

EV-K2-CNR: 20 ANNI DI RICERCA SCIENTIFICA NEL SAGARMATHA NATIONAL PARK

di A. LAMI

CNR URT "Ev-K2-CNR", Bergamo
CNR ISE, Verbania
a.lami@ise.cnr.it

Introduzione

La profonda trasformazione climatica del Pianeta Terra è stata largamente riconosciuta ed accettata, come il risultato non solo delle grandi forze della natura, ma anche come conseguenza del progressivo incremento dell'attività antropica. Il fenomeno è noto come cambiamento globale (Steffen et al. 2004; IPCC AR4 2007). Questa trasformazione, iniziata circa 200 anni fa, ha subito un'accelerazione profonda durante la seconda metà del ventesimo secolo. Nel corso degli ultimi 100 anni la popolazione umana è cresciuta da poco più di uno a sei miliardi e le attività economiche sono aumentate di quasi 10 volte fra 1950 e 2000 (Fig.1). Le connessioni tra le diverse aree abitate del mondo sono diventate sempre più strette a causa della globalizzazione delle economie e dei flussi delle informazioni. Circa la metà della superficie emersa della terra è stata modificata e sfruttata dall'uomo. La maggior parte delle aree di pesca del mondo sono state sfruttate completamente o addirittura sovra-sfruttate. La composizione dell'atmosfera - gas di serra, gas reattivi, particelle dell'aerosol - è ora significativamente differente rispetto a quello che era un secolo fa.

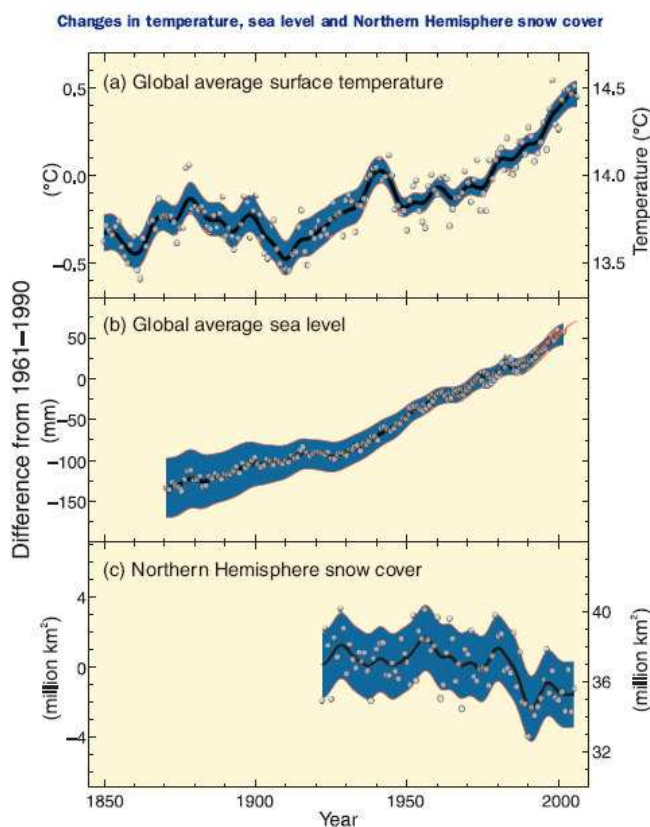


Fig. 1 Cambiamenti misurati dei valori medi globali della temperatura superficiale (a), del livello medio dei mari misurata da mareografi (blu) o da rilevazioni satellitari (rosso) e della copertura nevosa dell'Emisfero Nord nel periodo Marzo-Aprile. I dati sono espressi come scostamenti rispetto alla media del periodo 1961-1990. La curva rappresenta la media mobile con passo di ordine 10. L'area colorata il grado di incertezza misurato in (a) e (b) e stimato da serie storiche in (c). Tratto da IPCC AR4 2007)

La connessione tra queste alterazioni e il cambiamento a livello globale in atto è sempre più evidente così come il fatto che le condizioni climatiche oggi osservate non hanno equivalenti almeno nell'ultimo mezzo milione di anni.

Malgrado sia necessaria una conoscenza più profonda per capire il meccanismo e la proiezione futura del cambiamento climatico, è tuttavia evidente che il mutamento del clima già osservato ha avuto un forte effetto sulla società e, quindi, la domanda circa la sostenibilità dello sviluppo economico è divenuta il primo punto nell'Agenda delle grandi organizzazioni internazionali quali ad esempio UNEP (GEO-4 2007). Infatti, gli effetti negativi del cambiamento climatico sono strettamente collegati con altri aspetti problematici come la degradazione dei suoli, il crollo delle industrie della pesca, la perdita di biodiversità e la comparsa di malattie e parassiti. Per dare una risposta adeguata a questi problemi non è più possibile seguire lo schema utilizzato fino ad oggi in cui ciascuna questione veniva affrontata una alla volta ignorando le interazioni tra i diversi processi; ad esempio la capacità di risposta di un ecosistema può essere aumentata e quindi gli effetti negativi sia sull'ambiente e sulla società umana essere ridotti con l'adozione di strategie di mitigazione volte a conservare la biodiversità. In questo caso con mitigazione si intende un intervento dell'uomo volto a ridurre l'emissione di gas serra o aumentare la capacità di rimozione della CO₂ atmosferica, mentre un'azione di adattamento al cambiamento climatico si intende una riorganizzazione delle ecosistema o della società per ridurre gli effetti negativi o sfruttare eventuali condizioni favorevoli in risposta ad un cambiamento climatico. E' quindi necessario lo sviluppo di un nuovo metodo concettuale dove il cambiamento globale è collegato con l'ambiente, lo sviluppo e il benessere della società umana; questo metodo è indicato come olistico o ecosistemico (Fig. 2).

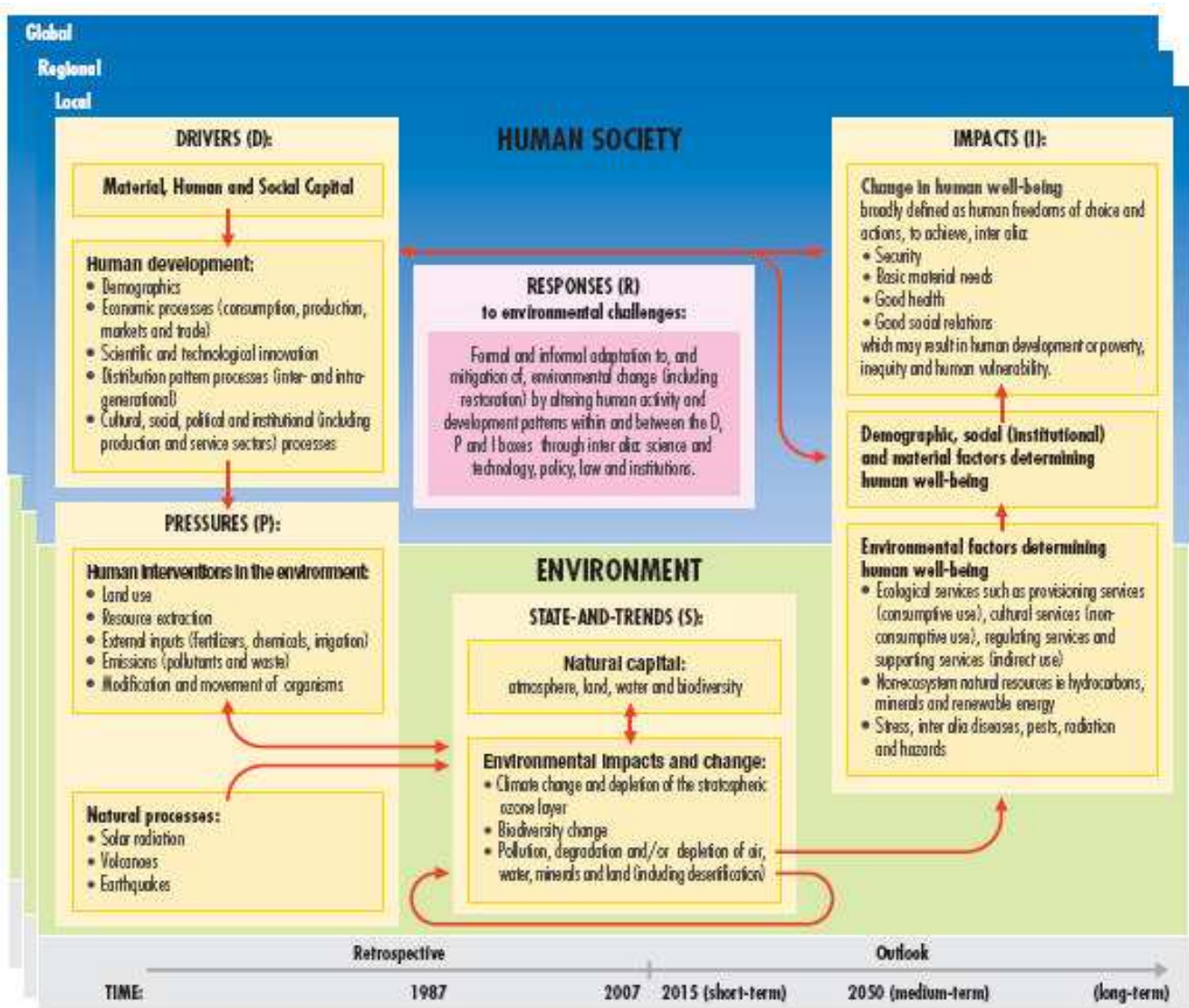


Fig. 2. L'approccio ecosistemico (GEO4, UNEP 2007)

Questo tipo di approccio richiede che vengano sviluppate un ampio numero di ricerche interdisciplinari onde descrivere in modo appropriato i cambiamenti ambientali, le possibilità di sviluppo e dare riposta ai numerosi quesiti quali: “Come funziona l’ecosistema terra in assenza dell’impatto antropico? Come è possibile distinguere gli effetti antropici dalla variabilità naturale? Quale sono le conseguenze dei variazioni del clima sulla società? Quanto è “robusto” il sistema Terra per compensare le variazioni del clima?Può l’azione dell’uomo determinare delle transizioni improvvise e potenzialmente non reversibili dell’Ecosistema Terra tali che non possano essere fronteggiate con misure di adattamento? Qual è il rischio che corre l’Uomo alterando il naturale funzionamento del suo sistema di sopravvivenza?”

A questo proposito l’ONU, con l’obbiettivo di sensibilizzare la società su questi temi, ha proclamato il 2008 come l’Anno internazionale del Pianeta Terra (IYPE) con la seguente motivazione:

“The human race needs its planet. We depend upon it completely, because we evolved from it, remain forever part of it, and can exist only by courtesy of the self-sustaining Earth System.

The Earth is unique not only in our Solar System, but as far as we know, in the accessible universe. It is not just the only planet we have – it is the only living planet we know, or may ever know.

The Earth provides so many riches, about which we have so much more to learn – as innovative new research techniques are brought to bear. The more we learn, the more we understand that we must nurture the Earth as we would our children, for their sake.

Planet Earth in our hands”

Un’analisi delle tendenze sociali ed economiche, delle condizioni ambientali sia a livello regionale che globale in parallelo con un’analisi degli impatti dell’uomo sull’ecosistema nel corso dell’ultimo ventennio ha portato a identificare 4 aree di maggiore impatto dei cambiamenti globali:

Atmosfera: quale sono gli impatti delle condizioni atmosferiche sull’uomo e l’ambiente. In questo ambito si trovano anche le problematiche relative alla qualità dell’aria, il consumo dello strato di Ozono;

Suolo: la crescente richiesta di sfruttamento dei suoli legati all’aumento della popolazione determina una progressiva degradazione dei suoli. Uno degli elementi che più evidenziano lo sfruttamento dei suoli è la variazione nel loro uso con una riduzione sia in termini quantitativi che qualitativi delle aree forestali a favore dell’espansione delle aree agricole e urbane;

Acqua: La crescente pressione antropica sta determinando una forte alterazione dei fattori che regolano il ciclo dell’acqua e La degradazione delle risorse idriche con conseguenze negative sull’ambiente;

Biodiversità: un punto cardine affinché lo sviluppo possa essere riconosciuto come sostenibile è che sia in grado di produrre una sintesi attendibile e aggiornata dello stato e delle tendenze della biodiversità globale.

Queste preoccupazioni sul futuro sono state raccolte e fatte proprie dall’UNEP con la proclamazione della Convenzione sulla Biodiversità. Questo documento sottoscritto da 170 paesi e quindi entrato in vigore nel 1993 aveva tre obiettivi principali: la promozione della conservazione della biodiversità, l’uso sostenibile delle risorse e un uso equo e congruo dei benefici derivanti dall’uso delle risorse genetiche. Questo perché con l’attuale tasso di incremento della popolazione umana, la pressione sulle risorse e l’intensità di utilizzo sono destinate ad aumentare fino ad un livello tale da compromettere la capacità dei sistemi naturali di fornire quei beni e servizi da cui in ultima analisi dipende l’intera Umanità. Questi sono ancora attuali come testimoniano le parole pronunciate dal Segretario delle Nazioni Unite, Kofi Annan, in un suo discorso in occasione del Forum

Internazionale sulla Biodiversità nel 2005: "Failure to conserve and use biological diversity in a sustainable manner would result in degrading environments, new and more rampant illnesses, deepening poverty and a continued pattern of inequitable and untenable growth,"

I cambiamenti climatici così come previsti dai modelli globali di circolazione atmosferica produrranno alterazioni sia sugli ecosistemi acquatici che terrestri e potranno avere conseguenze negative per l'umanità. Tuttavia è ancora necessaria una approfondita verifica circa le previsioni e gli scenari basati su questi modelli attraverso il confronto con serie storiche sufficientemente lunghe e attendibili; in secondo luogo occorre comprendere la dinamica dei cambiamenti in funzione sia delle variazioni climatiche naturali che dell'azione dell'uomo. In questo contesto un ruolo particolarmente importante assumono gli studi condotti in aree remote e tra queste proprio quelli localizzati alle alte quote o alle alte latitudini. Gli ecosistemi situati in aree remote, artiche ed alpine, per le loro caratteristiche biotiche e abiotiche sono anche estremamente vulnerabili e sensibili e universalmente considerati siti ideali per lo studio dei cambiamenti ambientali a lungo termine (es. Overpeck et al. 1997).

Un aspetto importante di cui bisogna tenere conto è che le conoscenze ad oggi ottenute sulle condizioni climatiche e la loro evoluzione negli ultimi secoli sono fortemente influenzate dalla distribuzione dei siti investigati e che questi sono concentrati nell'emisfero Nord e alle alte latitudini (Bradley and Jones, 1993; Hughes and Diaz, 1994). E' quindi necessario, al fine di testare e validare le ricostruzioni a scala globale, espandere le ricerche nelle regioni meno investigate della terra. In particolare l'area Himalayana gioca un ruolo fondamentale nella circolazione atmosferica sia a scala locale sia extra-regionale. I risultati di alcuni studi (Prell & Kutzbach 1992; Vernekar et al. 1995) hanno infatti messo in evidenza una connessione tra le condizioni climatiche nell'area Himalayana e le oscillazioni del clima associate al fenomeno del El Niño/Southern Oscillation (ENSO) e quindi un legame con la circolazione globale dell'atmosfera.

L'importanza di valutare in modo globale il fenomeno dei cambiamenti climatici e la necessità di rappresentare la grande variabilità sia spaziale che temporale con cui questi effetti si presenteranno è stato un tema ripreso anche dal recente 4th Assessment Report prodotto da Intergovernmental Panel on Global climatic Change (IPCC AR4).

In questo rapporto viene ribadito che gli ecosistemi di alta quota sono tra quelli dove è atteso che gli effetti del cambiamento climatico si manifestino con maggior intensità.

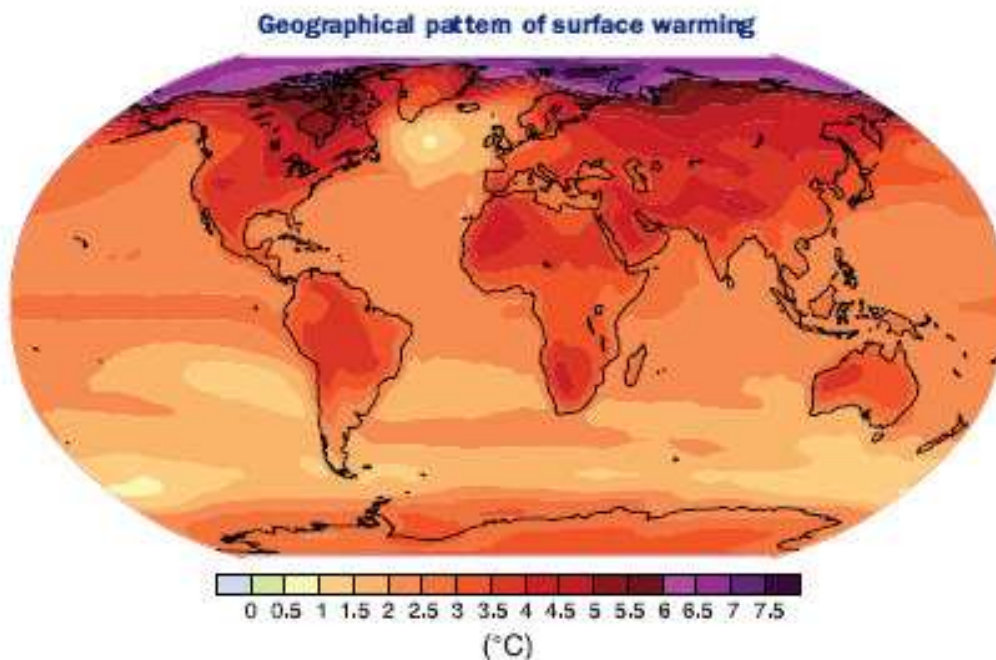


Fig. 3. Projected surface temperature changes for the late 21st century (2090-2099). The map shows the multi-AOGCM average projection for the A1B SRES scenario. Temperatures are relative to the period 1980-1999. From AR4 2007.

La nascita del progetto Ev-K2-CNR

Questo Progetto Italiano in Asia centrale è nato nel 1987 dalla fantasia e dalla curiosità scientifica del prof. Ardito Desio, che già nel 1929, durante la spedizione del Duca di Spoleto, aveva esplorato la Valle Shaksgam, nel versante cinese dell'Himalaya e che nel 1954 guidò la famosa spedizione che riuscì a raggiungere la Vetta del K2. Quando uno scienziato americano annunciò a sorpresa che il K2 superava di 11 m l'altezza dell'Everest, e che quindi la spedizione italiana del 1954 aveva effettivamente conquistato la cima più alta della Terra, e non la seconda, il prof. Desio decise di organizzare una spedizione scientifica allo scopo di fornire una accurata misurazione dell'altezza dell'Everest. Grazie al finanziamento offerto dal Consiglio Nazionale delle Ricerche e alla collaborazione dell'alpinista e manager Agostino Da Polenza, la spedizione riuscì nell'impresa, ribadendo (purtroppo per noi italiani) che l'Everest è realmente la montagna più alta del mondo con la quota di 8846 m s.l.m. e il K2 (8611 m s.l.m.) si piazza al secondo posto. Queste misure condotte dall'equipe del prof. Poretta portarono allo sviluppo di nuovi standard di misurazione delle montagne, accettati a livello internazionale, e all'attuazione di un ampio programma di misure geodetiche e geofisiche sulla catena himalayana, per acquisire nuovi dati su questa importante area di collisione tra la placca indiana e quella asiatica.



Piramide Team

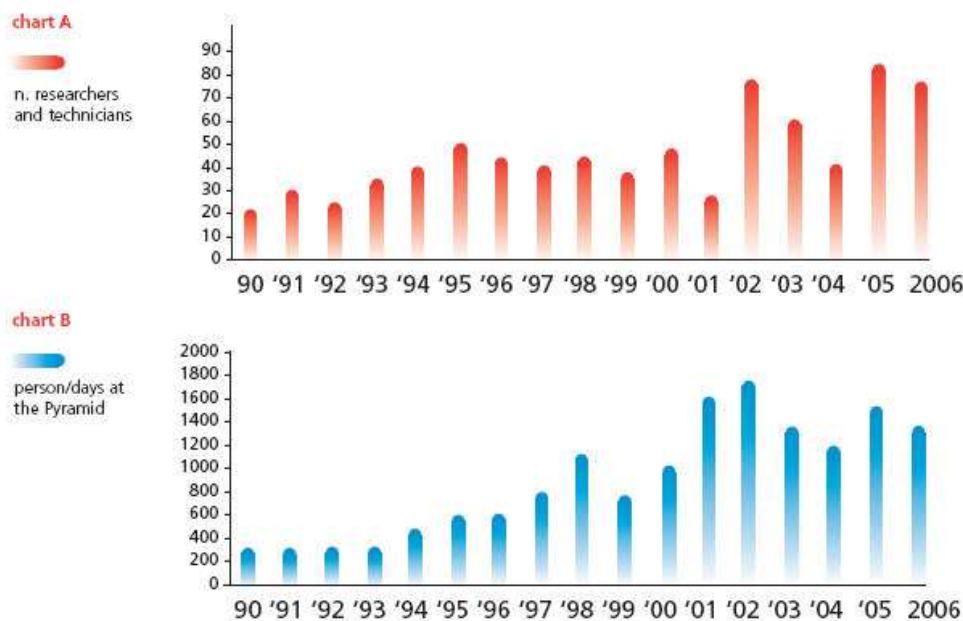
Nel 1989 due aziende italiane misero a disposizione del prof. Desio una struttura prefabbricata in vetro e alluminio, a forma di piramide, da utilizzare come rifugio alpino e laboratorio di ricerca per la realizzazione di studi anche in altri campi, quali la meteorologia, l'idrologia, la medicina, l'etnografia, la zoologia e la botanica.

Inizialmente la Piramide avrebbe dovuto essere collocata sul versante tibetano dell'Everest, nella Valle del Tingri. Purtroppo, quando il prof. Desio aveva già raggiunto un accordo in tal senso con la Chinese Academy of Science, le dimostrazioni studentesche di Piazza Tien An Men impedirono la realizzazione del Progetto.

Nel 1990, grazie ad un accordo di collaborazione con la Reale Accademia delle Scienze Nepalese, la Piramide venne allora trasportata a Lobuche, un alpeggio nel Parco Nazionale Sagarmatha (il nome Nepalese dell'Everest). Nasceva così il primo laboratorio scientifico permanente d'alta quota, collocato a 5050 m s.l.m., del tutto autosufficiente dal punto di vista energetico, dotato di riscaldamento-condizionamento, telecomunicazioni, normali attrezzature di un laboratorio di ricerca e in grado di ospitare al suo interno fino a 20 persone tra ricercatori, tecnici e personale logistico. La Piramide è suddivisa all'interno in tre piani, dove trovano posto i laboratori di ricerca e gli impianti di comunicazione radio-satellitari. Sul lato sud si trova una parte abitativa indipendente, realizzata in legno e pietra rispettando l'architettura dei lodge nepalesi, destinata ad ospitare i ricercatori impegnati negli studi presso la Piramide. La struttura è autosufficiente sul piano energetico grazie alla presenza di 2 campi fotovoltaici sui lati sud ed est della Piramide e un campo in prossimità dello shelter che ospita la strumentazione per la misura della qualità dell'aria.

Grazie all'esistenza di questo Laboratorio Osservatorio Internazionale, il Progetto Ev-K2-CNR, che inizialmente prevedeva sostanzialmente studi nel campo delle Scienze della Terra, ha potuto essere esteso ad altri campi, tanto che oggi comprende altre 4 tematiche fondamentali: Medicina e Fisiologia, Scienze Ambientali, Scienze Antropologiche, Tecnologie Eco-efficienti e Sistemi di Gestione Ambientale. La gestione dell'intero Progetto è affidata al Comitato Ev-K2-CNR, organizzazione senza scopo di lucro, che attraverso un Consiglio Scientifico, composto da un Presidente è un referente scientifico per ciascuna delle aree tematiche sopra menzionate, ha l'incarico di definire un programma triennale di studi e di valutare le singole proposte di ricerca avanzate dai diversi ricercatori afferenti al Progetto. Inoltre, poiché l'intero Progetto è una joint venture tra il Comitato Ev-K2-CNR e il RONAST (Royal Nepali Academy of Science and Technology), i progetti da realizzare in Nepal devono essere preventivamente vagliati e autorizzati da un Bilateral Technical Committee, che provvede anche a nominare esperti Nepalesi che affiancano i nostri ricercatori per tutta la durata degli studi. Va sottolineato che la collaborazione al Progetto Ev-K2-CNR fin dall'inizio è stata aperta anche ai ricercatori stranieri, e infatti scienziati di molte nazioni Europee (Austria, Francia, Germania, Inghilterra, Svizzera) ed extraeuropee (Australia, Canada, Giappone, Stati Uniti d' America) hanno avuto l'opportunità di frequentare il Laboratorio Osservatorio Internazionale Piramide per effettuare i propri studi e come rappresentato in Fig. 4.

Fig. 4: numero (a) e giorni di presenza (b) dei ricercatori e tecnici presso il Laboratorio-Osservatorio Piramide nel periodo 1990-2006.



Le attività del Comitato Ev-K2-CNR

Ad oggi le diverse attività promosse dal Comitato Ev-K2-CNR, grazie alla possibilità di studiare in modo prolungato nel tempo e con un approccio globale un'area di alta quota localizzata in Himalaya, volte a promuovere la conoscenza delle condizioni degli ecosistemi di alta quota e degli impatti che le attività dell'uomo possono avere su di essi. Le ricerche fino ad oggi svolte sono state raccolte in alcune recenti pubblicazioni monografiche (Lami & Giussani 1998; Baudo et al. 2007); qui di seguito se ne illustrano le principali attività evidenziando i risultati più significativi.

Ricerche meteo climatiche in Asia (Himalaya and Karakorum): In Nepal, lungo la Valle del Khumbu, è stata creata una rete di 6 stazioni automatiche che coprono un "range" altitudinale tra 2660m e 8000 m s.l.m. Le stazioni misurano i parametri meteorologici in conformità con gli standard previsti dal WMO (World Meteorological Organization: pressione atmosferica, temperatura, umidità relativa e assoluta, velocità e direzione del vento, radiazione solare e precipitazione) e alcuni parametri addizionali quali: quattro componenti della radiazione solare (onde corte, lunghe e radiazione solare diretta e riflessa), misure della temperatura nel suolo a diverse profondità. Altre stazioni automatiche sono state installate in Pakistan nella regione del Baltistan (2 stazioni lungo la Valle che porta al K2) e in Africa (una in prossimità del Mt. Ruwenzori). I risultati di queste ricerche hanno permesso di partecipare al progetto CEOP (Coordinated Enhanced Observing Period) promosso dal WMO con l'obiettivo di comprendere i meccanismi di funzionamento del Monzone, dei suoi effetti sulla circolazione globale dell'atmosfera e sul ciclo dell'acqua e quindi delle implicazioni che questo ha sulla disponibilità di acqua in risposta alle alterazioni legate ai cambiamenti climatici globali. Grazie all'esperienza acquisita e alla disponibilità di dati e informazioni in queste aree di alta quota, il Comitato Ev-K2-CNR è stato individuato come responsabile del coordinamento dell'iniziativa CEOP-HE (High Elevation) con l'obiettivo di sviluppare e approfondire le conoscenze dei processi fisici e dinamici della circolazione atmosferica con stazioni di misura localizzate in alta quota.

Trasporto a lunga distanza degli inquinanti e misure di "background" delle caratteristiche chimiche dell'atmosfera: A partire dal febbraio 2006 è stato installato presso il laboratorio Piramide una stazione in grado di monitorare la qualità dell'aria e le sue caratteristiche chimiche. In Tab. 1 sono riportate le misure che vengono effettuate presso tale stazione.

Parametro misurato	Strumentazione
Aerosol (concentrazione e analisi della distribuzione dimensionale (15nm to 32µm)	DMPS/SMPS, OPC-GRIMM 190
Concentrazione di "Black carbon"	MAAP
Coefficiente di radiazione totale incidente e riflessa	NEPHELOMETERO-TSI 3563
Densità ottica dell'atmosfera	CIMEL
Concentrazione superficiale di ozono	TEI 49C
Concentrazione Gas con effetto serra (CFC, HFC, HCFC,...)	Analisi di campioni raccolti in "flask"
Analisi chimica della composizione degli aerosol	Analisi di filtri
Intensità della radiazione solare (200 - 3600 nm)	Piranometro CMP21 Kipp & Zonen
Parametri meteorologici (temperatura aria, pressione atmosferica, umidità relativa, velocità e direzione del vento, precipitazione)	VAISALA WXT510

I dati raccolti contribuiscono alla realizzazione del progetto di ricerca ABC (Asian Brown Cloud) promosso da UNEP il cui obiettivo è quello di studiare la distribuzione degli inquinanti derivanti dalle attività umane e trasportati a lunga distanza nelle masse d'aria e del loro impatto sia a scala regionale che globale sul clima, sulla agricoltura e sulla salute dell'uomo. Le misure relative alle proprietà ottiche dell'atmosfera afferiscono invece al progetto di ricerca AERONET (Aerosol RObotic NETwork) promosso dalla NASA/GSFC con l'obiettivo di analizzare le proprietà ottiche degli

aerosol e di validare le osservazioni ottenute dai satelliti. Infine questi dati sono inseriti nel progetto di ricerca GAW (Global Atmosphere Watch) promosso da WMO con lo scopo sia di determinare la distribuzione spazio-temporale delle caratteristiche degli aerosol e del loro ruolo nel modificare il clima, la qualità dell'aria su una scala temporale pluri-decennale sia di individuare i livelli di fondo (cioè non alterati dall'azione dell'uomo) degli aerosol. Le misure condotte fino ad oggi dimostrano come anche in queste aree, considerate remote e inalterate dall'impatto antropico diretto, in realtà la presenza di inquinanti legati all'uomo non è trascurabile durante la stagione monsonica e che a queste quote si possono osservare sperimentalmente le intrusioni della Stratosfera nella Troposfera (dimostrate da alti valori di ozono o dalla presenza di particolato minerale derivante dall'erosione eolica di aree desertiche).

In questo contesto sono state effettuate anche misure sulla distribuzione di elementi in tracce nel particolato atmosferico (RATEAP: Remote Areas Trace Elements Atmospheric Pollution) e di micro-inquinanti organici nella valle del Khumbu

Ricerche limnologiche e paleolimnologiche in laghi di alta quota in Himalaya:

Queste ricerche hanno come obiettivo da un lato la costruzione di un database integrato per la limnologia di quest'area la fine di identificare e classificare le condizioni ecologiche di questi ecosistemi di montagna e, dall'altro, l'analisi degli effetti dei cambiamenti climatici in quanto gli ecosistemi lacustri localizzati in aree remote come queste sono sistemi estremamente sensibili al cambiamento ambientale tanto da essere eccellenti sensori dei cambiamenti climatici. I principali risultati di questa ricerca possono così essere schematizzati:

- lo studio delle caratteristiche limnologiche di diversi corpi idrici di alta quota localizzati nell'area della Piramide ad una quota compresa tra i 4500m e 5500m s.l.m. ha consentito di avere un quadro approfondito delle loro caratteristiche chimiche e biologiche e di descrivere l'interazione tra le biocenosi e l'ambiente. I risultati delle misure effettuate sono quindi stati raccolti in un "database" e consentono di aver un quadro sufficientemente ampio per un trattamento statistico di questi dati al fine di una corretta gestione di questi ambienti;
- la possibilità di ripetere le analisi chimiche e biologiche sulle acque di alcuni laghi per diversi anni successivi (disponiamo ad oggi di una serie temporale che copre gli ultimi 15 anni) ci ha consentito di misurare la variabilità temporale di queste comunità biologiche;
- le ricerche paleolimnologiche effettuate su carote di sedimento ci hanno permesso di valutare l'evoluzione temporale di questi corpi d'acqua su un arco di tempo di circa 3000 anni da oggi e quindi di indagare gli effetti sull'ecosistema lacustre dei cambiamenti climatici.

Distribuzione dei ghiacciai e monitoraggio della loro evoluzione:

Queste ricerche sono finalizzate a comprendere la distribuzione della coltre glaciale nel Parco Nazionale dell'Everest e seguire le modificazioni di alcuni ghiacciai di riferimento sia in termini di copertura glaciale che di massa utilizzando anche tecniche innovative come il "laser scanning". Tali studi hanno permesso avere una informazione sul comportamento delle masse glaciali in quest'area e quindi valutare la risposta dei sistemi glaciali alle variazioni del clima.

Il leopardo delle nevi: lo studio, condotto in collaborazione con il WWF, sulla distribuzione di una specie simbolo della catena Himalayana è stato un contributo fondamentale allo sviluppo dei progetti di conservazione del parco naturale dell'Everest. Il Leopardo delle nevi è a rischio di estinzione essenzialmente per tre cause: (i) la crescente pressione antropica che modifica l'habitat di questa specie e ha indotto il leopardo a modificare la sua dieta e attaccare il bestiame domestico; (ii) vive in un habitat semi desertico freddo quindi particolarmente fragile e (iii) habitat particolarmente esposto agli effetti negativi dei cambiamenti climatici e quindi il Leopardo è sfavorito nella competizione rispetto a specie meglio adattate a climi meno rigidi.

Gli sviluppi e le prospettive future della ricerca promossa dal Comitato Ev-K2-CNR

Il paradigma della ricerca scientifica al servizio dello sviluppo sostenibile, nell'esperienza di Ev-K2-CNR (Fig. 5), vede la scienza come il motore di un sistema che trae vantaggio da uno stretto partenariato, sia con le Istituzioni, sia con le popolazioni. In questo modo, si garantisce che i risultati del lavoro degli scienziati di varie discipline, non solo tengano conto delle priorità locali e globali, ma contribuiscano direttamente alla risoluzione dei maggiori problemi affrontati dai vari stakeholder:



Fig. 5. Il paradigma scientifico promosso dal Comitato Ev-K2-CNR

In questo contesto 2 esempi sono rappresentati dal progetto “Karakorum Trust” nell’ambito del quale sono stati promossi progetti di sviluppo nelle “Northern Areas” del Pakistan finalizzati a migliorare le condizioni di vita delle popolazioni locali. Le attività si sono concentrate nella’area del “Central Karakoram National Park” la cui montagna simbolo è il K2, nota come la montagna degli italiani. I programmi hanno riguardato:

- EARTH (Ecological Activity for Refuse Treatment in High altitude©): un sistema di smaltimento dei rifiuti che avesse un minimo impatto ambientale e in grado di funzionare in modo efficiente in montagna. Il progetto ha visto l’attiva partecipazione della ditta ACTELIOS del gruppo FALK
- Un progetto per la creazione di un centro di accoglienza per i visitatori del parco detto Baltoro Glacier Gate in collaborazione con il Dipartimento di Disegno e Architettura del Politecnico di Milano
- Un corso per la preparazione di Guide Alpine organizzato in collaborazione con il Club Alpino Pakistano
- Un progetto per la creazione di un laboratorio di gemmologia in collaborazione con l’Università di Gilgit e l’Istituto di Gemmologia di Milano.

e dal progetto “Institutional Consolidation for the Coordinated and Integrated Monitoring of Natural Resources towards Sustainable Development and Environmental Conservation in the Hindu Kush-Karakoram- Himalaya region” progetto promosso in collaborazione con IUCN (World Conservation Union), ICIMOD (International Center for Integrated Mountain Development) e CESVI (Cooperazione e Sviluppo) e con il supporto dalla cooperazione Italiana e dell’Nazioni Unite.

Questa ultima iniziativa proposta nell’ambito del World Summit 2002 sullo sviluppo sostenibile è indirizzata a fornire uno strumento per la gestione di un area protetta montana; come casi di studio

sono state inserite tre aree protette Hindu-Kush-Karakorum- Himalaya (HKKH): il Sagarmatha National Park in Nepal, Central Karakoram National Park, in Pakistan e il Qomolangma Nature Reserve in Tibet.

Non entro nei dettagli sullo sviluppo del sistema di gestione in quanto oggetto di una presentazione da parte del Dr. F. Salerno, ma a mio avviso gli aspetti innovativi sono il tentativo di coniugare discipline fra loro molto diverse e il coinvolgimento delle popolazioni locali ad una partecipazione attiva e consapevole delle proprie risorse.

BIBLIOGRAFIA

- Baudo R., Tartari G. & Vuillermoz E. 2007. Mountains: Witnesses of Global Changes – *Research in the Himalaya and Karakoram*. In Shroeder, J.F. (Ed.). Development in Earth Surface process. Elsevier, The Netherlands (Publ.): 342 pp.
- Bradley, R.S., and P.D. Jones, "Little Ice Age" summer temperature variations: their nature and relevance to recent global warming trends, *The Holocene*, 3, 367-376, 1993.
- Global Environment Outlook: Environment for development (GEO4)*. 2007. United Nations Environment Programme (UNEP). <http://www.unep.org/geol>
- IPCC, 4th Assessment Report (AR4). 2007. *Climate Change 2007: Synthesis Report, Summary for Policymakers*. http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/syr/ar4_syr_spm.pdf
- Hughes, M. K., and H. F. Diaz (Eds.), 1994: *The Medieval Warm Period*. Kluwer Academic Publishers, 234 pp.
- Lami, A. & G. Giussani (Eds). 1998. *Limnology of high altitude lakes in the Mt Everest Region (Himalayas, Nepal)*. Mem.Ist.Ital.Idrobiol. 57: 235 pp.
- Overpeck, J., K. Hughen, H. D., R. Bradley, R. Case, M. Douglas, B. Finney, K. Gajewski, G. Jacoby, A. Jennings, S. Lamoureux, A. Lasca, G. MacDonald, J. Moore, M. Retelle, S. Smith, A. Wolfe & G. Zielinski. 1997. *Arctic Environmental Change of the Last Four Centuries*. *Science*, 278: 1251-1256.
- Prell, W.L. & J.E. Kutzbach. 1992. *Sensitivity of the Indian monsoon to forcing parameters and implications for its evolution*. *Nature*, 360: 647–652.
- Steffen, W., Sanderson A., Tyson P.D., Jäger J., Matson P.A., Moore III B., Oldfield F., Richardson K., Schellnhuber H.J., Turner B.L. & Wasson R.J. 2004. *Global Change and the Earth System*. Springer-Verlag Berlin Heidelberg New York. ISBN 3-540-40800-2.
- Vernekar, A.D., J. Zhou & J. Shukla. 1995. *The effect of Eurasian snow cover on the Indian monsoon*. *Journal of Climate*, 8: 248–266.