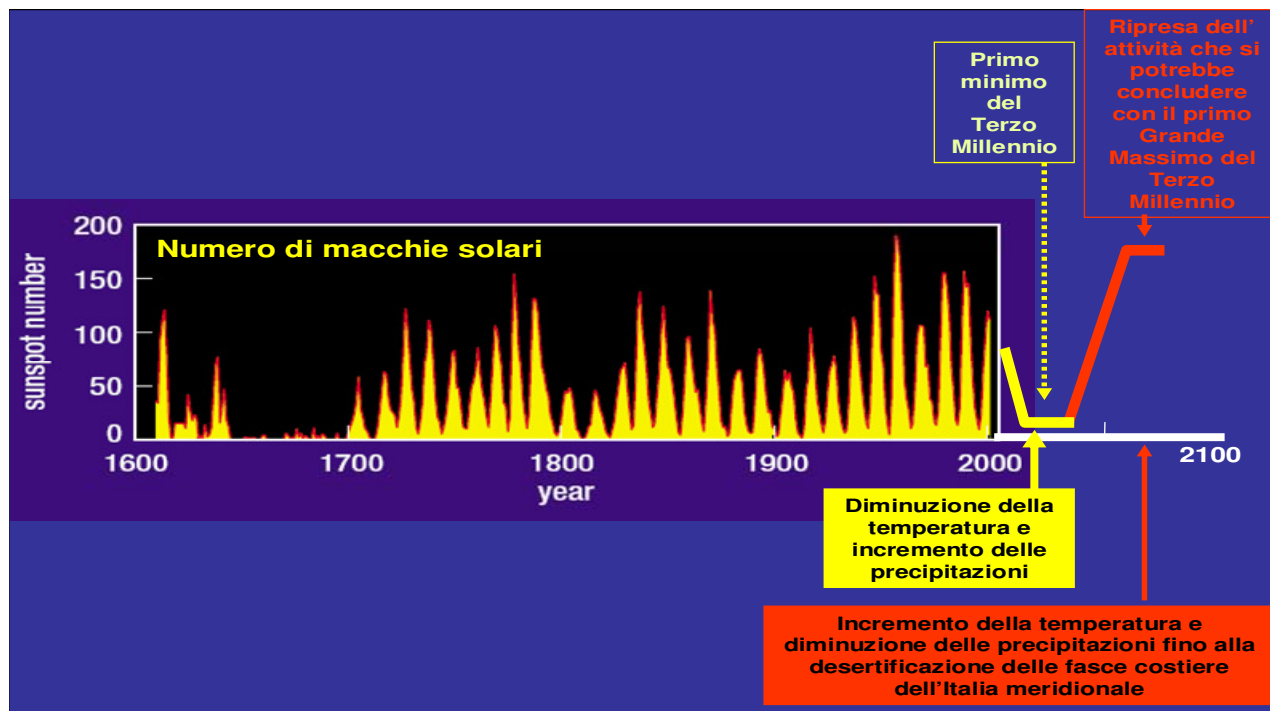


Figura 6: Evoluzione dell'attività solare negli ultimi 4 secoli e previsione per il prossimo futuro.

Le cronache e gli annali Medievali riportano innumerevoli episodi di carestia attribuiti al cattivo tempo durante questo periodo. Umberto Eco scrivendo del cambiamento ambientale che interessò l'Europa 1000 anni fa, spiega che tra il 950 e il 1300 i raccolti erano così abbondanti che la popolazione europea incrementò del 50%. Le fasce climatiche si erano spostate da 4 ad 8 gradi verso nord.

L'area mediterranea fu interessata da condizioni climatiche caldo-aride mentre il centro nord Europa godette di condizioni simili a quelle mediterranee. Si svilupparono le banche, le attività finanziarie e le assicurazioni. Gli agricoltori inglesi intrapresero redditizie produzioni di vino.

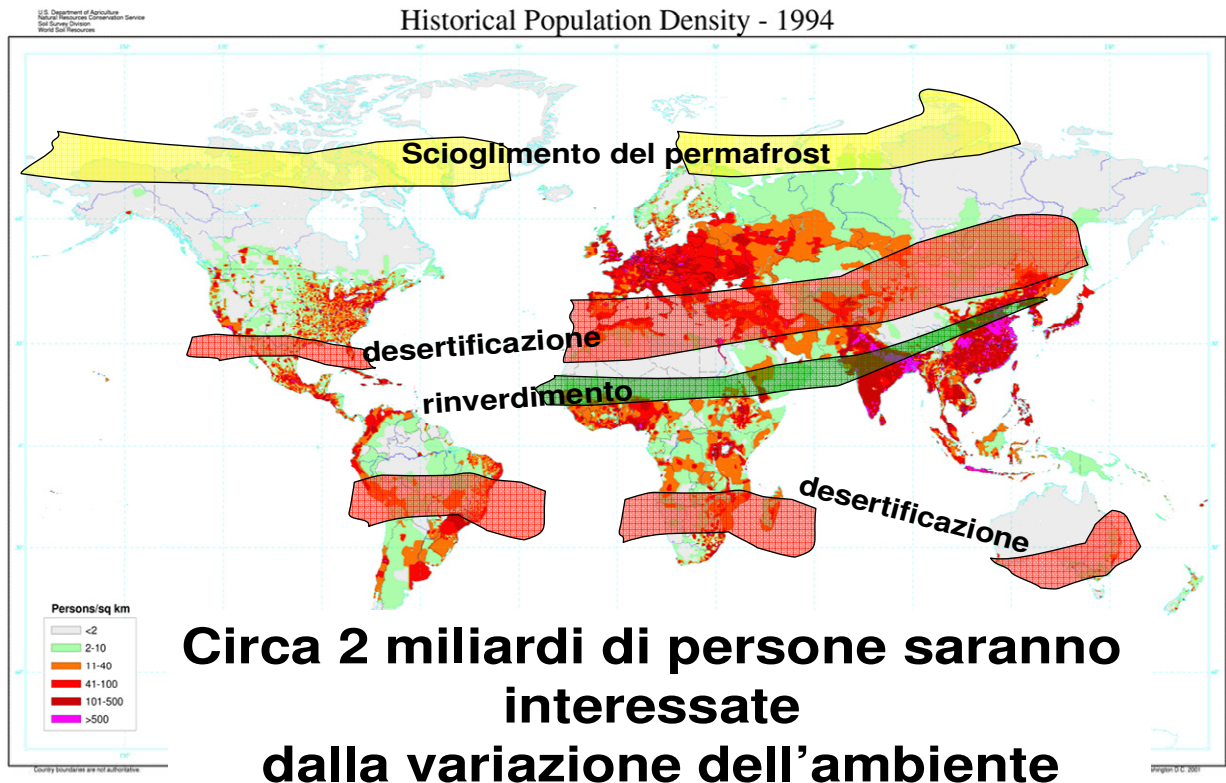


Figura 7: Aree che saranno più significativamente interessate dalla variazione climatica su scala globale.

Il limite settentrionale dell'uva, durante il periodo caldo medievale si era spostato circa 600 km più a nord di quello attuale della Francia e Inghilterra.

Gli storici affermano che era sicuramente un mondo più caldo. Edinburgo godette del clima attuale di Londra mentre Londra godette del clima attuale della valle della Loira in Francia. Come se il clima di S. Francisco, negli Stati Uniti, si fosse trasferito a Seattle.

L'evoluzione dell'attività solare e ambientale, dal 1730 circa ad oggi, sta avvenendo quasi nello stesso modo con il quale si sviluppò 1000 anni fa nel Medioevo (figure 3 e 4) e sta determinando un progressivo spostamento verso nord delle fasce climatiche dell'emisfero settentrionale (figure 7 e 8).

Infatti è da circa 280 anni che il sole è caratterizzato da attività crescente, con solo il minimo di Dalton all'inizio del XIX secolo (circa 30 anni).

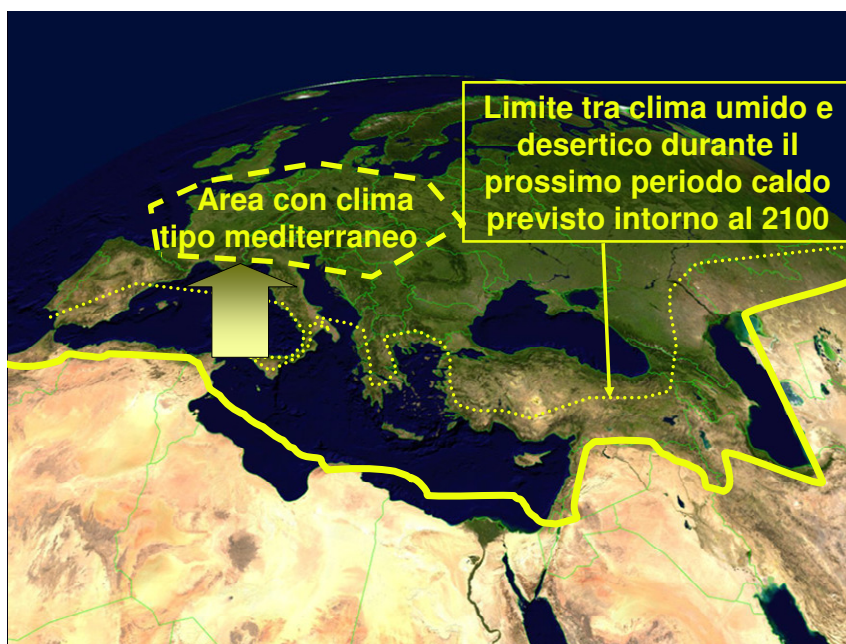
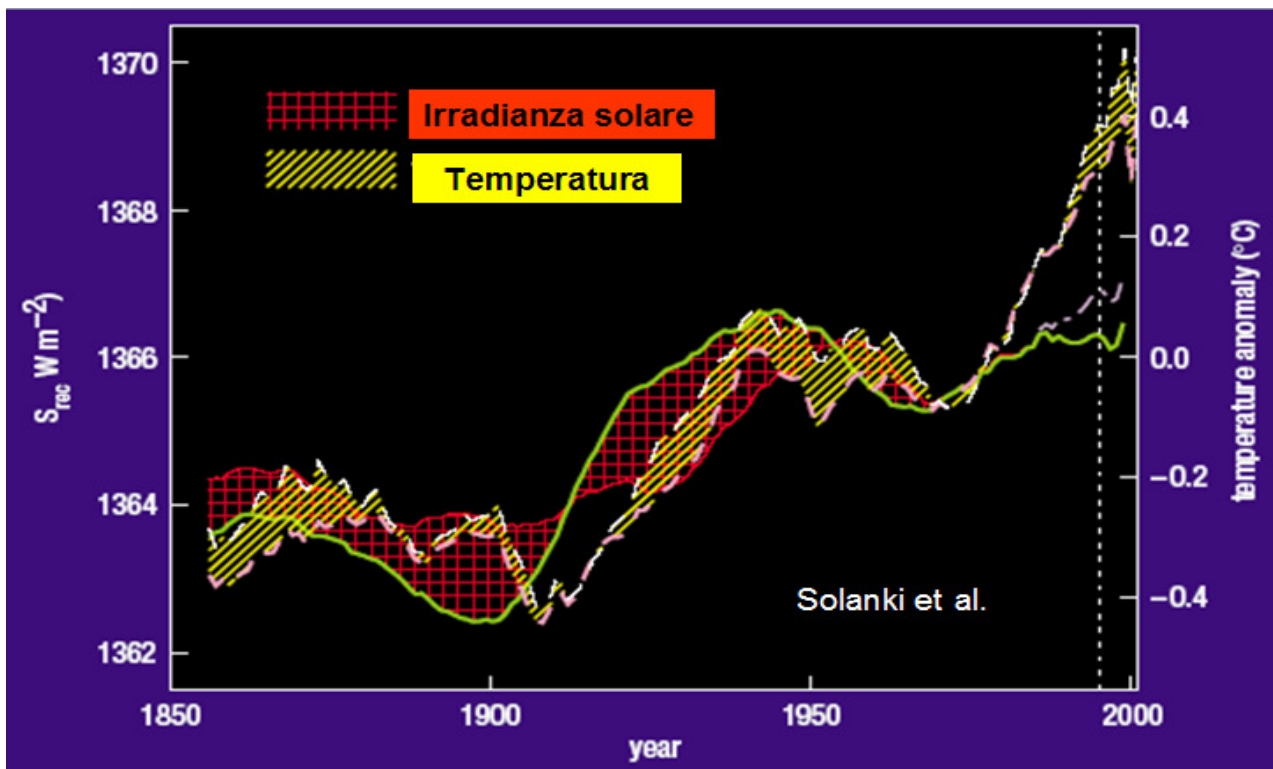


Figura 8: previsione dello spostamento verso nord delle fasce climatiche nel prossimo futuro.



Nella figura si nota che l'andamento dell'irradianza UV e del flusso di raggi cosmici sono simili. Dopo il 1980, comunque, la temperatura terrestre evidenzia un rapido sollevamento, mentre l'irradianza solare mostra un debole incremento secolare. Secondo Solanki et al., il sole può giustificare solo il 30% di quest'ultimo incremento della temperatura e i gas ad effetto serra antropogenici rappresenterebbero l'alternativa dominante.

Figura 9: relazioni tra incremento dell'attività solare e della temperatura negli ultimi 150 anni.

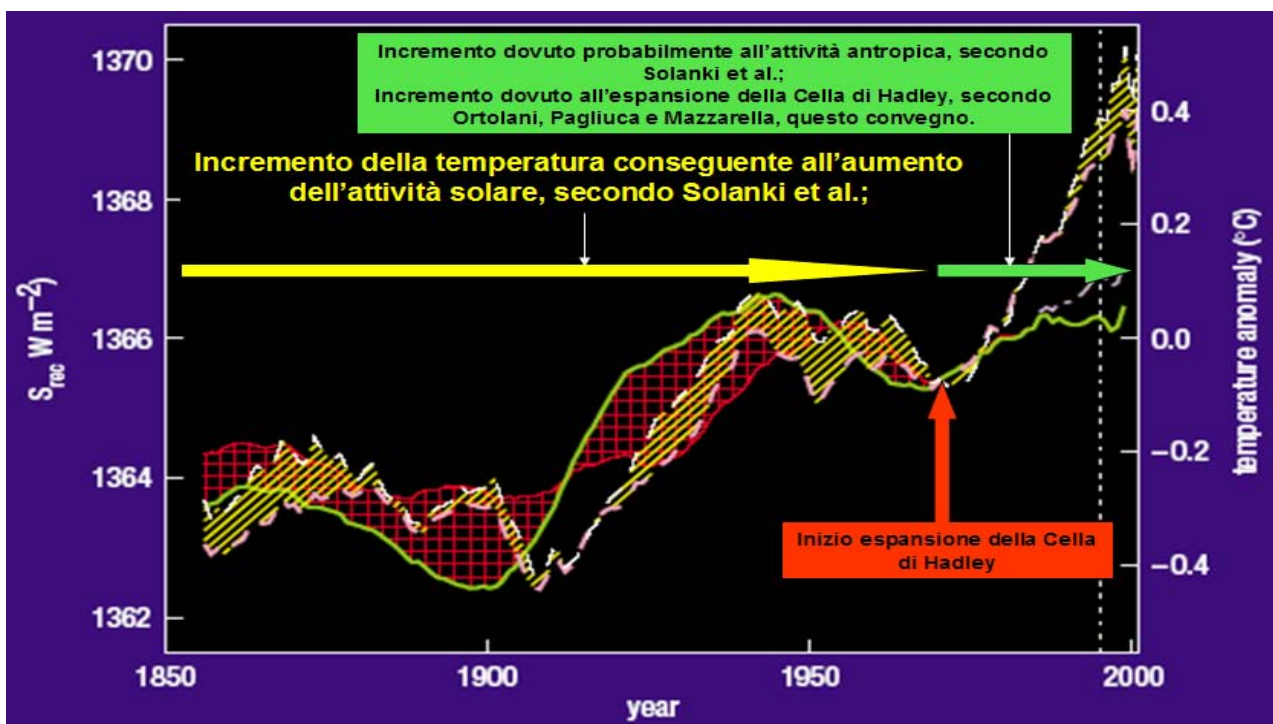


Figura 9: interpretazione dell'incremento della temperatura da 1970 ad oggi secondo Usoskin et al. e secondo Ortolani e Pagliuca.

L'incremento dell'attività solare spiega l'incremento della temperatura fino al 1970; il rapido incremento successivo sarebbe da imputare allo spostamento verso nord della Cella di Hadley in seguito all'espansione della fascia calda intertropicale (figure 8 e 9). Da 67 anni il sole è in uno stato di grande massimo (dal 1940), che, secondo le previsioni dei fisici solari, dovrebbe essere interrotto dal primo minimo del 3° millennio che dovrebbe iniziare tra il 2015-2025 circa (figure 5 e 6). Tale minimo corrisponderebbe al minimo di Oort che determinò una serie di catastrofi idrogeologiche tra il 1020 e 1050 circa. Dopo il previsto minimo, che

dovrebbe provocare un'inversione di tendenza rispetto all'evoluzione climatica delle ultime decine di anni con conseguente disordine idrogeologico e aggravamento dei dissesti, il sole, intorno alla metà del XXI secolo, dovrebbe riprendere un'attività da grande massimo per almeno 100-150 anni ancora determinando la definitiva traslazione delle fasce climatiche verso nord e l'instaurazione di condizioni desertiche (precipitazioni piovose comprese tra 200 e 250 mm/anno) lungo le fasce costiere del Mediterraneo centro-meridionale, come durante il Periodo Caldo Medievale (figura 8).

Bibliografia essenziale

Mitas CM, Clement A (2006). Recent behavior of the Hadley cell and tropical thermodynamics in climate models and reanalyses. *Geophysical Research Letters* 33 (1): Art. no. L01810 (doi: 10.1029/2005GL024406). [online] URL: <http://adsabs.harvard.edu/abs/2006GeoRL..3301810M>

Ortolani F, Pagliuca S (1994). Variazioni climatiche e crisi dell'ambiente antropizzato. *Il Quaternario* 7 (1): 351-356.

Ortolani F, Pagliuca S (2003). Cyclical Climatic-Environmental Changes in the Mediterranean Area (2500 BP-Present Day). PAGES International Project Office Bärenplatz 2 CH-3011 Bern Switzerland VOL.11, N°1 – APRIL 2003

Pagliuca S, Ortolani F (2007). Considerazioni sulle modificazioni climatiche e ambientali nel periodo storico e nel prossimo futuro. Dipartimento Terra e Ambiente - CNR, Roma 12-13 settembre 2007 Conferenza Nazionale Cambiamenti climatici.

Usoskin IG, Solanki SK, Korte M (2003). Solar activity reconstructed over the last 7000 years: The influence of geomagnetic field changes. *Geophysical Research Letters* 33 (8). [online] URL: <http://cat.inist.fr/?aModele=afficheN&-cpsidt=17828004>

Usoskin IG, Solanki SK, Schüssler M, Mursula K, Alanko K (2003). Millennium-scale sunspot number reconstruction: evidence for an unusually active sun since the 1940s. *Physical Review Letters* 91 (21) (doi: 10.1103/PhysRevLett.91.-211101). [online] URL: <http://prola.aps.org/abstract/PRL/-v91/i21/e211101>

Usoskin IG, Schüssler M, Solanki SK, Mursula K (2005). Solar activity, cosmic rays, and Earth's temperature: A millennium-scale comparison. *Journal of Geophysical Research* 110 (a10): Art. No. A10102 (doi: 10.1029/2004-JA010946). [online] URL: <http://www.agu.org/pubs/crossref/2005/2004JA010946.shtml>

Usoskin IG, Kovaltsov GA (2006). Cosmic ray induced ionization in the atmosphere: Full modeling and practical applications. *Journal of Geophysical Research* 111 (D21): Art. No. D2120 (doi: 10.1029/2006JD007150). [online] URL: <http://www.agu.org/pubs/crossref/2006/2006JD007-150.shtml>