

Everest, la montagna della scienza

AGOSTINO DA POLENZA Presidente Comitato Ev-K2-CNR



La storia dei rapporti tra Nepal - Italia è strettamente legata alla più grande montagna del nostro pianeta. Le spedizioni alpinistiche dirette all'Everest e sugli altri "8000" nepalesi hanno certamente dato impulso ai primi contatti ufficiali, per ottenere le autorizzazioni a esplorare e salire i "giganti della terra". Presto, però queste relazioni sono evolute verso vere e proprie collaborazioni internazionali, prima di coope-

razione umanitaria e in seguito scientifica. In questo campo il Comitato Ev-K2-CNR vanta, e ne va molto orgoglioso, un vero e proprio primato: la realizzazione del **Laboratorio Osservatorio Piramide**, nella valle del Khumbu, ai piedi del Monte Everest a 5.050 metri, realizzato grazie alla indispensabile collaborazione con la Nepal Academy of Science and Technology e al Consiglio Nazionale delle Ricerche.

L'Everest, la montagna-mito dell'alpinismo per tutti gli appassionati dell'alta quota, è diventato così nel volgere di pochi anni a partire dal 1990 "la nostra casa" in condivisione con gli amici nepalesi. La Piramide di vetro e acciaio, i suoi impianti e strumentazioni scientifiche la cui rete di sensori si estende fino agli 8000 metri di Colle Sud è, infatti, riconosciuta da tutti come "il laboratorio internazionale della ricerca scientifica in alta quota". Ne siamo orgogliosi.

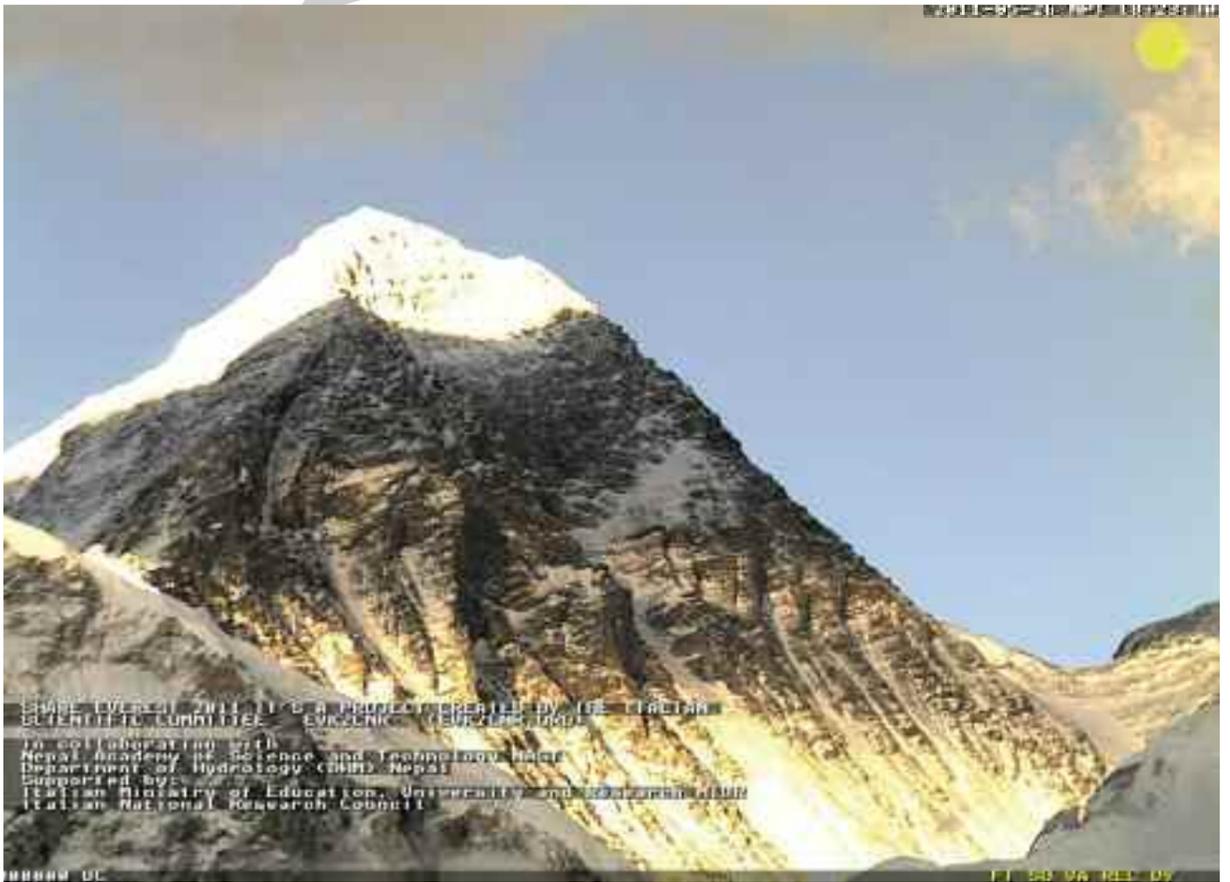
Con il mese di ottobre del 1990 la collaborazione tra Nepal e Italia è andata viepiù crescendo: il novantatrenne Ardito Desio insieme all'Ambasciatore italiano a Kathmandu, il Vice Cancelliere dell'Accademia Nepalese delle Scienze inaugurarono infatti il Laboratorio Piramide. Fu un momento commovente e altamente significativo proprio per la presenza a quella quota di un uomo simbolico per l'età e la carriera scientifica e esplorativa qual'era Desio.

Nasceva in quegli anni un nuovo approccio al modo di intendere la montagna. E il Comitato Ev-K2-CNR conoscendo a fondo le realtà montane e comprendendone il potenziale, comprese immediatamente che non ci si poteva più limitare ad un rapporto solo esplorativo e sportivo con i grandi ed ancora inesplorati ecosistemi d'alta quota. Bisognava andare oltre: le montagne sono testimoni antichi dello sviluppo dell'umanità, un bacino prezioso da cui attingere informazioni nel campo delle scienze della Terra, dell'ambiente, della medicina e fisiologia, delle scienze antropologiche, delle tecnologie ecoefficienti e dei sistemi di gestione ambientale.

L'Everest non era, così, più guardato solo come una montagna solo da salire, un primato da raggiungere, ma come un bene prezioso, un testimone privilegiato dei cambiamenti climatici, il vertice di una regione che è riserva preziosa di biodiversità, uno scrigno di tradizioni, culture e popolazioni da conoscere.

Intuizione, questa, fortemente condivisa con i partner Nepalesi, in primis con il NAST, ma anche con il Wwf Nepal, con il DHM (Department of Hydrology and Meteorology), con le...

CONTINUA A PAG. 7



"L'Everest visto dalla webcam Ev-K2-CNR posizionata al Kala Pattar"

Monte Everest

L'affascinante storia delle sue misurazioni

L'Everest, situato lungo il confine tra Nepal e Cina, è universalmente riconosciuto come il punto più alto della Terra. Dal punto di vista geologico si trova nella zona di collisione lungo il confine delle placca eurasiatica e quella indiana. Se si valutano temi quali l'incidenza dei movimenti della crosta terrestre e il riscaldamento globale, si capisce perché da sempre, l'altezza dell'Everest e le sue variazioni sono

oggetto di studio delle Scienze della Terra.

1816 Il geografo prussiano Alexander von Humboldt in un articolo pubblicato nel 1816 sugli "Annali di Chimica e di Fisica" riportò il primo tentativo di misurazione delle vette himalayane quando le quote dei punti in valle erano misurate con barometri.

1852 Un giorno nella primavera del 1852. Dehra...

CONTINUA A PAG. 4

Vent'anni con Ev-K2-CNR

Ricerca e cooperazione in Nepal

Tutto ebbe inizio quando nel 1986 una spedizione americana dichiarò che il K2 era più alto dell'Everest.

Il prof. Ardito Desio e Agostino Da Polenza, non potendo resistere al richiamo di una tale sfida, unirono la loro passione e competenza alpinistica e scientifica e inaugurarono il "Progetto Ev-K2-CNR" in collaborazione con il Consiglio Nazionale delle Ricerche.

Iniziarono così con l'organizzare spedizioni che mettevano l'alpinismo al servizio della scienza e rimisurarono entrambe le montagne servendosi di tecniche tradizionali e innovative come il GPS.

Non solo riconfermarono l'Everest quale montagna più alta al mondo ma stabilirono le tecniche standard di misurazione per gli anni a venire.

Due anni dopo, fondarono il Comitato Ev-K2-CNR per continuare a promuovere progetti di ricerca scientifica e tecnologica in alta quota con un particolare riferimento alle zone dell'Hindu Kush-Karakorum-Himalaya...

CONTINUA A PAG. 15

L'Himalaya, detta anche **Tetto del Mondo**, è una catena montuosa dell'Asia, che separa India, Pakistan, Nepal e Bhutan dalla Cina. È lunga circa 2.400 km per una larghezza di circa 100-200 km; è connessa verso occidente con la catena dell'Hindu Kush afgano. Vi sono comprese le più alte vette del mondo, come il Monte Everest (8848 m), il K2 (8611 m) ed il Kanchenjunga (8589 m). Secondo la tettonica a placche, la catena dell'Himalaya è il prodotto della collisione tra placca indo-australiana e placca euroasiatica.



SOMMARIO

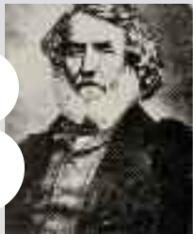
- 1 ■ Everest, la montagna della scienza
- 2 ■ L'affascinante storia delle misurazioni.
- 3 ■ Vent'anni con Ev-K2-Cnr. Ricerca e cooperazione in Nepal.



- 4 ■ Altezza del monte Everest. 160 anni di misure.



- 5 ■ Come si misurano le montagne?
- 6 ■ Himalaya, una catena in movimento.
- 7 ■ Misurazioni. Per chi sono importanti?



- 8 ■ il Geoide.
- 9 ■ Georadar & GPS.
- 10 ■ dal 1600 ai giorni nostri. Gli strumenti di misurazione.



- 11 ■ Perché si misurano le montagne?
- 12 ■ Gli strumenti del prof. Desio.
- 13 ■ E come si misura il Monte Everest?



- 14 ■ L'Everest: i suoi numeri.
- 15 ■ Misteri.



- 16 ■ Everesy - vetta XV.
- 17 ■ Chomulungma: La dea madre.
- 18 ■ Tutte le montagne dell'Himalaya.

- 19 ■ La nostra tradizione.

- 20 ■ Ev-K2-Cnr. Le spedizioni 1992 e 2004.
- 21 ■ Diario di bordo.



- 22 ■ Everest 2004. Vetta e Misurazioni.



- 23 ■ Ardito Desio e l'Everest.
- 24 ■ Ricordi d'alta quota.



- 25 ■ Everest dal vivo.
- 26 ■ Dentro la ricerca.



- 27 ■ Everest: ghiacciai, acqua, clima.
- 28 ■ Everest: il tetto del monitoraggio climatico ambientale.

- 29 ■ La nostra conclusione

- 30 ■ Il Governo Nepalese lancia una nuova misurazione.
- 31 ■ Ecco cosa è per noi l'Everest.



Scarica il giornale in PDF anche da www.montagna.tv

MONTAGNA News

PERIODICO DI AMBIENTE, SCIENZE E STUDI SUL MONDO DELLA MONTAGNA

Editore: Ev-K2-Cnr Comitato, Via San Bernardino, 145 - 24126 Bergamo - Italy
 tel: +39 035 3230511 fax: +39 035 3230551 E-mail: Web: www.ev-k2cnr.org
 Direttore responsabile: Sara Sottocornola
 Coordinamento editoriale: Francesca Steffanoni - Gabriele Prevati
 Progetto Grafico: ActiveMKT Production - Milano
 Stampa: Grafistampa - Zanica (BG)

MISURAZIONI

Altezza del Monte Everest

160 anni di misure

Comparazione dei valori con riferimento alla superficie nevosa e alle separazioni ellissoide-geoide.

GIORGIO PORETTI Dipartimento di Matematica e Geoscienze dell'Università di Trieste.
 ROBERTO MANDLER - SOGEST Geofisica Trieste

L'altezza di una montagna è determinata da tre fattori principali. Il primo è il livello del mare, che sarebbe sotto la montagna se l'acqua potesse scorrere liberamente sotto i continenti. Il secondo dipende dalla precisione delle quote dei punti a valle dai quali

mento globale (GPS) per misurare le coordinate dei punti al Campo Base da dove si puntava alla cima con i teodoliti. Le quote ortometriche furono quindi calcolate in base al migliore geoide disponibile in quel momento. L'indagine portò a una definizione dell'altezza dell'

-26,2 metri. Dal 1991 il dottor Bradford Washburn, il fondatore del Museo delle Scienze di Boston e uno dei fondatori della National Geographic Society ha cercato di giungere a una nuova misura dell'Everest fornendo ad alcuni leader di spedi-

Misurazione a cura di:	N	Geoid.El.Snow	Ellips.El.Snow	Geoid.El.Rock
Survey of India 1852		8840		
Sidney Burrard 1904		8882		
De Graaf Hunter 1930	-30,18	8854 ±5	8823,82	
B. L. Gulatee 1954	-35,05	8848	8812,95	
Desio e Caporali 1987	-39,00	8872	8833	
Ev-K2-CNR/NBSM 1992	-25,14	8848,65±0,35	8823,51	8846,1
J. Y. Chen 1999	-26,20	8849,71	8823,51	
EGM96	-27,30	8849,82	8822,52	
Washburn e Chen 1999	-28,74	8850±2	8821,26	
EV-K2-CNR 2004	-28,74	8852,12±0,12	8823,38±0,12	8848,82±0,23
EV-K2-CNR 2004 (N1992)	-25,14	8848,52±0,12	8823,38±0,12	8845,22±0,23
SBSM - China 2005	-25,20	8847,93±0,14	8821,47±0,14	8844,43±0,21

1) N è la quota del Geoide, cioè la differenza tra Ellissoide e Geoide;

2) Geoid.El.Snow: quota geoidica della neve;

3) Ellips.El.Snow.: quota ellissoidica della neve;

4) Geoid. El. Rock: quota geoidica della roccia.

N è la differenza tra 3) e 2).

vengono eseguite le misure, dal mareografo preso come riferimento (datum di altezza). Il terzo fattore dipende dalla quantità di neve sulla vetta. Questo ovviamente cambia da stagione a stagione e di anno in anno con una variazione che supera un metro tra la primavera e l'autunno. Le misure con teodolite eseguite da grande distanza sono inoltre influenzate anche dalla rifrazione dell'atmosfera.

Studi geodetici per determinare la montagna più alta della catena del Karakorum-Himalaya e la sua altezza esatta sono stati eseguiti a partire dall'inizio del 19° secolo.

Negli ultimi 50 anni nuove misurazioni hanno tentato di fornire il dato dell'altezza delle montagne con riferimento all'ellissoide terrestre e al calcolo della separazione ellissoide-geoide che si è rivelato il principale ostacolo per ottenere la misura esatta dell'altezza delle montagne della catena del Karakorum-Himalaya, insieme a quello della variazione della profondità della calotta di neve che copre le cime.

Le misure del Mt. Everest del 1975 (NBSM - National Bureau of Surveying and Mapping - Cina) e del 1992 (Comitato Ev-K2-CNR - Italia) hanno introdotto un nuovo e importante concetto, avendo misurato la profondità dello strato nevoso con una sonda graduata da valanga.

Quando nel 1987 apparve poi la notizia che il K2 avrebbe potuto essere più alto dell'Everest, il Prof. Ardito Desio, con Alessandro Caporali e Agostino Da Polenza, organizzarono prontamente una verifica dell'altezza delle due montagne con un nuovo strumento, un sistema di posiziona-

N=-25.14	Latitude	Longitude	Height
Snow Summit	27°59'16,963"	85°55'31,736"	8848,52
Rock Summit	27°59'16,998"	85°55'31,723"	8845,22

Everest pari a 8.872 metri. Cambiamenti molto importanti nelle tecniche di misurazione dell'altezza del Monte Everest furono introdotti nel 1992 grazie a una spedizione italo-cinese: Benoit Chamoux alpinista della spedizione Ev-K2-CNR posizionò infatti per la prima volta sulla vetta dell'Everest un ricevitore GPS.

La misura fu alquanto complessa. Un ricevitore GPS in vetta, tre GPS sul versante nepalese, tre sul lato tibetano, gestiti da ricercatori cinesi. Contemporaneamente venivano eseguite misurazioni trigonometriche classiche da tre punti in Nepal e tre in Tibet, mentre in vetta veniva installato un treppiede con un segnale rosso ed un sistema di prismi riflettenti per i raggi laser dei distanziometri.

Questo è stato il più complesso survey mai realizzato sul Monte Everest.

Ma ancora due punti restavano da affrontare: la separazione geoide-ellissoide e lo spessore dello strato nevoso. Un nuovo valore del geoide internazionale uscì nel 1996 e un altro fornito dai cinesi nel 1999.

Ogni volta che viene eseguito un nuovo calcolo del geoide globale, i valori cambiano soprattutto nelle aree con bassa densità di misure di gravità.

Nel 1992, un rilevamento cinese ha dato come valore -25,14 metri. Più tardi, nel 1996, il nuovo geoide EGM96 ha fornito il valore di -27,3 metri, mentre nel 1999 un nuovo calcolo da parte cinese è salito a

zioni commerciali dei ricevitori GPS da posizionare e mettere in funzione in vetta. Anche il National Geographic Society avrebbe voluto mettere il suo nome sulla misurazione definitiva del Monte Everest e ha più o meno ignorato le misurazioni fatte dagli italiani. Il dr. Washburn fece ancora alcuni tentativi e nel 1999, la misurazione del National Geographic fu ufficializzata a -28,74 metri. Le variazioni dell'altezza del Monte Everest sono dovute essenzialmente ai differenti valori dell'ondulazione del geoide N e alle variazioni dello strato nevoso. E' stato dunque necessario che eventuali confronti tra le altezze delle montagne si effettuassero utilizzando un sistema di riferimento riconosciuto a livello internazionale, come l'ITRF (International Terrestrial Reference System) e prendesse come riferimento la superficie rocciosa sotto la cima e che non fossero influenzate da occasionali nevicate.

Per ottenere una misura definitiva si dovrebbe concordare sul fatto che l'altezza dovrebbe essere rilevata rispetto alla superficie rocciosa, eseguendo una misura attendibile dello spessore dello strato nevoso.

Se come punto di riferimento si considerassero la superficie rocciosa e il dato ITRF utilizzando il GRS80 ellissoide (Geodetic Reference System 1980) tutte le ambiguità sarebbero risolte e si potrebbero effettuare comparazioni molto più precise con variazioni intorno al centimetro.

MISURAZIONI

Per determinare lo strato nevoso sulle sommità montane, i ricercatori del Dipartimento di Matematica e Geoscienze dell'Università di Trieste e i geologi di SOGEST Geofisica Trieste, si sono affiancati al team dell'IDS (Ingegneria dei Sistemi - Pisa) e hanno progettato un nuovo strumento frutto della più innovativa tecnologia. Si tratta di un GPR portatile (Ground Penetrating Radar) accoppiato a un GPS a frequenza singola fornito da Leica. Il GPR è in grado di produrre segnali di una determinata frequenza e li rileva quando sono riflessi da una superficie più compatta. Più spesso è lo strato, minore è la frequenza del segnale da impiegare e più alto è il peso dell'antenna.

Sulla base delle precedenti misurazioni, è stata scelta un'antenna da 900 Mhz che potesse raggiungere una profondità di 5-6 metri e oltre nella neve. Tutta la strumentazione, inclusi il GPR, le batterie e il GPS, è stata inserita in un contenitore di vetroresina, di tipo aeronautico leggero ma resistente alle basse temperature e agli urti. Il box è stato realizzato dall'azienda GMR di Valentino Mueller di Aquileia (Gorizia). Il peso totale della strumentazione risultò straordinariamente basso. Solo 4 kg che potevano essere facilmente trasportabili da uno Sherpa fino in vetta.

I dati sono stati elaborati all'Università di Trieste e dall'analisi della superficie ottenuta grazie al radar e ai dati GPS si è potuto tranquillamente dedurre che i 2 punti di massimo non coincidono.

Bisogna quindi distinguere una quota massima "sulla neve" e una quota massima "sulla roccia". Le due cime sono ad una distanza di circa un metro in direzione del vento prevalente. Le coordinate del vertice sulla neve sono stati determinate dalle registrazioni GPS, mentre quelle del rock summit sono state stimate sulla superficie di interpolazione digitale.

In conclusione si può dunque affermare che l'Everest è stato misurato e la sua altezza è stata calcolata più volte nel corso degli ultimi due secoli. Durante questo periodo le conoscenze scientifiche e gli strumenti impiegati per le misurazioni si sono evoluti e migliorati, ma le condizioni in cui si svolgono le misurazioni e i possibili errori variabili sono ancora notevoli tanto da rendere impossibile determinare con esattezza quanto (e anche se) l'altezza sia cambiata. Ciò che invece si può considerare acquisito, è che la sommità si è spostata in direzione NNE di circa 8 metri ed è ancora in movimento ad una velocità di 5,2 cm/anno.

Nuove misurazioni dell'altezza del Monte Everest sarebbero ragionevoli qualora dessero l'opportunità di effettuare una nuova e più precisa misura della separazione geoido-ellissoide alla stazione permanente GPS presso il Laboratorio Osservatorio Piramide dove dovrebbero arrivare le linee di livellazione geometrica connesse alla rete di livellazione indiana. Sarebbe comunque opportuno collegare il punto GPS della Piramide con il caposaldo di livellazione vicino al Campo Base del versante Cinese. Un altro miglioramento si potrebbe avere con una nuova indagine georadar per il calcolo della profondità della neve sotto la cima attraversata da un maggior numero di profili.

Himalaya

Una catena in movimento

Da Everest (1843) ai giorni nostri

GABRIELE PREVITALI

Quando Everest arrivò con le sue triangolazioni a Dehra Dun, alle pendici dell'Himalaya, nel 1843, si sentiva veramente soddisfatto. Il lavoro della sua vita, dopo 25 anni era compiuto. In una località vicina, Kaliana, fece costruire un osservatorio, per completare con accurate osservazioni astronomiche un progetto che sarebbe certamente passato alla storia. Ma proprio lì si trovò di fronte a delle difficoltà che non avrebbe mai potuto immaginare e che gli diedero le più grosse delusioni.

Nel tratto tra Kaliana e Kalianpur (altro osservatorio ad una distanza di 180 km più a Sud) le misure di triangolazione e quelle astronomiche non coincidevano, anzi davano uno scarto di 5".2 secondi d'arco, pari a circa 162 metri. Egli fece ripetere la misura ed i calcoli più volte ottenendo pressa poco gli stessi risultati. Non sapendo più che cosa fare attribuì malvolentieri l'errore alle misure di distanza che dipendevano dalla precisione delle linee di base e, come si fa ancora oggi, normalmente in topografia, distribuì l'errore su tutta la rete.



Le misure delle montagne nel 1843

Questo fatto però non gli dava pace e ne parlò con John Henry Pratt, Arcidiacono di Calcutta, buon matematico con un debole per la Geofisica e la Geodesia, il quale, in un articolo presentato alla Royal Society di Londra il 4 dicembre 1854, riuscì a dimostrare che l'errore non poteva essere attribuito alle misure di distanza poiché le linee di base erano controllate con la precisione di 10 cm. L'errore quindi non poteva che essere nelle misure astronomiche e la causa venne attribuita alla deflessione della verticale che era stata scoperta da Pierre Bouguer quando aveva influenzato il calcolo dell'arco di meridiano equatoriale in Perù. Pratt però non

si fermò a queste considerazioni e andò ben oltre. Facendo un'ipotesi globale sulla altezza media delle montagne Himalayane e sull'estensione dell'altipiano Tibetano, supponendo per la Terra una densità media di 2.7 gr/cm³, giunse a calcolare che il filo a piombo avrebbe dovuto subire una deviazione di 27".85 a Kaliana e di 11".9 a Kalianpur, con una differenza di 15".885, cioè quasi il triplo del valore osservato da Everest. Nel suo articolo Sull'attrazione delle montagne Himalayane e delle alte regioni aldilà di esse sul filo a piombo in India, Pratt non seppe però dare una spiegazione convincente di questo fatto, mentre sembra che Everest abbia avanzato l'ipotesi che la densità della litosfera sotto l'Himalaya fosse inferiore a quella ipotizzata (Walker, 1879).

A pochi giorni di distanza dalla presentazione della comunicazione di Pratt alla Royal Society, l'astronomo reale George B. Airy presentò a sua volta un articolo intitolato: "Sul calcolo degli effetti dell'attrazione delle masse montuose come perturbazione della latitudine apparente delle stazioni astronomiche in campagne geodetiche". In questo articolo egli introduceva per la prima volta il concetto (ma non ancora il nome) di Isostasia, affermando che la massa montuosa costituita dall'Himalaya e dal Tibet doveva galleggiare sul mantello fluido e più denso come una zattera di legno, di modo che quanto più alta è la parte emersa, tanto più profonda è la parte immersa. Per tutta risposta Pratt, negli anni successivi abbracciò la teoria di Everest affermando in diversi scritti che la litosfera, sotto le montagne aveva lo stesso spessore che sotto le pianure ma era formata da materiale più leggero.

Soltanto più di cento anni più tardi, tra il 1970 e il 1980 queste teorie sono state verificate per mezzo di sondaggi di sismica profonda che hanno dato ragione ad Airy mostrando come sotto la catena Himalayana la crosta terrestre abbia uno spessore di oltre 75 km (Finetti, Poretti & al. 1983). Se ne può dedurre che dopo la collisione tra India ed Asia la parte superiore della crosta continentale si sia infilata sotto quella leggera della zona tibetana, piegandosi verso il basso, mentre le parti superiori si sono piegate ad armonica. Così la crosta terrestre si è duplicata o triplicata con un succedersi di strati più densi alternati ad altri meno densi di quelli soprastanti, contrariamente a quello che succede nelle zone pianeggianti.

Questa massa di materiale più leggero sopra un mantello più denso ed elastico tende ad innalzarsi e perciò tutta la catena himalayana è in lento sollevamento.

Come si misurano le montagne

Stabilire la quota di una montagna significa determinare l'altezza della sua vetta rispetto al livello del mare. Per questo scopo oggi si utilizzano essenzialmente due sistemi.

Quello che garantisce maggior precisione (con un margine d'errore inferiore a 1 mm per Km) è il sistema ottico con puntamento laser. Il sistema opera grazie a un distanziamento laser posto alla base della montagna e puntato verso un prisma riflettente sulla vetta. La misura del tempo che il raggio laser impiega per raggiungere il prisma e fare il ritorno al distanziometro consente di



Teodolite

determinare la distanza in linea d'aria fra i due punti. Attraverso l'utilizzo del teodolite elettronico, si determina l'angolo d'inclinazione del raggio laser rispetto all'orizzonte e dunque si procede al calcolo della differenza di quota fra la base e la vetta. Per quanto preciso questo sistema è però limitato dalle condizioni di visibilità e dall'indice di rifrazione dell'atmosfera. Il metodo che si avvale del GPS (Global Positioning System) pur avendo margini di errore

molto più ampi (fino a 5 metri sul piano orizzontale e sette sulla verticale) non è invece soggetto agli inconvenienti appena accennati, inoltre la precisione del GPS può essere notevolmente incrementata effettuando la misura della cima in contemporanea con quella di altre stazioni di riferimento, poste in punti a quote e coordinate geodetiche note, così da poter confrontare e ridurre il margine d'errore, arrivando a precisioni assolute dell'ordine del centimetro. La difficoltà nelle misure con GPS è data piuttosto dall'impegno fisico e logistico richiesto a chi deve trasportare il ricevitore del segnale satellitare sulla cima. Il pieno successo di una campagna di misure è dato dalla realizzazione e dal confronto dei due sistemi di misura, che è garanzia della validità del rilevamento effettuato.



Teodolite

G.Poretti

Per chi sono importanti le misure delle montagne?

Intervista al Prof. Giorgio Poretti
Dipartimento di Matematica e Geoscienze
dell'Università di Trieste.

Dopo aver visionato la grande massa di dati relativi alle misurazioni compiute sulla montagna più alta del mondo, sorge spontanea questa domanda. La rivolgiamo ad uno dei massimi esperti mondiali in materia che - da sempre, ormai - collabora con il Comitato "Ev-K2-CNR" proprio in questo ambito scientifico: il prof. Giorgio Poretti dell'Università di Trieste. Ed eccoci subito una prima risposta che letteralmente ci spiazza: «**Non c'è un albo che tiene memoria delle misure delle montagne. Stabilito quale montagna è la più alta, dieci centimetri più o meno non hanno praticamente importanza per alcuno. Ciascun paese ricorda la misura che hanno calcolato "i propri esperti" e, soprattutto, le novità tecnologiche che questa misura ha comportato. Così, per esempio, i produttori di GPS (Leica e Trimble) sono sempre stati interessati alle misure (mia e di Washburn) per motivi pubblicitari. Prima che noi arrivassimo in cima la Trimble aveva già chiamato "Everest" un proprio modello di GPS. A conferma poi della scarsa attenzione riservata alla materia, devo precisare anche che solo io**



ed un altro ricercatore menzioniamo sempre il lavoro degli altri! Ad onor del vero, poi, devo citare, invece, l'Ordine tedesco degli ingegneri topografi (Verband der Vermessungsingenieure), dal quale ho ricevuto il premio "Das Goldenen Lot" per la misura dell'Everest. Questa è stata per noi la consacrazione del nostro lavoro, perché quando Germania e Svizzera approvano le nostre misure... Sino ad oggi non abbiamo mai pubblicato i nostri dati in Cina e, per problemi di lingua, non so che cosa abbiano scritto loro al riguardo. Negli Stati Uniti comunque la rivista GPS World ha pubblicato un approfondito articolo con tutti i dettagli della misura. In Nepal, invece, la nostra misura del '92 è stata osteggiata perché abbiamo diminuito la quota di 2 metri (è molto verosimile che, se avessimo affermato che fosse stato un metro più alto, tutti sarebbero stati felici di citare anche i nostri dati). Anche in ambito inglese non abbiamo raccolto eccessivi consensi: un articolo che ci è stato richiesto da un editore inglese per il volume "The Seventy Great Mysteries of the Natural World" pubblicato da Thames & Huston è stato talmente compresso che alla fine avrei voluto rifiutarne la paternità.

MISURAZIONI

Segue dalla prima pagina

Everest. L'affascinante storia delle sue misurazioni

...Dun, India, ai piedi delle colline himalayane.

La porta dell'ufficio del Direttore Survey of India si apre.

Entra Radhanath Sikdar, il caposquadra di quanti stavano elaborando i dati delle misure delle montagne himalayane che erano state effettuate durante l'inverno.

"Signore, ho scoperto la montagna più alta del mondo. E' il Peak XV".

1856 Ufficializzazione delle misure di Radhanath Sikdar.

1865 al Peak XV è stato dato il nome di Monte Everest, in onore di Sir George Everest, il Sovrainten-

menti tentarono di fornire l'altezza delle montagne con riferimento all'ellissoide terrestre e al calcolo della separazione dell'ellissoide-geoide che si dimostrò essere il maggiore ostacolo nell'ottenimento della misure esatte delle montagne del Karakorum-Himalaya, insieme con quelli derivanti dalla variazione della profondità della neve in vetta.

1975 I rilevamenti del NBSM - National Bureau of Surveying and Mapping di Pechino introdussero un importante concetto: la quota doveva essere misurata rispetto alla roccia. Infatti la profondità dello strato di neve fu misurata servendosi di una sonda graduata da



Radhanath Sikdar, matematico indiano che per primo calcolò l'altezza del Peak XV.

ploratore e cartografo e fondatore del Boston Museum of Science.

Il calcolo fornisce il valore di 29035 piedi (8850 m s.l.m), mentre nel 1998 e nel 1999 fallirono i tentativi di portare in cima un nuovo strumento, un GPR (Georadar) in grado di misurare lo spessore della neve.

2004 Durante le spedizioni alpinistico-scientifiche italiane sull'Everest e sul K2 (capo spedizione Agostino Da Polenza) per celebrare il 50° anniversario della prima salita sul K2, venne effettuata una complessa rimisurazione dell'altezza della cima dell'Everest con il GPS e per la prima volta venne affiancato da un prototipo di GPR, in grado di rilevare sia lo spessore della neve che l'andamento della roccia sottostante.

Il rilievo durò due ore, e ci si avvale anche di un secondo GPS "master" fissato sulla vetta ed un terzo piazzato al Campo Base tibetano, e collegato alla stazione permanente GPS del Laboratorio "Piramide Ev-K2-CNR" sul versante nepalese.

L'analisi che ne conseguì, coordinata dal Prof. G. Poretti, considerava un valore N di separazione geoid-ellissoide aggiornato a -28,74 m, e forniva per la roccia sepolta un'al-



Publicazione di Sydney Burrard sulla Geografia e la Geologia delle montagne Himalayane (1907), e schemi delle misure del 1830 3 del 1952

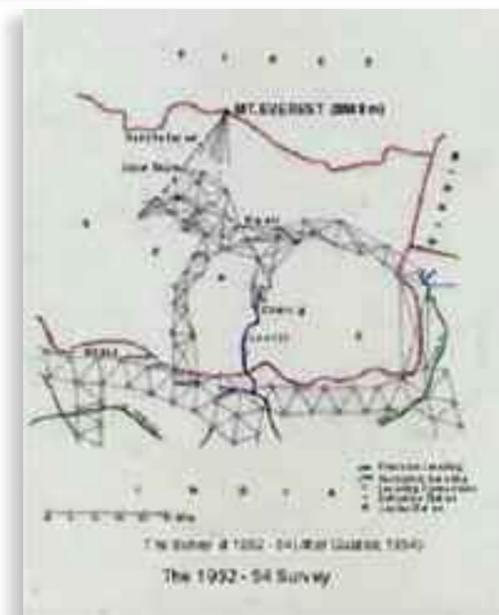
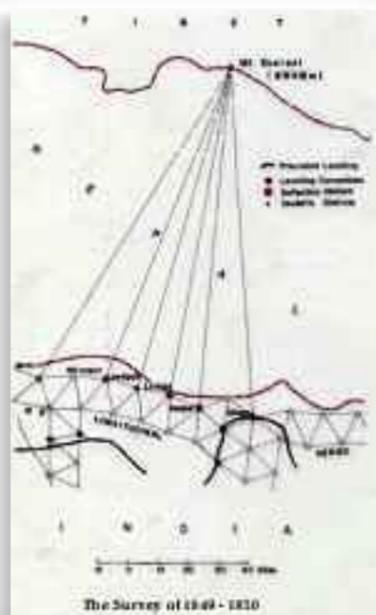
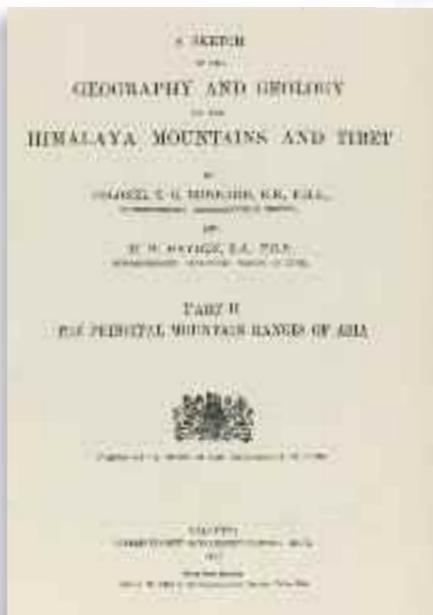
dente Generale del Great Trigonometrical Survey dal 1830 al 1843.

1904 Nuove misurazioni del Monte Everest vengono eseguite tra il 1902 e il 1904 sotto la direzione di Sydney Burrard, che valutò il valore dell'altezza a 8 882 metri s.l.m.

1930 L'altezza venne calcolata in rapporto al geoide (il livello del mare) dal dottor De Graaf Hunter che si avvale anche delle nuove conoscenze sulla rifrazione e apportando delle correzioni sulla curvatura del filo a piombo determinò un valore di 29050 ±15 piedi.

1954 Una misura più precisa venne fatta da B. L. Gulatee che determinò l'altezza a 8848 metri s.l.m. segnalando gli errori delle precedenti rilevazioni. Questa volta le misure furono condotte dal lato nepalese a sud di Lukla, da 9 punti in un raggio compreso tra gli 80 e i 110 Km di distanza dalla vetta.

Negli ultimi 50 anni nuovi rileva-



valanga. Il rilevamento confermò 8848 m s.l.m. (29029±1 piedi, 8848,13±0.35 m s.l.m.)

1987 Uscì la notizia che il K2 poteva essere più alto dell'Everest. Il Prof. Ardito Desio, con Alessandro Caporali e Agostino Da Polenza, organizzarono prontamente una verifica dell'altezza delle due montagne con un nuovo strumento, un sistema di posizionamento globale (GPS) per misurare le coordinate dei punti al Campo Base da dove si puntava alla cima con i teodoliti.

Le quote ortometriche furono

quindi calcolate in base al migliore geoide disponibile in quel momento. L'indagine portò a una definizione dell'altezza dell'Everest pari a 8872 metri s.l.m.

1992 Cambiamenti molto importanti nelle tecniche di misurazione dell'altezza del Monte Everest furono introdotte grazie a una spedizione italo-cinese Ev-K2-CNR/NNSM: per la prima volta un ricevitore GPS venne attivato sulla vetta da Benoît Chamoux della spedizione italiana di Ev-K2-CNR. Usando un valore di separazione

del geoide-ellissoide N pari a -25.14 metri, l'altezza del punto più alto della neve, calcolata dal Prof. Giorgio Poretti, torna ad essere di 8848,65 m (± 35 cm). Lo spessore della neve è incerto per la possibile presenza del ghiaccio, ma la cima è comunque ricoperta da oltre 2 metri e mezzo di neve.

1999 in maggio, una nuova misurazione GPS viene intrapresa da un team di nove alpinisti dell'American National Geographic Everest Expedition, organizzata da Bradford Washburn, famoso es-

tezza di 8848,82 m (± 23 cm), una profondità della neve di 3,70 m, e un'altezza di 8852,12 m (± 12 cm) per la vetta innevata.

2005 Un'altra misurazione venne effettuata nel 2005 dal NBSM Cinese (National Bureau of Surveying and Mapping) per il 30° anniversario dei rilevamenti del 1975, utilizzando lo stesso GPR realizzato in Italia da IDS ed impiegato nella misura del 2004, tuttavia con alcune modifiche. In questa occasione NBSM annunciò una leggera variazione del valore N.

MISURAZIONI

Georadar & GPS

Quello utilizzato dalla spedizione "K2 2004 - cinquant'anni dopo" per misurare l'Everest è un prezioso gioiello della tecnologia elettronica: pesa meno di 4 chili contro i 20 dei normali georadar.

Somiglia al modellino di un cataamarano, con uno scafo di fiberglass e due piccoli pattini laterali per non ribaltarsi sulla neve. I tecnici dell'Università di Trieste, guidati da Giorgio Poretti e Roberto Mandler della SOGEST Geofisica, in collaborazione con gli alpinisti della spedizione, hanno testato diversi strumenti e sono stati in grado di fornire corrette indicazioni alla IDS (Ingegneria dei Sistemi) di Pisa, che ha così realizzato una versione innovativa di Georadar (*) accoppiato ad un GPS (pesa meno di 4 chili, contro i 20 dei georadar allora in commercio) da portare in cima alle

montagne più alte del mondo. Gli alpinisti, infatti, avevano chiesto il massimo della leggerezza e della funzionalità per poterlo manovrare con successo nelle proibitive condizioni degli 8000 metri. È nata così una piccola meraviglia di tecnologia elettronica miniaturizzata (battezzato "snow radar EV-K2-CNR") e in futuro potrà servire **anche per localizzare le vittime di valanghe**. Alimentato da speciali batterie al litio, lo strumento ha consentito di misurare con estrema precisione la quota dell'Everest, scandagliando lo strato di neve e ghiaccio che copre la vetta, per tracciarne il profilo roccioso sottostante.

La tecnologia GPS è ben nota e sfrutta i segnali inviati dai satelliti Navstar per un posizionamento preciso dello strumento con un campionamento a 1 Hz (una registrazione al secondo).

(*) Note tecniche

Per quanto riguarda la componente GPR (georadar), si decideva di adottare, assieme alla ditta IDS, che si assunse nel 2003 l'impegno di realizzare ufficialmente il nuovo strumento, un'antenna radar da 900 MHz di loro produzione, con un buon compromesso tra facilità di penetrazione dei segnali nella neve ed una buona risoluzione. Una scheda GPR di produzione sempre IDS, in previsione di un trascinamento lento "a passo d'uomo" e della disponibilità di un posizionamento GPS ogni 1 sec., veniva predisposta per una memorizzazione di 10 segnali al secondo con 2048 campioni a 16 bit per segnale, in memorie di tipo Compact Flash Card di tipo industriale (affidabile opzione disponibile a quel momento). Il campionamento a 10 segnali al secondo prevedeva l'inserimento con passo 1 di una stringa di posizione proveniente dalla componente GPS. Per quest'ultima la scelta cadeva su un'antenna GPS monofrequenza Leica MX421L, caratterizzata da una notevole compattezza e leggerezza, fornita dal partner Leica, che aveva già collaborato nelle precedenti spedizioni Ev-K2-CNR sempre nell'ambito del progetto Tower (Top Of the World Elevation Remeasurement). Per l'alimentazione dello strumento, veniva infine adottata una speciale batteria ricaricabile al litio, particolarmente resistente alle basse temperature e con una autonomia di utilizzo in continuo superiore alle 7 ore. (R. Mandler)



Il Geoide

Le misure di quota fanno riferimento al "livello medio del mare". Questo viene approssimato dal Geoide che rappresenta una superficie equipotenziale sulla quale si adagerebbero i mari e gli oceani se fossero omogenei, a tempera-

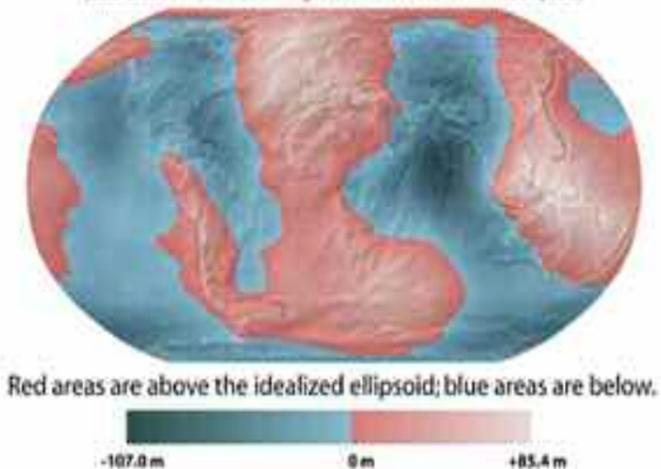
tura costante e non perturbati da elementi atmosferici.

Questa superficie viene determinata di quando in quando, per mezzo di misure di gravità e di deviazione della verticale, da enti nazionali locali (geoide locale).

Essa è molto ben delineata sugli oceani e nelle zone continentali in cui le misure di gravità sono frequenti, mentre presenta notevoli lacune nelle zone montane o comunque remote dove le misure di gravità sono molto sparse.

Scostamento del Geoide dalla forma ideale della Terra
(differenza tra il geoide EGM96 e l'ellissoide di riferimento WGS84)

Deviation of the Geoid from the idealized figure of the Earth
(difference between the EGM96 geoid and the WGS84 reference ellipsoid)



Gli strumenti di misura

Dal 1600 ai giorni nostri

A cura di C. Calligaris

Dipartimento di Matematica e Geoscienze dell'Università di Trieste.

La strumentazione usata per le misure topografiche delle montagne Himalayane (e non) ha sempre rappresentato il meglio che si potesse trovare in ogni epoca. Essa si divideva tradizionalmente in due parti: misura delle distanze e misura degli angoli. Partendo dal goniometro verticale dei primi anni del 1600 si è passati recentemente alle sta-

serie di prismi riflettenti (per i raggi laser lanciati dal Nepal e dal Tibet) costruito appositamente dalla Leica nei laboratori Kern, e il GPS Leica 200, portato in cima da Benoit Chamoux, che ha registrato per 57 minuti. Sul versante Nepalese inoltre erano in funzione due ulteriori GPS Leica 200 e sul versante Cinese tre GPS Trimble 4000. Per la **misura del**



zioni totali con memorizzazione elettronica. Nella campagna di misure sul Grande Arco Trigonometrico dell'India, William Lambton e George Everest portarono due teodoliti costruiti in Inghilterra, uno da J. Cary e l'altro da Throughton & Simms che dovevano essere portati a spalla da almeno 16 uomini. Essi rimasero in uso fino al 1873. Le **distanze** venivano misurate mediante catene o sbarre metalliche che dovevano essere protette dal sole per evitare la dilatazione termica. La misura doveva essere più precisa possibile perché da essa dipendeva la misura di tutta la rete. Le quote delle stazioni di base venivano misurate con barometri. Nelle campagne di misura dell'Everest del 1992 sono stati impiegati dei distanziometri Kern (Mekometro 5000 con raggio laser visibile) e Leica DI 3000 per la misura delle distanze. Gli angoli verso la cima sono stati misurati con teodoliti Wild 2002K e Leica T3000. In cima sono stati portati un treppiede con due

2004 è stato impiegato un GPS Leica GRX 1200 in cima, un GPS Leica 500 al caposaldo alla Piramide ed un ulteriore GPS Leica al caposaldo Cinese al Campo Base. Anche per questa misura è stata impiegata la tecnologia classica con una terna di prismi riflettenti ai quali sono stati lanciati i raggi laser del distanziometro Leica DI3000 e gli angoli sono stati misurati dal Teodolite T200K posto sul punto trigonometrico al Campo Base Tibetano. Per effettuare le correzioni sulla strumentazione ottica del 1992 (laser e teodoliti) sono stati lanciati dei **palloncini sonda**.

Le **misure di deviazione della verticale** sono state effettuate con un programma originale realizzato da Marco Lipizier e Giorgio Poretti, ASTRA che da un computer ACER Travelmate collega il teodolite Leica T200K, con un GPS mono frequenza (ma con misure di fase) per la definizione della posizione e del tempo di passaggio delle stelle scelte per la misura.

MISURAZIONI

L'importanza della ricerca geodetica

Perché si misurano le montagne?

A cura di **GIORGIO PORETTI** Dipartimento di Matematica e Geoscienze dell'Università di Trieste.

Se dalla riva del mare Adriatico, nei mesi d'inverno, guardiamo verso Nord, vediamo una distesa di cime bianche di neve. E' spontaneo quindi chiedersi perché sono bianche, mentre non lo sono le zone circostanti. La risposta, ovvia, è che sono più alte, e la domanda successiva, altrettanto ovvia, è: "ma quanto sono alte?". Già duecento anni fa il geografo prussiano Alexander von Humboldt cercava di stabilire una correlazione tra l'altezza di una montagna e il livello della neve come appare all'orizzonte, senza tenere conto però della latitudine della montagna. Le masse montagnose hanno una grande influenza su molti aspetti geofisici e topografici e quindi la conoscenza delle loro quote è di fondamentale importanza non solo per la conoscenza della "forma della Terra" ma anche per la determinazione delle anomalie di gravità e di deviazione della verticale che influiscono sulla direzione del filo a piombo e quindi su ogni oggetto della topografia mondiale. Formando delle imponenti barriere di fronte ai

movimenti d'aria, le montagne influiscono pesantemente sul clima locale e regionale anche delle aree pianeggianti limitrofe. Importante perciò conoscere anche le posizioni, la loro estensione e le loro quote. Teniamo conto che con la quota varia la densità dell'aria e quindi la pressione, la quantità di ossigeno e quindi anche la portanza di un aeromobile, per cui il passaggio attraverso una catena montuosa diventa un'impresa che deve tenere conto delle vette che si vogliono sorvolare. Dal punto di vista topografico poi le cime delle montagne, prima dell'introduzione del GPS sono sempre state il riferimento per eccellenza per le triangolazioni della rete geografica di ogni paese. I coefficienti di rifrazione per le osservazioni con i teodoliti dovevano tenere conto della temperatura e della densità dell'aria in base alla quota. Se le cime montuose hanno co-ordinate e quote note, in base ad esse si possono calcolare le posizioni di ponti, strade, dighe ecc. Dove non ci sono montagne bisogna ricorrere ai campanili delle chiese o altri manufatti

che possono essere visti da grande distanza. La conoscenza delle quote delle montagne su tutta la Terra ha permesso la definizione dell'ellissoide terrestre come superficie di riferimento per le coordinate piane. Le quote delle montagne entrano anche nella determinazione del geoide terrestre e quindi della superficie degli oceani oppure quella che avrebbe il mare se fosse libero di muoversi sotto i continenti. Il geoide viene determinato in base alle anomalie di gravità che dipendono a loro volta dalla densità e dalla estensione delle masse montagnose che le circondano. Bisogna infine tenere conto dell'aspetto provocatorio che le montagne hanno su chi le guarda, sia da lontano che da vicino e costituiscono una vera sfida a salirle e infine a misurarle con la massima precisione, cercando di fare nel miglior modo possibile quello che forse sarebbe facile fare al livello del mare ma che in montagna diventa un'impresa ardua che richiede doti fisiche, organizzative e mentali, sia per le situazioni logistiche che per le condizioni ambientali.

Come si misura il Monte Everest

A cura di **C. Calligaris**

Dipartimento di Matematica e Geoscienze dell'Università di Trieste.

La misura della quota della cima di una montagna rispetto al livello medio del mare, può venire eseguita con due metodi, quello classico e quello satellitare (GPS). Per la misura classica si ricorre alla livellazione geometrica (la più precisa) eventualmente integrata con tratti di livellazione trigonometrica, più veloce ma meno precisa. La misura GPS fornisce la quota rispetto all'ellissoide terrestre e ha bisogno della correzione N (geoide-ellissoide) detta "quota del geoide". In ambedue i casi, comunque, bisogna portare la quota dal mare ai piedi del monte, utilizzando la livellazione geometrica. Nel caso del Monte Everest, se si esegue la misura dal lato nepalese, il mare più vicino è l'Oceano Indiano ed il riferimento è dato dal mareografo di Calcutta.

La misura dal versante Tibetano fa riferimento alla rete di livellazione Cinese avente un punto fondamentale, valido per tutta la Cina, vicino a Xian, in una zona pianeggiante e tettonicamente molto stabile, collegato con il mareografo di Qingdao sul Mar Giallo. La livellazione geometrica è già stata eseguita da Calcutta fino a Birganj al confine tra India e Nepal e poi da Birganj fino all'aeroporto di Kathmandu.

Da qui in poi la livellazione è ancora da eseguire, con eventuali tratti di livellazione trigonometrica per le zone più ripide. Una livellazione geometrica probabilmente esiste lungo le strade principali, nel tratto Kathmandu-Lamosangu-Jiri. Resta comunque da eseguire il tratto Jiri-Lukla e Lukla-Piramide-Kala Pattar. Su questo tratto è stata eseguita una livellazione trigonometrica ma manca il collegamento Lukla-Jiri.

Misura classica

Una volta portata la quota nella zona vicino al Laboratorio Piramide vengono fissati dei punti

in vista della cima della montagna, da qui si misura la distanza e l'angolo zenitale verso la cima mediante distanziometro e teodolite o con una stazione topografica totale.

Si posiziona il treppiede con la strumentazione sull'ultimo caposaldo di livellazione e si misura la differenza di quota fra quest'ultimo ed il centro del teodolite. Sulla cima bisogna installare un'asta con una mira ed uno o più prismi riflettenti, diretti verso il punto in valle in cui si installerà la stazione totale.

Per la misura della distanza serve un distanziometro a lunga portata (circa 12 Km) ed un teodolite con elevata precisione. Le misure devono venir eseguite più volte in entrambe le posizioni del cannocchiale del teodolite, se possibile a diverse ore della giornata in quanto le misure degli angoli e delle distanze devono venir corrette mediante i valori di temperatura e pressione in valle e in cima. Nell'elaborazione dei dati per la determinazione della quota ortometrica, sarà da considerare anche il valore della deviazione della verticale e cioè l'angolo formato dalla verticale locale con la normale all'ellissoide terrestre.

Misura GPS

Per la misura satellitare vengono posizionati uno o più GPS in valle su dei capisaldi di livellazione. Un GPS viene portato sulla cima e messo in registrazione contemporaneamente a quelli in valle. Il tempo di registrazione deve essere più lungo possibile (almeno un'ora). I GPS in valle possono venir eventualmente sostituiti dal GPS permanente della Piramide. Se i punti in valle sono dei capisaldi di livellazione geometrica, la differenza tra questa e il valore della quota satellitare fornirà dei valori N che potranno essere estrapolati sulla verticale della cima della montagna.

Gli strumenti del prof. Desio

Ancora una "lezione"

GABRIELE PREVITALI



In questo ricordo vogliamo così riportare alcune immagini relative agli strumenti che il prof. Desio usò sin dall'inizio della sua lunghissima carriera di scienziato (ed ancor più ai tempi della spedizione al K2 del 1954) e che - comparate alle "nuove tecnologie" - sembrano ormai solo "pezzi d'archivio". Sono invece la dimostrazione

durli graficamente. I dispositivi di rilievo permettevano, infatti, di misurare le distanze, la direzione, le pendenze, mentre quelli di riporto grafico consentivano di riprodurre le direzioni, ed infine quelli di calcolo a valutare le distanze orizzontali e i dislivelli.

(* Note tecniche:

Si tratta di una piccola tavoletta tascabile di cm 13x18x1 adatta a lavori speditivi. In tale spazio si ritrovano i dispositivi di rilievo, di riporto grafico di calcolo. I dispositivi di rilievo consentono di misurare le distanze, la direzione e la pendenza. I dispositivi di riporto grafico permettono di riprodurre le direzioni e di riportare le battute. I dispositivi di calcolo permettono di calcolare le distanze orizzontali e i dislivelli. La tavoletta Monticolo, molto usata in passato e ancora oggi di qualche utilità, consentiva di rilevare il terreno per camminamento e irraggiamento. Nel caso di terreno con estensione elevata è preferibile prima effettuare un rilievo di appoggio (poligonale) e successivamente, verificata la sua chiusura, il rilievo di dettaglio per irraggiamento facendo stazioni sui vertici della poligonale. Fu ideata verso la fine del 1800, studiata con cura e provata per molti anni di pratica dall'Ing. A. Monticolo e veniva costruita dalle Officine Galileo di Firenze.

Nel ripercorrere la storia delle misure della montagna più alta del mondo - l'EVEREST - ci siamo imbattuti in diverse strumentazioni adoperate dagli "insigni" scienziati che si sono cimentati in questo "arduo" e ancor oggi non del tutto compiuto esercizio.

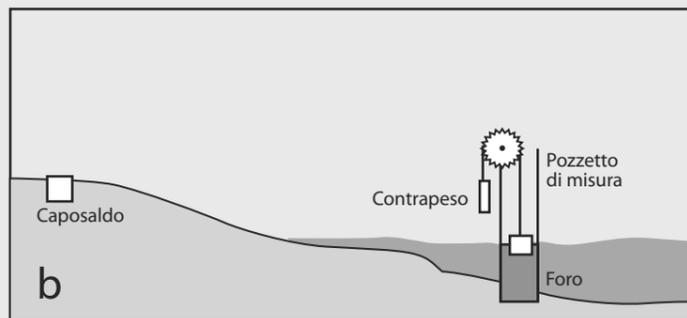
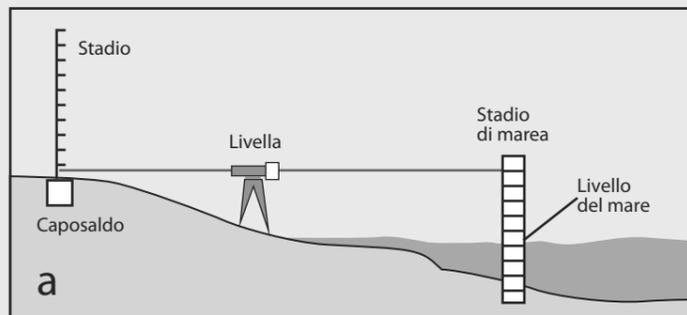
Anche se il nostro "attore" non si è mai occupato in prima persona di ChomoLungMa (la madre della terra), non possiamo però non andare con il pensiero a colui che fu l'ideatore e l'artefice del Laboratorio-Piramide EV-K2-CNR, che nelle nostre spedizioni è sempre stato il punto di riferimento fondamentale delle nostre rilevazioni ed osservazioni: il prof. Ardito Desio.



Grazie alla gentile concessione di "eco stampa.it" riproduciamo

a) Lentino, termometro, goniometro, martello da geologo, bussola ed altimetri

b) La preziosa tavoletta Monticolo (con custodia personalizzata con il nome del professore) (*) Questi strumenti, concentrati in un unico corpo dalle ridotte dimensioni e quindi facilmente trasportabile, consentivano di effettuare rilievi sul terreno per poi ripro-



MISURAZIONI

Segue dalla prima pagina

Everest, la montagna della scienza

...Università locali, come la Kathmandu e Thribuvan e le NGO nepalesi, con le istituzioni del governo del Nepal che si occupano di turismo, di parchi, di foreste e ambiente, tanto da portare ad un costante sviluppo delle numerose attività che, da oltre vent'anni, si svolgono non solo nel Sagarmatha National Park, ma in tutto il paese.

Grazie a queste sinergie nacque, infatti, anche il primo accordo di cooperazione culturale e scientifica a livello governativo tra Italia e Nepal, che vedeva come punto centrale il laboratorio osservatorio Piramide dell'Everest e le ricerche che in esso venivano svolte e che è stato rinnovato negli anni con reciproca soddisfazione.

Grande è il debito di riconoscenza da parte di tutti noi di Ev-K2-CNR nei confronti di questa montagna e con le istituzioni e la popolazione del Nepal e delle valli dell'Himalaya nepalese.

Il risultato lo possiamo sintetizzare in alcuni primati unici a livello internazionale:

* **550 missioni di gruppi di ricercatori**, con la partecipazione di oltre **220 ricercatori**, alcuni dei quali hanno effettuato più missioni nell'arco di molti anni, afferenti a **143 diverse istituti e enti scientifici**, originari da tutto il mondo;

* **Più di 1200 pubblicazioni, decine di capitoli di libri e alcuni volumi di carattere scientifico, migliaia di articoli divulgativi, centinaia di servizi televisivi e alcuni film** realizzati sulle attività dei ricercatori impegnati nelle missioni al laboratorio, attorno e sull'Everest.

* **eccezionali spedizioni scientifiche all'Everest del 1992 e 2004**, durante le quali vennero effettuate le misurazioni della vetta utilizzando per la prima volta tecnologie laser e GPS e georadar. Primato mai più eguagliato.

* **test e risultati di grande significato scientifico nell'ambito del progetto SHARE** (Stations at High Altitude for Research on Environment), ottenuti grazie alla realizzazione del Nepal Climate Observatory - Pyramid (5.079 m s.l.m.) (la stazione e la rete di monitoraggio ambientale più alta al mondo che fornisce indicazioni sulla circolazione degli inquinanti, la composizione, le caratteristiche e la concentrazione di aerosol atmosferico - sia esso di origine antropico che naturale - di ozono e di diversi composti, responsabili dell'effetto serra).

* **installazione della stazione meteorologica più alta al mondo** (colle Sud, 8.000 m s.l.m.) che in real time trasmette dati su temperatura, umidità, pressione direzione e intensità del vento, radiazioni UV;

* **importanti ricerche nel campo della fisiologia e della medicina**, dagli impatti dell'inquinamento indoor sulle popolazioni locali, sugli effetti dell'ipertensione polmonare sulla capacità aerobica in alta quota.

I primati sono molti, di natura strettamente scientifica, ma anche di tecnologia avanzata, come quella che ha permesso lo scorso maggio di **installare la webcam che da Kala Patthar, a una quota 5.600 e a soli 11 Km dalla montagna, fornisce in tempo reale le immagini in alta risoluzione della vetta dell'Everest.**

E' difficile in queste poche righe riassumere il lavoro e i risultati ottenuti in più di 20 anni di lavoro. Quel che vale dire qui è che Italia e Nepal hanno in comune una grande tradizione montanara. Che entrambi promuovono la conoscenza, lo scambio di esperienze, danno valore all'ambiente come bene inalienabile e da trasmettere alle future generazioni. Entrambe sanno che l'Everest da più di 25 anni e le Dolomiti da poco tempo sono montagne e catene montuose riconosciute dall'UNESCO come Patrimonio dell'Umanità. Entrambe sanno che esistono valori di solidarietà e rispetto ai quali riferirsi nei reciproci rapporti. Sono i valori e le attitudini che il Prof. Desio ci ha trasmesso, che in questi anni hanno ispirato la collaborazione con questo splendido paese di montagne e uomini dalle grandi tradizioni culturali.

Una collaborazione in continua crescita. L'Everest ne è il simbolo distintivo, ma anche una concreta e fortissima realtà ancora in divenire.

L'Everest e i suoi numeri

Nome

Sagarmatha, Chomolungma, Qomolungma.

Il nome "Everest" fu introdotto nel 1865 da Andrew Waugh Surveyor General of India successore del Col. George Everest, che al servizio della corona britannica lavorò per molti anni come responsabile dei geografi britannici in India.

Paesi

Nepal, Cina

Valle

Khumbu Himal

Altezza

Roccia: 8845,22 m ; neve: 8848,52 m

Prima salita assoluta versante sud

Cima 29 Maggio 1953 ore 11:30

Alpinisti in vetta:

● Sir Edmund Hillary (Nuova Zelanda) e Tenzing Norgay (Nepal)

● via Colle Sud South -Est Ridge

● Spedizione inglese arrivata al campo base il 12 aprile 1953 e ripartita il 3 giugno, dopo 52 giorni

● 9 alpinisti

● 20 portatori

● Capo spedizione Henry Cecil Jhon Hunt

● 0 morti

● Uso di ossigeno

● 9 campi alti

Primo tentativo (fallito)

● 1921 - Spedizione inglese

● Capo spedizione C-K. Howard-Bury

● Versante nord, est, ovest

● Quota raggiunta: 7000 metri, Colle Nord

Prima salita versante nord

25 maggio 1960 Spedizione cinese - Colle Nord - North Est Ridge

Tentativi precedenti al 1953

15

Prima spedizione italiana

1973 - spedizione diretta da Guido Monzino

Prima vittima accertata

Spedizione 1921: 2 vittime



Sir Edmund Hillary e Tenzing Norgay



Via Colle Sud



Apa Sherpa



Jordan Romero



Guido Monzino

Seconda salita assoluta

Primavera 1956 - spedizione svizzera diretta a Everest Lhotse - Via Colle Sud, South Est Ridge

Prima salita senza ossigeno

3 maggio 1978 - Reinhold Messner (Italia) Peter Habeler (Austria) - Via Colle sud, South Est Ridge

Prima salita invernale

17 febbraio 1980 - Krzysztof Wielicki (Polonia) e Leszek Cichy (Polonia) - Via Colle Sud, South est Ridge

Prima salita in solitaria

20 agosto 1980 - Reinhold Messner (Italia) prima solitaria realizzata senza ossigeno - Via Colle Nord, North Est Ridge

Prima discesa completa con gli sci

10 luglio 2000 - Davo Karnicar (Slovenia)

Prima donna in cima all'Everest da sud

16 maggio 1975 - Junko Tabei (Giappone)

Prima donna in cima all'Everest da nord

27 maggio 1975 - Phantog (Tibet)

Chi è salito più volte sull'Everest

Apa Sherpa (Nepal) - 21 volte in cima all'Everest

Il più giovane a salire sull'Everest

13 maggio 2010 - Jordan Romero (Usa) arriva in vetta all'età di 13 anni insieme al padre e a tre sherpa

Il più vecchio a salire l'Everest

25 maggio 2008 - Min Bahadur Sherchan (Nepal) sale in vetta a 76 anni

Vie di salita

18

Via più battuta

Colle Sud - South Est Ridge: la via classica dei primi salitori



Misteri

Nel corso della spedizione britannica all'Everest del 1924, George Mallory ed Andrew Irvine scomparvero durante la salita alla vetta dal versante Nord.

Non è mai stato appurato se i due siano caduti dopo aver raggiunto la cima o, più probabilmente, a seguito della rinuncia al tentativo.

George Mallory ed Andrew Irvine

Il cadavere di Mallory è stato ritrovato nel marzo del 1999, mentre nel 2010 lo storico Tom Holzel ha annunciato di aver individuato i possibili resti del corpo di Irvine.

Tuttavia la macchina fotografica, che più di qualsiasi altra prova potrebbe fornire maggiori informazioni su questa leggendaria salita, non è mai stata ritrovata.

TRADIZIONI

Everest - vetta XV

Storia & leggende (e qualche mezza bugia)

GABRIELE PREVITALI

Risale al IX secolo il primo "racconto" di una salita sull'EVEREST! Padma Sambhava (Guru Rinpoche) diffonde il buddismo in Tibet e - la leggenda - gli attribuisce una «ascensione sul CHOMOLUNGMA (Jo-mo-glan-ma, in origine) su un raggio di luce».

In effetti sino al 1847 di questa montagna (la più alta del mondo) nei paesi occidentali non si sapeva molto o, meglio, pressoché nulla! Solo i primi rilevamenti di quell'anno, infatti, permettono ai geografi inglesi, che sono risaliti dall'India, di "avvicinarsi" ai contrafforti himalayani e realizzare alcune misurazioni, da molto lontano, vista l'impossibilità di entrare sia in territorio Tibetano sia in quello Nepalese. Nel 1852 i dati - da incerti e poco attendibili - diventano finalmente precisi ed affidabili (la progressione delle misurazioni e le relative quote sono illustrate in apposito capitolo di questo speciale): Vetta XV è la montagna più alta del mondo!

Ancora per ben 13 anni a questa montagna, così imponente, non viene però assegnato alcun nome ufficiale. In realtà per il popolo ti-

betano un nome lo ha da sempre: **CHOMOLUNGMA**

(*Jo-mo-glan-ma*, in origine, che significa "Dea madre della Terra / o del Mondo").

Anche se, oltre alla montagna stessa, per la popolazione con questo appellativo si intende l'intero massiccio che comprende anche il picco più alto del mondo. Anche in Nepal la chiamano con un proprio appellativo:

***"DEVADHUNGA"**

(*"dimora della divinità"*), secondo gli esploratori inglesi di allora, oppure

***"GAURI SANKAR"**

(*dal sanscrito "la dea e il suo consorte"*) secondo quelli tedeschi, che ne reperiscono anche il termine tibetano:

***"CHINGOPAMARI"**.

Una carta topografica del Tibet pubblicata a Parigi nel 1733 riporta la denominazione "TSCHOUMOU-LANCMA", a dimostrazione del fatto che questa fosse una denominazione ben conosciuta.

Ma gli inglesi - contrariamente alla tradizione che ha sempre rispettato le terminologie locali - nel 1865 decidono di onorare il Past

Surveyor Generale dell'India, per quanto aveva fatto per la geografia dell'Asia come responsabile della "Great Trigonometrical Survey", Sir George EVEREST, proponendo di assegnare il suo nome alla Vetta XV.

Inizia una lunga diatriba che attribuisce un certo successo alla denominazione Gauri Sankar, che - a cavallo tra '800 e '900 - diventa per molte cartografie la denominazione ufficiale della Vetta XV.

Nel 1903 si appura però che la montagna definita dalla popolazione Gauri Sankar è un'altra (7134 mt), posta a ben 59 Km dall'Everest.

Anche in occasione della prima spedizione ufficiale per tentare una scalata, nel 1921, i documenti e i permessi rilasciati dalle autorità tibetane indicano chiaramente la denominazione "CHHA-MO-LUNG-MA".

EVEREST si imporrà presto, però, presso l'intera popolazione occidentale ed identificherà per sempre la PIÙ ALTA MONTAGNA DEL MONDO (anche i Cinesi nel periodo più recente chiamano infatti Everest la montagna e Chomolungma il massiccio).

Chomu Lungma: La dea madre

LHAKPA TSHERING Sherpa Ev-K2-CNR Pyramid staff



Gli Sherpa considerano il Chomulungma come un Dio. Il nome del Dio è Khang Doma. Khang Doma è un Dio femmina. Chomulungma ha quattro lati. Ogni lato di Chomu Lungma è conosciuto con un nome diverso di Khang Doma.

Gli sherpa e gli alpinisti prima di partire per una spedizione all'Everest sono soliti fare una puja (preghiera), chiedendo alla montagna, "Dea madre", un buon esito e che li protegga.

Un rito propiziatorio per rendere omaggio alla montagna prima di salirla. Si tratta di un rito sacro, effettuato prima di ogni scalata alla montagna più alta della Terra, al quale nessuno sherpa è disposto a rinunciare.

La manifestazione religiosa prevede una "riverenza" (puja, appunto, in sanscrito) alla divinità, attraverso preghiere e offerte.

Per tradizione, la puja si esegue di fronte ad una Murti, ovvero una statua o un'immagine che raffiguri la divinità. Il rito è accompagnato dalla recita di mantra e dal canto di inni sacri.

I testi hanno significati simbolici che affondano le loro radici nell'esoterismo indù e sono volti a ottenere specifici benefici, sia spirituali, sia intellettivi, sia fisici. Dobbiamo sempre indossare anche

un cappello mentre eseguiamo la puja, ma il cappello non deve essere assolutamente di colore nero, perché segno di cattiva sorte, così ne usiamo di colorati o anche bianchi. La puja prevede anche che si facciano offerte di prodotti naturali alla divinità pregata nel rito: dalla frutta al latte, passando per il riso e i fiori. Una volta "benedetti" dalla Dea Madre, i doni vengono consumati da chi ha richiesto il rito propiziatorio. In quel caso prendono il nome di "prasad", ovvero, cibo benedetto e purificato.

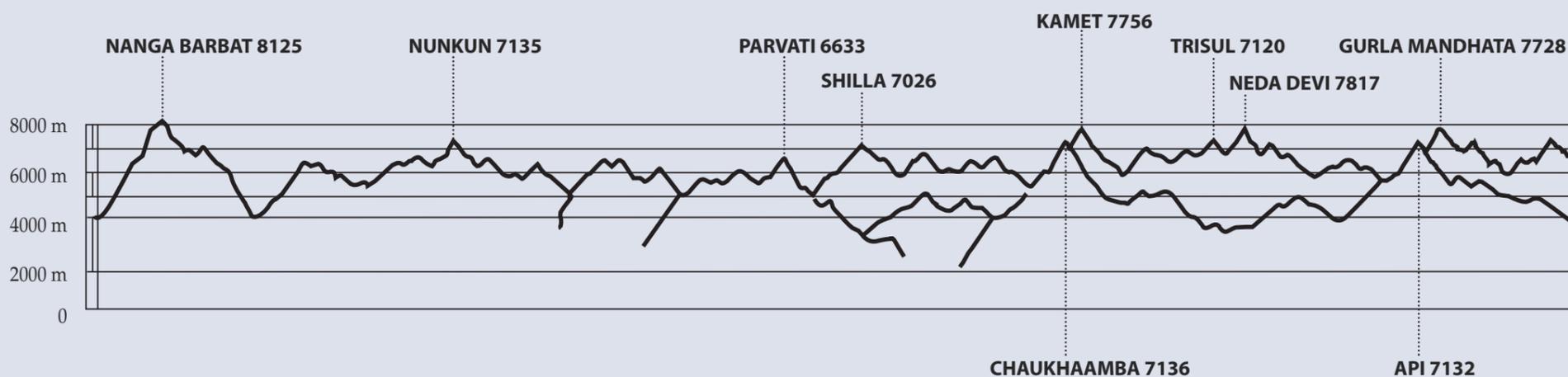
Per fare omaggio alla Dea madre ogni anno, nel mese di dicembre, celebriamo la festa Mani Rimdu presso il monastero di Tengboche; durante la festività i monaci pregano, danzano, raccontando le fantastiche storie di Chomulungma proprio per rendere la montagna felice.



Monastero di Khumjung Gompa 3795 m. valle del Khumbu, Nepal



Tutte le montagne dell'Himalaya



TRADIZIONI

La nostra tradizione Racconti dei nonni e cronache dei monaci

LAXMAN ADHIKARI Sherpa Ev-K2-CNR Pyramid staff



La mia storia si basa su alcuni racconti che ho sentito dai miei nonni, su alcune cronache riportate dai monaci di Tyangboche e sulle chiacchiere fatte con le persone anziane di Khumjung e Khunde.

Quindi quanto vado a raccontare molto probabilmente non torverà corrispondenza con quello che è

Celebrazione della Puja al campo base dell'Everest

stato pubblicato sui libri...

Oggi il Monte Sagaramatha o Chomolongma è conosciuto universalmente per essere la montagna più alta del mondo ma la sua storia e la sua fama risalgono alle origini del Buddismo. In Himalaya e in Nepal ci sono molti monasteri e templi nei diversi distretti del paese, ma il loro spirito, la loro cultura e le attività religiose sono tra loro molto simili. La maggior parte delle etnie dell'Himalaya pregano la montagna come un Dio. Qui quasi tutte le montagne hanno un nome o sono collegate a un Dio o una divinità.

Tra i molti luoghi importanti in Nepal dal punto di vista storico e religioso, si distingue sicuramente la Valle del Khumbu; per la gente di qui, la montagna è la dea madre e viene pregata perché assista i sin-

goli passi della vita di ognuno.

Ma l'Everest non è il più potente degli dei e le preghiere vengono così rivolte anche a montagne più piccole ma ben più potenti.

La montagna viene chiamata Sagaramatha dalle autorità Nepalesi, Chomolungm dai tibetani e Everest dagli occidentali: a volte anche i locali la chiamano Everest, perché ormai sono abituati a lavorare e pregare quotidianamente con gli occidentali; ma le persone davvero religiose pregano la montagna perché la riconoscono quale divinità.

No so dove e se sia effettivamente scritto negli antichi testi buddisti, ma gli anziani e i monaci raccontano che ci sono 5 sorelle della Dea madre:

La più vecchia è Tashi sheriring ma (Mount Gauri Shankar) lo si può vedere durante il volo da Kathmandu a Lukla. Near Jiri (questa divinità è conosciuta anche come protettore Dharma)

La seconda sorella è Miyolangsama (Mt.Sagaramatha) : questa divinità è gentile e bellissima. Il suo colore è l'arancio ed è splendente

La terza sorella è Ting gyi shal Zangma, ma non so a quale montagna corrisponda.

La quarta sorella è Chopen Drinzangma, il Monte Makalu. (Mahakalu)

La quinta sorella è Takar Drozangma (questa montagna si trova nel Kham- Tibet)

Dopo che il Tibet è passato sotto il controllo della Cina, i confini himalayani sono stati chiusi sia per le attività legate al commercio che al turismo.

Il piccolo commercio legato al sale, alla carne, al pellame e al legno è stato completamente bloccato. Molti tibetani fuggirono dal

Monastero di Rongbuk e molti altri si rifugiarono nei monasteri di India e Nepal. L'accesso via treno al Monastero di Rongbuk, importante scuola buddista fu completamente bloccato; qui tra l'altro erano custoditi molti libri e manoscritti contenenti i riti e le storie legate alle origini.

Le popolazioni che oggi abitano la regione himalayana nepalese erano originarie del Tibet e hanno

continuato per secoli e secoli a tornare nelle loro terre di origine, attraversando passi montani pericolosi e impervi per studiare e per commerciare in queste terre, piuttosto che confrontarsi con le genti della regione del Terai, che si trova più a sud e con i quali avevano poco in comune a partire dalla lingua.

Mia nonna che ha appena compiuto 98 anni, è una delle ultime persone ancora in vita che scapparono dal Monastero di Rombuk in Tibet, dove studiò per 18 anni.

Ci sono due principali tipologie di preghiere e attività religiose. Una che si svolge a livello individuale e una a livello di comunità. Quella comunitaria può essere anche suddivisa in due parti: una che si svolge nell'ambito dei villaggi e una invece nei monasteri. Dumjee, Manirimdu, Chokjen, Bumjo, Nugne, Yarchang, Kengur Tenguyar Rhouee, sono solo alcune delle cerimonie rituali che

vengono svolte annualmente dai villaggi.

Chhetuk, kurim, kengur shhalak, yum rorhouee, serkim bulu, younjap bulu, sono quelle che vengono svolte nelle case e possono effettuarsi, giornalmente, mensilmente, trimestralmente o due volte l'anno. I tibetani di fede buddista credono nella reincarnazioni e gli Sherpa che traggono le loro usanze e le loro tradizioni dalla cultura ti-

betana, credono nelle vite precedenti e in altre vite future.

Le cerimonie rituali a livello di comunità sono differenti da monastero a monastero; di seguito ho riassunto quelle che si svolgono in quello di Khumjung Gompa.

Dumjee: ci sarebbero tante cose da raccontare su questo festival, alcuni dicono che la cerimonia è esclusi-

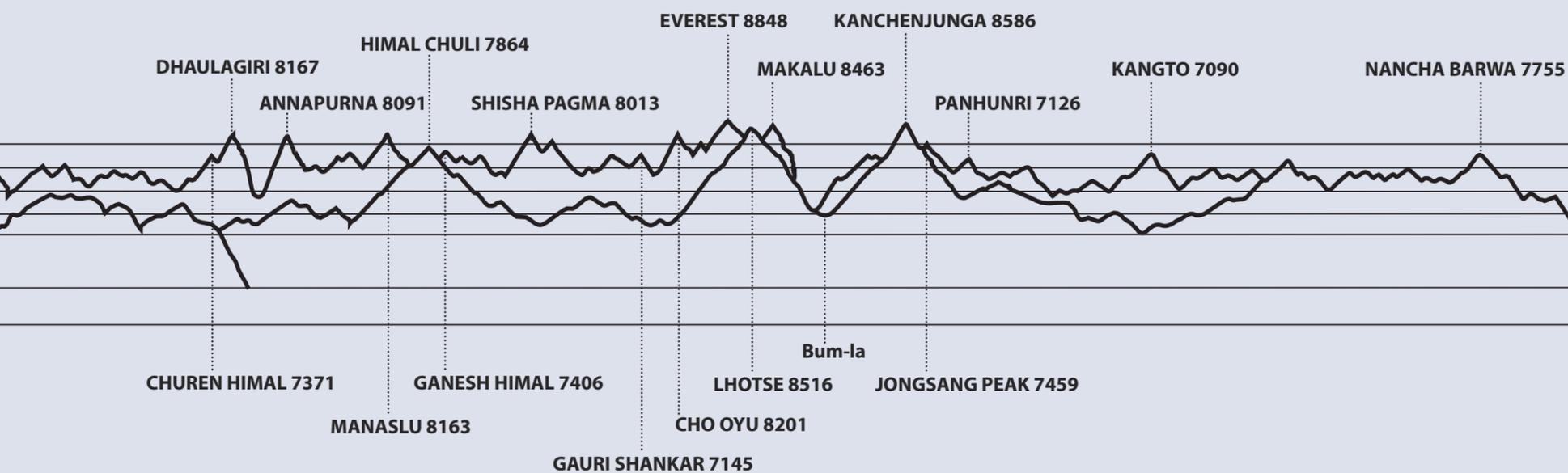
va mente un'offerta a Guru Padma Sambawa, altri sostengono che questa festività serve a portare gli spiriti maligni lontano grazie alle preghiere che invocano una vita lunga e senza complicazioni.

Il Dumjee festival si celebra tutti gli anni in estate (tra giugno e luglio) a Khumjung, Namche, Pangboche, Thame & Rimijung, mentre si festeggia tra maggio e giugno a Forche e Lukla. Le modalità della cerimonia sono sempre le stesse, mentre si differenziano le offerte.

Agli occidentali sono sempre giunte solo storie raccolte da altri occidentali e viste, perciò, dal punto di vista degli occidentali.

La ormai ultra decennale permanenza di EV-K2-CNR (grazie soprattutto alla Piramide e alle spedizioni compiute) ci consente oggi di far raccontare direttamente da due nostri collaboratori locali la loro esperienza.

E non abbiamo voluto - di proposito - cambiare nulla sia nel testo originale in inglese sia nella traduzione italiana per non compromettere il vero "sentire nativo".



Ev-K2-CNR

Le spedizioni 1992 e 2004

Misurare per "scienza ed alpinismo"

GABRIELE PREVITALI



Possiamo far risalire il tutto alla dichiarazione dello statunitense prof. George Wallerstein che - nel maggio del 1987 - ebbe a dichiarare di «aver effettuato alcune misurazioni geodetiche nella regione a nord del Karakorum, nei pressi del K2, riscontrando grosse anomalie con le quote della cartografia ufficiale. Salvo poi scoprire che lo scienziato aveva molto imprudentemente riportato alcune cifre delle misurazioni

effettuate con il suo GPS, ma che lui stesso affermava essere state poche ed approssimative a causa della mancanza di energia elettrica e di interferenze ambientali...» (da: EVEREST - K2, montagne di sogno di Agostino da Polenza, 1994 Ferrari Editrice).

Il possibile dubbio che la montagna più alta del mondo potesse non essere più l'Everest, indusse il Prof. Desio a coinvolgere il CNR in un'operazione di "ri-misurazione" delle vette più alte della terra (Everest e K2). Inizia così l'esperienza Ev-K2-CNR ancora in essere (con già ben presente l'idea del laboratorio piramide, osservatorio scientifico in alta quota che si concretizzerà nel 1988 e come realizzazione fisica nel 1989. Così parte una prima spedizione che, nel 1987, grazie all'abbinamento dei GPS con i tradizionali strumenti topografici, permetterà di confermare la supremazia dell'Everest.

Ev-K2-Cnr 1992

Nel 1990 inizia la costruzione della Piramide che diventa presto abitabile e che nel 1991 si avvia a funzionare in modo completo ed autonomo.

È già di quell'inverno 1991, infatti, l'idea di preparare la prima vera spedizione alpinistico-scientifica sull'Everest, con la più evoluta tecnologia disponibile (distanziometri laser, l'ultimo tipo di GPS a doppia frequenza, etc.).

Il tutto si concretizza - dopo un lungo percorso di preparazione - il 28 settembre 1992 - con l'arrivo in vetta di Giuseppe Petigax, Lorenzo Mazzoleni, Pierre Royer e Lapka Nuru Sherpa (che portava le attrezzature GPS) - e il 29 settembre 1992 con il posizionamento in vetta - a cura di Benoît Chamoux ed Oswald Santin, che hanno recuperato il materiale lasciato dagli sherpa il giorno prima all'antecima Sud a 8750 mt. - del cavalletto per i prismi bersaglio della misura per il rilievo trigonometrico e, in

contemporanea, del nuovissimo modello di GPS, che registrerà i dati inviati dai satelliti in transito sopra l'Everest. Il giorno successivo (30 settembre) i nuovi arrivati G. Pietro Verza e Abele Blanc sonderanno, poi lo spessore della calotta nevosa sulla cima dell'Everest a completamento della spedizione. Nel frattempo si susseguono altre rilevazioni con dati che non si discosteranno eccessivamente dalle rilevazioni del 1992. Ma, con l'avvicinarsi del 50° anniversario della conquista del K2 da parte degli italiani guidati dal Prof. Desio (1954), ecco nascere una nuova iniziativa di assoluto rilievo che vuole unire, ancora una volta, scienza ed alpinismo. E quale può essere il collante, se non il Comitato Ev-K2-CNR. Dopo un grande lavoro di preparazione, già nel 2003, viene presentato il nuovo progetto

"K2 - 2004, CINQUANT'ANNI DOPO"

che prevede in successione due distinte spedizioni all'Everest e al K2, con il preciso scopo di raggiungerne le vette e di rimisurarne le altezze con le nuove tecnologie disponibili (la quota "ufficiale" era fissata, a quel momento, a 8.850 m. sulla scorta del rilevamento compiuto nel 1999 dall'esploratore e cartografo Bradford Washburn per conto della National Geographic Society con ricevitori GPS al Colle Sud e sulla cima). Questa volta l'intera spedizione è stata seguita "in diretta" grazie alle nuove tecnologie satellitari ed è stata raccontata con dovizia di particolari. Non ci rimane che estrapolare al-



cuni dei passi più significativi giunti dal Campo Base nella giornata del 24 maggio 2004, quando il capo spedizione comunica che :

«i quattro alpinisti giunti in vetta Claudio Bastrentaz, Alex Busca, Karl Unterkircher e Mario Merelli insieme a due Sherpa sono riusciti a raggiungere uno splendido risultato tecnico, in assoluta sicurezza.

Non solo sono arrivati in vetta senza l'ausilio di ossigeno e quindi con le loro forze, a dimostrazione di una grande preparazione personale, ma hanno anche continuato a lavorare in vetta con grande lucidità per il posizionamento degli strumenti e per le rilevazioni scientifiche programmate, eseguendo impegnative operazioni nel pieno rispetto di un preciso protocollo scientifico da tempo programmato».

Il prof. Giorgio Poretti, responsabile della ricerca geodetica e geofisica di "Ev-K2-CNR", aggiunge poi: «Splendidi questi alpinisti, con una menzione di assoluto riguardo ad Alex Busca che ha eseguito alla perfezione ogni operazione richiesta dai tecnici e scienziati che - dal Campo Base agli ordini di Roberto Mandler - chiedevano il piazzamento delle apparecchiature; per oltre tre ore si è spostato sul versante per rintracciare i punti ideali per le rilevazioni del georadar; per lasciarlo cadere lungo la linea di massima pendenza, consentendoci di realizzare un reticolo di rilevazioni che ora studieremo e analizzeremo con tutta la calma ed attenzione necessaria. Tutti gli strumenti hanno lavorato alla perfezione

e siamo quasi certi di aver compiuto finalmente un considerevole passo in avanti. Contiamo infatti di poter determinare in modo esatto la profondità della neve in vetta, calcolare quindi l'esatta misura della cima e -realizzare un modello matematico realistico della cima rocciosa e della cima nevosa della montagna».

«Un'assonanza perfetta tra scalatori e scienziati che dimostra l'assoluta competenza e preparazione scientifica messa in campo da "Ev-K2-CNR" per il 50° anniversario della spedizione italiana sul K2 con la squadra "K2 2004 - cinquant'anni dopo"».

Grazie a questo importantissimo lavoro di squadra il prof. Giorgio Poretti, con il suo gruppo di ricercatori dell'Università di Trieste, ha potuto così disporre di una numerosissima base di dati (raccolti con strumenti innovativi) sulla scorta dei quali ha poi elaborato le nuove misurazioni che sono state ufficializzate nel rapporto di cui parliamo in altra pagina di questo speciale.

"Diario di bordo"

Dai ricordi della mia partecipazione alla spedizione scientifico-alpinistica nazionale per "K2 - 50 anni dopo" di maggio 2004 all'Everest

ROBERTO MANDLER

|| In cima, un breve momento per riprendersi dalla fatica... e per assaporare questo importante momento, e poi ci si deve impegnare da subito nel programma scientifico, che prevede innanzitutto la sistemazione e accensione del piccolo gps "master" Leica 1200 al limite della neve dove affiora il pietrisco, a circa 20 metri dalla cima. Poi viene attivato anche il georadar/gps, che si accende correttamente, si attiva automaticamente ora il sistema di preriscaldamento, mentre viene segnalata una buona ricezione del segnale GPS. Una volta che i led hanno segnalato tutto ok, gli alpinisti affrontano il primo profilo verso la cima, ma ci viene ora comunicato che il led del georadar lampeggia intermittenza in modo imprevisto! Seguono momenti di vero panico, tra me e Giorgio, ma non c'è modo di verificare ora se lo strumento stia registrando correttamente oppure no! Preso dall'agitazione, e dal non perder tempo, mi scordo completamente della prevista possibilità di spegnere e rifare l'avviamento, e faccio invece proseguire il lavoro in cima, sperando nel meglio. Ma con una grande angoscia da parte nostra. Finché dall'alto ci riferiscono che il benedetto led ha ripreso a lampeggiare continuo, risolvendo da sé il problema!



dalle rocce affioranti fino in cima, passando a fianco della bandierina e marcando il passaggio sulla registrazione. I profili successivi interessano invece tutti l'area di vetta, con linee parallele (longitudinali alla cresta) ed incrociate (trasversali, con profili su un versante e sull'altro), in modo da intercettare in profondità la cresta rocciosa sepolta dalla neve. I profili impegnano faticosamente i nostri alpinisti per quasi 2 ore, un tempo infinito per un lavoro senza ossigeno a 8850m durante le quali ci tengono aggiornati via radio su quello che stanno facendo, mentre noi cerchiamo di immaginare visivamente la morfologia di superficie e la disposizione dei profili. Una volta completati, viene ora montata con una certa difficoltà la mira ottica, sotto le istruzioni e chiarimenti in diretta via radio da noi dal campo base. La mira, visibile dal potente cannocchiale del teodolite, costituirà quindi il bersaglio per centrare gli specchi della misura tradizionale, per mezzo del teodolite posto al bivio. Cerchiamo di accelerare ora le operazioni al massimo, per ridurre il periodo di affaticamento eccezionale che gli alpinisti stanno sopportando. Ok, è finita! Potete scendere, anzi no... arriva imprevista a Patrizia la richiesta via satellitare dall'Italia, che lei riporta a me per riferirla a mia volta ai nostri eroi in cima, di un messaggio finale di ringraziamenti, da registrare in diretta via radio, e che dovrà essere ripetuto alcune volte perché sia sufficientemente chiaro.

Poi finalmente i nostri possono affrontare la sospirata e infinita discesa verso il C3.

A questo punto, il programma scritto riportava anche una mia richiesta personale, di un campioncino di roccia della cima da riportare a valle, che non me la sono sentita però di richiedere... Mentre i ragazzi scendono, viene lasciata sulla cima la mira ottica, che sventa ora, trattenuta da quattro tiranti, e che viene subito rilevata con il teodolite dai nostri operatori al bivio. Sembra sia andato tutto bene, e nella tenda mensa siamo ora tutti a complimentarci, con grandi pacche e strette di mano!"

Ev-K2-CNR

EVEREST 2004

Vetta e Misurazioni

vista dagli alpinisti e dai tecnici della spedizione "K2 2004 - 50 anni dopo"

GABRIELE PREVITALI

Sono trascorsi ormai più di sette anni (24 maggio 2004), ma il ricordo è vivo e sempre presente nella mente e nell'anima dei veri protagonisti di quella "misurazione" che, nel 2004, ha segnato un nuovo traguardo nella storia delle misurazioni. Nel riascoltare gli alpinisti Alex Busca, Claudio Bastrentaz, Mario Merelli con Roberto Mandler al Campo Base sembra di essere, infatti, ancora là, proprio in questo momento: «Vetta finalmente! Un attimo di respiro, per guardarsi intorno quasi con eccitazione e qualche groppo in gola, per la fatica ma, soprattutto, per una "emozione" non descrivibile». Lasciamo per questo spazio alle loro "parole":

**Alessandro Alex BUSCA**

(coordinatore degli alpinisti in vetta per le rilevazioni): la fatica, anche solo per parlare - lassù - non ha paragoni. Everest, vetta e misurazioni sono stati un'esperienza indimenticabile, ma il lavoro di squadra è stato l'elemento che ci ha uniti e ci rappresenta ancora oggi. Senza questo non avremmo potuto fare tutto quello che abbiamo com-

piuto quel giorno: montare il GPS, il palo per il Prisma, fare le misure, e molte altre operazioni complesse anche a quote ben inferiori. Un giorno a dir poco fantastico, per me: stavo veramente bene, ho fatto tutta la salita, senza ossigeno, in modo proprio "bello" e tutto è stato molto piacevole. Per questo dover stare ancora là per fare tutto il lavoro che ci eravamo prefissi di fare è stato quasi "normale". Grazie al poco vento, ad una giornata con un tempo magnifico, abbiamo potuto operare tutti in sicurezza e - oltre al successo per essere arrivati in cima, che è e resta comunque il primo traguardo di un alpinista - è grandissima la soddisfazione di aver contribuito anche a raggiungere un importante traguardo scientifico: la misurazione con un nuovo ed innovativo sistema, messo a punto dagli scienziati italiani. Solo un piccolo rammarico: non aver avuto il tempo di sedersi e guardarsi intorno per godere di uno spettacolo che non ha paragoni (solo chi è arrivato sin là, sul tetto del mondo, mi può forse capire)! Un ricordo speciale, poi, per il grande lavoro dei nostri Serap Jangbu sherpa (sirdar della spedizione) e Lhapka Tshering sherpa, che hanno portato in quota l'attrezzatura e dato man forte per il posizionamento della medesima. Da ultimo, il mio pensiero al caro Karl (Unterkircher) che non è più con noi, che - oltre ad aver condiviso con noi tutti gli sforzi ed il successo - ci ha immortalati nelle sue splendide riprese.

**Claudio BASTRENTAZ**

la fatica, il ricordo più lancinante, forse. Ma subito riaffiora la grandissima emozione provata nell'arrivare fin là! Rivedendo poi a caldo le riprese e i commenti, mi sono reso conto del grandissimo risultato raggiunto che - forse - la stanchezza mi aveva un po' fatto passare in secondo piano. Per questo oggi rivivo quella splendida esperienza -

grazie anche alle belle immagini che ci ha lasciato Karl con le sue riprese e i suoi commenti "a fiato corto" - ancora con grande emozione. Solo il gioco di squadra e il senso del dovere - dopo tanta fatica - ci ha "convinti" a restare lassù a compiere ancora un grande lavoro (alpinistico/scientifico questa volta). Posizionare il materiale, fare tutti i rilievi, seguendo - per quanto possibile - le indicazioni che arrivavano dal campo base; su e giù per quei "venti metri" che sembravano uno scherzo ma che si sono rivelati lassù un'enor-

mità, sono stati un'impresa nell'impresa. E dopo oltre due ore di grande lavoro, quasi non ci siamo accorti del tempo passato a quella quota. Provvidenziale il richiamo dal campo base: è ora di scendere; è troppo tempo che state lassù! Non si potrà mai dimenticare un'esperienza come questa e dei compagni così, con un ringraziamento speciale per gli sherpa, senza i quali non avremmo avuto mai la possibilità di raggiungere il traguardo scientifico, con la strumentazione che ci hanno portato in quota.

**Mario MERELLI**

sono passati sette anni e mi sembra ancora ieri: una delle più belle spedizioni della mia carriera, frutto del lavoro di un vero gruppo e anche di un pizzico di fortuna che in queste occasioni non deve assolutamente mancare. Se solo pensiamo a quanto era accaduto il giorno prima, con gli amici rientrati per le pessime condizioni, e rivivo la splendida giornata di sole che ci ha portato in vetta, quasi c'è da non crederci. Noi stessi non pensavano proprio di partire subito e tentare la vetta; invece il tempo propizio ci ha indotti a prepararci (mangiare per tempo, riposarsi il più possibile) e poi... su, su sino alla vetta. E dopo tanta fatica eccoci ancora pronti ad una nuova impresa: non avevamo ancora finito, infatti, per-

ché ci aspettava la faticosa "misurazione". Avevamo fatto tante prove, anche a medie quote di altitudine; ma lassù è tutta un'altra storia. Personalmente non ricordavo letteralmente più niente di tutto quello che avevamo provato a fare: per fortuna dal campo base continuavano ad arrivare preziosi suggerimenti e tante, tante indicazioni. Ecco alla fine il secondo prezioso risultato di quella meravigliosa giornata: contribuire a raggiungere - come alpinisti - un importante traguardo scientifico. Essere non solo scalatori di montagne ma collaboratori preziosi di uomini di scienza. Una bella soddisfazione di cui andrò sempre fiero. Grandissimo e fondamentale il lavoro di squadra: ognuno per la sua parte (un caro ricordo allo scomparso amico Karl). Vedevamo anche gente che arrivava là, con spedizioni

commerciali, per una foto e via; mentre noi restavamo per compiere la nostra missione. Una grande emozione quando abbiamo letto il saluto al presidente Ciampi. Alla fine l'ordine perentorio: scendete, scendete; tutto ok. Finalmente verso il campo base. Non ne potevamo veramente più! È andata veramente bene, anzi benissimo!

Mario Merelli è scomparso mercoledì 18 gennaio 2012 in un incidente sulle sue montagne

**Roberto MANDLER**

(geologo, coordinatore per la messa a punto del prototipo georadar/GPS, e del lavoro degli alpinisti dal campo base): non posso dimenticare il grande stress che ha colpito tutti i collaboratori del prof. Poretta al momento dell'accensione del georadar/GPS, che era rimasto al gelo del campo 3 per una settimana intera (dopo il primo tentativo in vetta del 16 maggio). Il led lampeggiava sinistra-

mente, ora che facciamo?

Poi finalmente Alex (Busca) lancia il suo grido: il led rosso è ritornato! ora tutto può proseguire in sicurezza e con la quasi assoluta certezza che i dati siano effettivamente registrati (anche se di questo abbiamo avuto certezza solo al rientro al campo base).

Il secondo e più impegnativo lavoro è stato quello di relazionarsi con gli alpinisti in vetta: le operazioni da fare - non semplici neppure sulle nostre montagne europee - erano non poche e a quell'altitudine... ma tutti i componenti giunti in vetta si sono dati un gran da fare, assistiti da una splendida giornata, e - dopo aver fatto i posizionamenti delle strumentazioni richieste nel miglior modo possibile - hanno eseguito tutte le misurazioni che ci aspettavamo facessero (con oltre 2,30 ore di permanenza in vetta).

Fondamentale il contributo del nostro sirdar Serap Jangbu sherpa sia per aver portato in quota la strumentazione che per aver provveduto personalmente a piazzare una parte fondamentale della stessa per dare avvio all'impostazione iniziale delle rilevazioni. Un paio di aneddoti: * all'arrivo in vetta Claudio Bastrentaz trova annodate ad un picchetto una foto del Dalai Lama, il classico scialle tibetano e delle bandierine: che siano quelle di Benoit della spedizione Ev-K2-CNR del 1992? * mentre i nostri lasciano la vetta, la mira ottica con gli specchi riflettori viene lasciata sul posto, per le successive misure con teodolite da remoto. In molte immagini di spedizioni successive nel 2005, 2006 e 2007 si vede ancora in vetta il nostro palo o una parte dello stesso; * rocce: il nostro sirdar Serap Jangbu sherpa porterà sorprendentemente a valle alcuni campioni che potranno così essere analizzati in laboratorio; * Vetta e sorvolo: in quella stessa giornata, Angelo D'Arrigo, famoso pilota di volo sportivo, con il suo delta-piano Stratos trainato in quota riesce nella storica impresa di scavalcare l'Everest superando gli 8900 metri di quota. * a mani nude a 8848 metri: la splendida giornata, e la brezza leggera che fortunatamente ha accompagnato il lavoro degli alpinisti, ha consentito loro di lavorare a quella quota per qualche minuto anche a mani nude; in alcune riprese video vediamo anche i laccioli dei bastoncini da neve che si muovono dolcemente sospinti da questo leggero vento. Dal punto di vista scientifico per concludere è stata un'esperienza per me

**Karl UNTERKIRCHER**

non possiamo dimenticare, in questa occasione, uno dei protagonisti di questa splendida operazione alpinistico/scientifica. L'amico e grande alpinista cui si devono - tra l'altro - le riprese fotografiche e video più importanti della giornata del 24 maggio, accompagnate da un commento "dal vivo" rimasto insuperabile. Così come insuperabile è stato il suo contributo alla perfetta riuscita dell'esperimento scientifico. E proprio perché non è più tra noi, ma tra le "sue nevi perenni" non possiamo né dobbiamo dimenticare che per Karl il 2004 fu l'anno di un primato assoluto: in soli tre mesi l'Everest e il K2.

Con il ricordo indelebile dei suoi compagni d'avventura, quello degli amici che, passo passo, lo hanno seguito nelle sue meravigliose imprese ed hanno cercato di raccontarle al meglio.

ricca di soddisfazioni professionali. Il contatto con persone di diversissima estrazione sia per professione sia per interessi; la realtà vista al Campo Base (anche quella meno piacevole degli insuccessi e delle disgrazie); aver raggiunto un obiettivo scientifico per cui ci si era impegnati tanto, ma che era legato ad una serie di eventi imprevedibili e non gestibili (la mete, gli uomini, la fortuna, le scelte umane, ecc.). Ho cercato poi di conservare i nostri ricordi, per i miei compagni di avventura, e magari anche per chi altro ne fosse incuriosito, in una pagina dedicata in internet.

<http://www.sogestgeo.it/Ev-diario/Ev-diario.htm>

Ev-K2-CNR

Ricordi d'alta quota

Le nuove misurazioni dell'Everest 1992 Italiane e Cinesi.

GAIN PIETRO VERZA, responsabile tecnico Comitato Ev-K2-CNR

Autunno 1992, la Piramide Ev-K2-CNR è al suo secondo anno di vita e diversi progetti di ricerca sono stati portati avanti, anche molti nel settore della fisiologia, guidati dal prof. Cerretelli. Ma grazie all'incessante lavoro del nostro prof. Poretto gli accordi con i Cinesi sono andati avanti e la congiunta misurazione dell'Everest può divenire una realtà.

I geodeti italiani stabiliscono 3 punti di misura in territorio Nepalese e i Cinesi altri 3 in territorio tibetano, ognuno di questi punti viene collegato geodeticamente con gli altri e poi con le reti Nepalesi e Cinesi.

Allo stesso tempo una determinata spedizione alpinistica sta salendo sulla montagna trasportando una mira ottica, dei riflettori laser e un ricevitore GPS a doppia frequenza. Le misure verranno realizzate in contemporanea dai 6 punti utilizzando le più avanzate tecnologie: * quelle ottiche dei teodoliti e distanziometri laser che garantiscono 0,1 mm per chilometro di precisione e che richiederanno anche l'utilizzo di palloni sonda meteorologici per valutare i profili di temperatura, umidità e pressione tra i 5.000 metri di quota in media dei 6 punti e la cima a quasi 9.000 metri.

* quelle dei segnali radio GPS ricevuti sulle doppie frequenze dei ricevitori di precisione geodetica. L'aspetto difficile dell'operazione. Non solo salire sull'Everest, ma montare l'attrezzatura e avviare le misure, e come se non bastasse la meteo deve anche essere buono e permettere buona visibilità della cima. Le misure perché siano precise devono essere fatte negli stessi istanti simultaneamente.

Oggi in un'operazione come questa avvieremo semplicemente un collegamento in conferenza chat via internet e la coordinazione sarebbe perfetta.

Nel 1992 potevamo disporre di un terminale satellitare composto da 2 valigioni da 70 kg che consumavano mezzo chilowatt di energia e che realizzavano un collegamento audio a 13 dollari al minuto, le connessioni dati erano possibili ma costosissime.

Per coordinarci con i Cinesi organizzai quindi dei canali radio in onde corte con radio da 100 watt e in VHF con walkie talkie; in quell'occasione sopra la Piramide installammo un ponte radio con l'ambizione di attraversare la catena Himalayana con la potenza di un semplice walkie talkie.

I canali primari rimanevano tuttavia quelli in onde corte e, mentre attendevamo l'attivazione della stazione cinese, io dovevo far la spola tra Piramide e campo base. Finalmente arrivano i primi segnali, ma l'intelligibilità è scarsa: i disturbi tipici delle onde corte e l'inglese dell'operatore cinese fanno poi a gara per impedirci di capire.

Non rimane che cambiare canali fino a trovarne uno accettabile. Ma io sono alla base e la radio in Piramide. Non rimane che operare la radio, ma il trasmettitore ha una ventina di controlli e nessuno se la sente. L'unica persona che garantisce di seguire esattamente le mie istruzioni e darmi il corretto feedback è la dott.ssa Lenotti, medico

della spedizione. E ci riusciamo! Il collegamento viene stabilito e io inauguro una carriera di operazioni controllate a distanza.

La spedizione alpinistica va avanti rigorosamente e i miei colleghi alpinisti e guide migliorano continuamente le loro performance sulla via dell'Everest. Reduce da una frattura avuta a fine giugno e dopo due mesi, riesco a salire solo 300 metri; poi la cavaglia cede e il mio morale va a pezzi. Mi concentro sulla parte tecnica, c'è da far funzionare un GPS sulla cima dell'Everest e tutto deve essere perfetto. Ma con l'Everest stipulo un patto: proverò e darò il mio meglio anch'io fino al punto più alto possibile. Ogni mattina corro fino a 5300 e imparo a respirare, se le gambe sono deboli il respiro, almeno quello, dovrà essere forte.

Installiamo il ponte radio: non è uno di quegli oggetti microscopici, computerizzati e codificati come quelli di oggi; è un semplice, robusto e resistente sistema radio, prodotto da un'azienda italiana. L'azienda non c'è più, il ripetitore funziona ancora!

L'antenna viene posta a 5.600 metri, giusto sopra la Piramide, il segnale è perfetto in tutto l'alto Khumbu.

Un giorno, una voce gracchiante irrisconoscibile ci segnala il tentativo dei cinesi. Con la potente radio in onde corte li guidiamo e un po' alla volta definiamo le posizioni da cui il collegamento è finalmente chiaro: non dipenderemo più dalle radio in onda corta e i ricercatori potranno parlare direttamente con gli alpinisti.

I giorni si fanno sempre più intensi e io mi sono conquistato un posto nel terzo team, l'ultimo in ordine cronologico.

Agostino sfodera tutta la sua esperienza e, d'accordo con Poretto, stabilisce una strategia efficace:

1) team di trasporto sulla cima delle apparecchiature

2) team di attivazione misure

3) team di rimozione e rientro del tutto.

Con noi Benoit Chamoux, il francese che ha scalato il K2 in 19 ore. È un mingherlino che, quando cammina sul ghiacciaio, sembra sfiorare la neve con un passo ed un'armonia con queste montagne incredibile che - purtroppo - si arresterà sul Kachenjonga, suo 14esimo ottomila. Lo ricordiamo con un "chorten" sopra la Piramide.

28 settembre 1992, Benoit è nella prima squadra e sale coi materiali fino alla cima sud senza ossigeno; poi diventa tardi ed è pericoloso continuare: il terreno tra cima sud (8.750 m) e cima è difficile e molto esposto, il vento domina la cresta.

29 settembre Benoit sale con l'ossigeno e porta i materiali alla cima

dell'Everest; è accompagnato dal secondo team composto da alpinisti "freschi". Il lavoro dei primi due team, tra cui Lorenzo Mazzoleni fortissimo Ragno di Lecco che rimarrà al K2, permette l'avvio delle misure.

In cima viene montato quel treppiede che rimarrà visibile per molti anni e sul quale gli sherpa fisseranno le bandiere di preghiera oltre alle Kathe e una foto del Dalai Lama. La visibilità è buona, l'Everest è raggiunto dai sei laser dei punti di misura. Poretto rimarrà immortalato in un'immagine in cui scruta la cima dal teodolite; Agostino viene fotografato in un balzo di gioia al Campo Base.

Io sto faticosamente salendo a Colle Sud; dopo aver rinunciato alla salita continua da campo 2, mi sono fermato a Campo 3 con Marco Barmasse. Gli altri scendevano, quelli entusiasti dalla cima, gli altri un po' tristi dopo le rinunce.

Entrambi non ce la siamo sentita di continuare, ci siamo infilati in 2 tende a Campo 3 a 7.400 m.

Il giorno delle misure mi incontro con Abele Blanc a Colle Sud. Abele ha tentato ma è stato respinto, gli propongo di tentare con l'ossigeno, qualcuno deve andar su a smontare le installazioni, siamo soli a Colle Sud.

Il giorno dopo alle 3 partiamo da Colle Sud; alle 9 siamo in Cima e li restiamo per mezzora, poi Abele suggerisce di scendere. Ci carichiamo il materiale ma io resto un'altra mezzora sulla cima, da solo, sorpreso dall'altitudine della montagna, dalla vastità dei panorami tibetani, e dalla vicinanza dei villaggi Nepalesi. Mi immaginavo che a Pangboche, 5 chilometri più in basso fosse un giorno come gli altri e che là si continuasse a piantare patate.

Le misure dell'Everest furono un evento scientifico di rinomanza mondiale. Solo il profilo dello spessore della calotta nevosa rimaneva ignoto. Dov'era la roccia più alta? E quanto ghiaccio e neve la ricopriva?

Solo nel 2004 la nostra spedizione portò un georadar in grado di fare questa misura, salendo questa volta dal Tibet. Ma giù alla Piramide è rimasta attiva l'antenna del Doris, il sistema di georeferenziazione del sistema di satelliti, che da allora registra anche i movimenti della crosta terrestre.

L'antenna Doris è stata collegata ai punti geodetici di misura dell'Everest. Oggi quando la guardo penso ai suoi 40 cm di spostamento verso NE e ai suoi 3 centimetri verso l'alto in 10 anni e sento ancora una volta la forza e la dinamicità di queste montagne che salgono in poche decine di chilometri dalle foreste alla sommità della terra.



Ardito Desio e l'Everest

CLAUDIO SMIRAGLIA, Università di Milano, Comitato Ev-K2-CNR, Comitato Glaciologico Italiano



Accostare Ardito Desio e l'Everest può apparire alquanto insolito. Nella regione dove è situata la montagna più alta della Terra, Desio non compì mai studi specifici. La sua fama, non solo di ricercatore scientifico ma soprattutto di esploratore, è fondamentalmente legata, anche presso il pubblico di non specialisti, alla vittoriosa spedizione al K2, la cima più alta del Karakorum e la seconda per altezza del nostro pianeta, che organizzò e diresse nel 1954. Chiaramente Desio non fu immune al fascino dell'Everest; basterebbe ricordare le sue parole quando nel 1953 riuscì a scorgerlo seppur da lontano insieme al Kanchenjunga: "Quale gioia immensa! Era la stessa gioia delle prime vette conquistate nella mia gioventù. Erano le cime dei miei sogni giovanili e maturi, le cime verso le quali la mia fantasia e le mie letture mi avevano tante volte portato. Non riuscivo a saziarmi della vista delle due montagne eccelse".

Tuttavia il suo destino mai lo riportò negli anni successivi ad un contatto diretto con il tetto del mondo, nonostante i suoi viaggi e le sue esplorazioni spaziarono dall'Hindu Kush, alla Birmania, all'Etiopia, alle Filippine, all'Himalaya centrale, al Tibet, all'America Meridionale, all'Antartide.

Nel 1987 un evento imprevisto riallacciò, invece, i rapporti fra il novantenne Desio e il Chomolungma, nome tibetano dell'Everest. All'inizio di marzo di quell'anno il New York Times, ripreso immediatamente anche dai giornali e dalla televisione italiana, dava la notizia che il K2 era la montagna più alta della Terra, superando l'Everest di 11 m. Le nuove misure erano opera del prof. George Wallerstein, professore di astronomia dell'Università di Washington, che le aveva compiute utilizzando le nuove strumentazioni topografiche Global Positioning System (GPS) che allora cominciavano a diffondersi. La notizia suscitò immediatamente l'interesse, non scervo da perplessità, di chi aveva guidato gli italiani alla conquista di quella che fino ad allora era ritenuta la seconda montagna della Terra.

La sua esperienza e razionalità di scienziato ed esploratore gli suggeriscono che prima di accettare la rivoluzione nella gerarchia delle due montagne più alte del pianeta consolidata da quasi un secolo e mezzo, è indispensabile compiere con gli stessi strumenti la misurazione di entrambe le montagne. Desio ha ormai raggiunto un'età in cui le persone normali evitano di lanciarsi in nuove e faticose iniziative. Ma Desio non è una persona normale; ancora una volta dà conferma di quelle doti che forse più l'hanno caratterizzato: inventiva, prontezza di decisione, capacità di

trovare le persone più adatte per ogni impresa.

Quello che riesce a compiere in tempi ristrettissimi ha veramente del miracoloso, come ben sa chi oggi deve organizzare missioni alpinistiche o scientifiche in quelle pur sempre lontane regioni. Grazie al finanziamento concesso dal Consiglio Nazionale delle Ricerche, allora presieduto dal prof. Luigi Rossi Bernardi, con l'assistenza logistica dell'alpinista Agostino Da Polenza, che pochi anni prima aveva compiuto la seconda ascensione italiana al K2, e con la collaborazione per il settore scientifico-operativo del prof. Alessandro Caporali dell'Università di Padova, in un mese viene allestita la spedizione destinata alla rimisurazione di Everest e K2. Lottando contro le burocrazie di varie frontiere, l'imperversare del monsone, i problemi fisici dell'alta quota, in una settimana con GPS e teodoliti la quota dell'Everest viene rimisurata.

La missione continua senza interruzioni verso il K2, dove i problemi logistico-politici si presentano ancora più complessi. Solo la garanzia della presenza di Desio a Islamabad sblocca la situazione e i ricercatori possono dirigersi verso il Circo Concordia. Anche in questo caso una settimana di intenso lavoro permise di effettuare tutte le misurazioni previste. L'elaborazione dei dati raccolti dimostrò senza alcun dubbio che l'Everest è la montagna più alta della Terra e che il K2 è "solo" la seconda. Ma questo fu solo l'inizio della seconda giovinezza scientifica e organizzativa di Ardito Desio. Durante i concitati eventi della spedizione del 1987 erano state gettate le basi del Programma di Ricerca Scientifica Ev-K2-CNR.

Le missioni si susseguirono, sempre coordinate a livello scientifico da un ringiovanito prof. Desio, e trovarono il loro apice nella realizzazione della Piramide-Laboratorio, che avrebbe dovuto costituire la base per un complesso programma scientifico multidisciplinare. Ma anche questa iniziativa non fu scevra da difficoltà e contrattempo. Il progetto iniziale di una sua collocazione sul versante cinese dell'Everest fu bloccato da problemi politici imprevisti.

Con l'usuale rapidità decisionale Desio trasferisce tutte le operazioni sul versante nepalese. Nonostante le difficoltà ambientali il laboratorio scientifico più alto del mondo nel settembre 1990 era una realtà e cominciò ad ospitare i primi ricercatori, in particolare fisiologi. Nell'ottobre dello stesso anno avvenne l'inaugurazione ufficiale. Ardito Desio non può mancare.

Nonostante i suoi 93 anni, un'ora e mezzo di elicottero da 1300 a 5000 m non piega il suo entusiasmo, che continuerà ancora fino a poco prima della sua scomparsa avvenuta esattamente dieci anni fa a 104 anni.

La Piramide ai piedi dell'Everest, a lui dedicata, suggerisce fisicamente questo connubio fra la montagna più alta della Terra e lo "scienziato del K2", mentre il suo messaggio continua a concretizzarsi nelle nuove missioni scientifiche che vedono ancora nelle alte terre dell'Himalaya e del Karakorum un luogo privilegiato di entusiasmante ricerca.

Ev-K2-CNR

La web cam più alta del mondo

L'Everest dal vivo

Un occhio sul tetto del mondo.

FRANCESCA STEFFANONI

Dallo scorso mese di Maggio, chiunque può guardare il Monte Everest in diretta sul web, con immagini in alta risoluzione.

Tutto ciò è stato possibile grazie ad una nuova web cam installata dal Comitato Ev-K2-CNR a Kala Patthar che ci regala la miglior vista panoramica della più alta montagna del mondo.

Questa è la web cam più vicina all'Everest, infatti è installata a soli 11 km dalla montagna.

L'installazione è stata eseguita nell'ambito della spedizione scientifica SHARE Everest 2011, promossa dal Comitato Ev-K2-CNR e in collaborazione con la Nepal Academy of Science and Technology (NAST) e il Department of Hydrology and Meteorology (Dhm) nepalese.

km di distanza dalla montagna. La nostra è solo a 11 km dall'Everest".

"La maggior difficoltà riscontrate sono state quelle relative alla connettività e al WiFi "– spiega Verza -. Abbiamo dovuto predisporre dei ponti radio e dei ripetitori per assicurare la connessione tra Kala Patthar al Laboratorio Piramide.

Vi assicuro che a 5000 mt di quota non è facile trovare delle prese! E' stato un fantastico lavoro di gruppo portato a termine con il nostro staff nepalese. Non appena hanno realizzato il pieno raggiungimento dell'obiettivo si sono dimostrati entusiasti. Quando abbiamo effettuato la connessione e abbiamo visto per la prima volta sui nostri schermi la maestosità dell'Everest, c'è stato un momento di vera emozione!".



Ovviamente la web cam è in funzione soltanto nelle ore diurne, indicativamente tra le 6 del mattino e le 18, orario nepalese.

L'installazione opera di una squadra composta da tecnici italiani e nepalesi, coordinanti da Giampietro Verza, responsabile tecnico del Comitato Ev-K2-CNR: " Abbiamo lavorato per mesi effettuando test e facendo verifiche e finalmente abbiamo completato l'ultimo passaggio. Installare la web cam della Mobotix è stato un grande risultato che ci ha permesso di raggiungere un nuovo primato: installare la web cam più alta al mondo.

Alcuni anni fa c'era una web cam che mostrava l'Everest presso il Syangboche Everest view Hotel, ma era a più di 30

L'installazione della web cam a Kala Patthar, si è realizzata nell'ambito di SHARE Everest 2011, missione che aveva come obiettivo ultimo il ripristino della stazione meteo più alta al mondo (Colle Sud 8.000 m s.l.m.).

La webcam a Kala Patthar è stata posizionata sulla stessa sporgenza della stazione meteo che riceve i dati direttamente dalla stazione AWS di colle Sud, che fa parte del network di stazioni afferenti al Progetto SHARE (Stations at High Altitude for Reserch on Environment); i dati e le immagini raccolte a Kala Patthar vengono trasmesse in tempo reale al Laboratorio Piramide, collocato nella valle del Khumbu a 5.050 m s.l.m.

"Dentro la ricerca"

Alla scoperta del cuore del Laboratorio-Osservatorio Internazionale Piramide

L'interno della Piramide è suddiviso in tre livelli, che sono adibiti ai seguenti usi:
Al primo livello si trovano i servizi di uso comune, i laboratori, i magazzini ed i quadri degli impianti elettrici, così suddivisi:

- Due vasti locali laboratorio, attrezzati con: settori scomponibili e smontabili, dotati di canalizzazioni per alimentazioni elettriche, quadri per il collegamento delle apparecchiature e illuminazione, contenitori smontabili in metallo realizzati su misura, sedie pieghevoli in metallo;
- Sezione dedicata alle analisi chimiche con: deionizzatore, sistema di produzione acqua ad alta purezza, dispositivo di manipolazione campioni in atmosfera controllata, oltre alle normali dotazioni di laboratorio chimico;
- Locale bagno completo di WC, lavelli, doccia;

• Locale d'uso comune/riunioni attrezzato con: tavoli realizzati a settori scomponibili e smontabili, con struttura in metallo, sedie smontabili in tessuto con struttura in metallo, contenitori in metallo su misura.

Il secondo livello dispone di tre locali laboratorio di medie dimensioni completamente separati tra di loro, saletta per il primo soccorso contro il mal di montagna, e toilette. È allestito con tavoli da laboratorio, sedie, armadietti, contenitori per materiali vari, camera iperbarica, concentratore di ossigeno e set trasportabile completo di bombola di ossigeno, regolatore e maschera.

Il terzo è dedicato al trattamento dati, alle telecomunicazioni e alla gestione, pertanto allestito con un tavolo d'appoggio per le apparecchiature, contenitori metallici per le attrezzature, sedie. All'interno della Piramide sono a disposizione le seguenti strumentazioni e servizi.

ELETRICITÀ

Sistema fotovoltaico principale

- Sezione Piramide
- Sezione Lodge
- Sezione servizi ausiliari



COMUNICAZIONI

Radio HF (per comunicazioni a livello nazionale anche con aeromobili)

- Radio VHF
- Walkie talkies
- Ponte radio (copertura fino a Namche Bazar)
- Basi fisse (una in Piramide, le altre per le operazioni in campagna)
- Telefonia/modem satellitare
- telefono IP (interno al centralino ME)
- cellulari satellitari
- telefoni/modem satellitari portatili
- Terminale satellitare VSAT
- Connessione Internet
- Connessioni dati
- Videoconferenza
- Ponte GSM



SICUREZZA

- Pronto soccorso
- Farmacia
- Concentratore ossigeno, camere iperbariche, set ossigeno portatile con maschera
- Barella smontabile per trasporti su terreno difficile
- Set di immobilizzazione infortunati
- Set materiale alpinistico per il soccorso



SERVIZI TECNICI

- Laboratorio elettrico
- Laboratorio elettronico
- Set di alimentazione fotovoltaica per lavori in campagna (fotovoltaici con erogazione AC)
- Set di connettività Internet a larga banda da campo
- Set di "presenza virtuale": zaino che permette di realizzare un collegamento AV via satellite con un operatore locale dal campo
- Set per dirette televisive: zaino che permette di realizzare dirette televisive via satellite dal campo
- Set trasportabile per comunicazioni VHF / HF a grande distanza



SERVIZI LOGISTICI

- Set per campi base e campi di ricerca
- Tende
- Materassi
- Sacchi a pelo
- Materiale alpinistico
- Abbigliamento da alta quota



SERVIZI IT

- Reti
- LAN interne al laboratorio
- Reti con IP pubblico
- Computer
- desktop,
- notebook
- server
- Stampanti
- Acceso wireless
- Accesso internet a banda variabile



SERVIZI PER LA RICERCA

- Stazioni meteo locali
- Web cam alla stazione ABC
- Stazione GPS Master (ora non attiva)
- Stazione Doris per misure di movimento terreno
- Stazione sismica (in reinstallazione a breve)
- Laboratorio per analisi chimiche
- Acqua ultrapura
- Camera ad alta pulizia (lavorazione campioni)
- Strumentazione di laboratorio chimico



SERVIZI ALBERGHIERI

- Lodge con servizi di alto livello
- Cucina con cibo italiano
- Sala da pranzo con TV sat
- Camere da 2-3-4 posti
- Servizi igienici - docce
- Acqua calda + riscaldamento da fonti solari

GHIACCIAI & CLIMA

Everest: ghiacciai, acqua, clima.

Sfida per il futuro

CLAUDIO SMIRAGLIA, Università di Milano, Comitato Ev-K2-CNR, Comitato Glaciologico Italiano



L'Everest non solo costituisce la più alta montagna della Terra, ma anche un importante nodo glaciale. I suoi versanti sono, infatti, ammantati da imponenti colate di ghiaccio, le cui più note a livello scientifico, paesaggistico e turistico sono sicuramente i ghiacciai Khumbu (12 km di lunghezza, 45 km² di superficie) sul versante nepalese e Rongbuk (20 km di lunghezza, 85 km² di superficie) sul versante tibetano, entrambi notissimi e frequentatissimi in quanto ospitano i campi base delle numero spedizioni che si dirigono verso il "tetto del mondo". In realtà dalla cresta di confine che corre dal Chumbu (a ovest del Pumori) fino al Shartse (a est del Lhotse) scende

una serie numerosa di apparati glaciali meno noti e frequentati, in qualche caso di dimensioni ancora maggiori come il Barun o il Khangshung. I ghiacciai dell'Everest presentano le caratteristiche tipologiche e morfologiche classiche dei ghiacciai himalayani: lunghe lingue subpianeggianti che spesso si ricordano ai bacini superiori di alimentazione con imponenti seraccate, come la nota Ice Fall del Khumbu; bacini collettori con superfici relativamente ridotte rispetto alla dimensione globale degli apparati, sovrastati da elevate ed estese pareti di roccia e ghiaccio; alimentazione prevalentemente estiva da precipitazioni monsoniche, ma derivante per almeno due terzi anche dalle valanghe, e soprattutto una copertura detritica che copre la superficie delle lingue con spessori che nella parte inferiore possono arrivare ad alcuni metri e che ospita laghi e falesie di ghiaccio. E' forse quest'ultima la caratteristica paesaggisticamente più evidente e più importante per quanto riguarda l'attuale evoluzione di questi ghiacciai in relazione alla dinamica climatica. La copertura detritica infatti, quando supera un livello soglia di qualche centimetro, modifica gli

scambi energetici fra ghiaccio ed atmosfera e in pratica riduce la fusione. L'evoluzione di alcuni di questi ghiacciai è stata studiata da lungo tempo sia con rilievi di terreno sia con tecniche di telerilevamento (ricordiamo quelli iniziali degli svizzeri, poi dei giapponesi, che hanno una lunga tradizione di ricerca sul Khumbu, cui hanno fatto seguito i lavori dei tedeschi, dei francesi e degli italiani, questi ultimi nel quadro del progetto PAPRIKA coordinato dal Comitato Ev-K2-CNR). Le finalità delle ricerche sono numerose e riflettono la complessità climatica di questa regione e la sua non facilità di accesso. In particolare le grandi sfide ancora aperte sono quelle di determinare esattamente lo stato di evoluzione di questi ghiacciai anche in rapporto alle altre regioni himalayane, di individuarne la connessione con le dinamiche climatiche in atto, stabilire quantitativamente l'entità delle risorse idriche da questi rappresentate, verificare l'effettiva influenza dei nuovi agenti di ablazione da poco individuati, come il black carbon, evidenziare i fattori di rischio da loro rappresentati (in particolare le esondazioni dei laghi sopra-glaciali), modellizz-

zare tempi di risposta e di sopravvivenza.

Per quanto riguarda ad esempio l'evoluzione in atto si constata che le variazioni di lunghezza e di superficie sono relativamente ridotte, rispetto a quanto avviene sulle Alpi (nell'ultimo mezzo secolo l'area complessiva dei ghiacciai dell'Everest si è ridotta del 5%, mentre la superficie priva di detrito è diminuita del 10%); si è invece accentuata la riduzione di spessore con

e preoccupanti (la profondità è superiore ai 100 m). Tenendo conto di questi alti tassi annui di riduzione di spessore i modelli indicano la possibilità che entro un secolo buona parte delle lingue dei ghiacciai dell'Everest potrebbe sparire; questo fenomeno sarà preceduto dalla formazione di grandi conche lacustri e dalla frammentazione delle lingue in due tronconi nettamente separati, uno di ghiaccio stagnante ricoperto da detrito e uno di



tassi di oltre 1,5 m all'anno nella fascia di transizione fra il settore ricoperto da detrito e quella libera da detrito, cioè fra il settore inattivo (stagnante) e quello attivo del ghiacciaio. Questo incremento della riduzione di spessore è stata accompagnata e anche provocata dall'ampliamento dei laghi sopra-glaciali che in alcuni casi, come quello dell'Imja ai piedi del Lhotse dalla metà del secolo corso ad oggi ha assunto proporzioni gigantesche

ghiaccio attivo. Molti sono i problemi ancora aperti, soprattutto a livello previsionale ed applicativo, per affrontare i quali (e per cominciare a risolverli), è imperativo un coordinamento fra i ricercatori dei vari Paesi, come suggeriva nel 1999 il Primo Ministro Indiano Manmohan Singh: "We have to recognise the need for much greater engagement and coordination with all our neighbours which share the Himalayas".

Everest: il tetto del monitoraggio climatico ambientale

PAOLO BOANSONI, responsabile scientifico Progetto SHARE, Isac-CNR



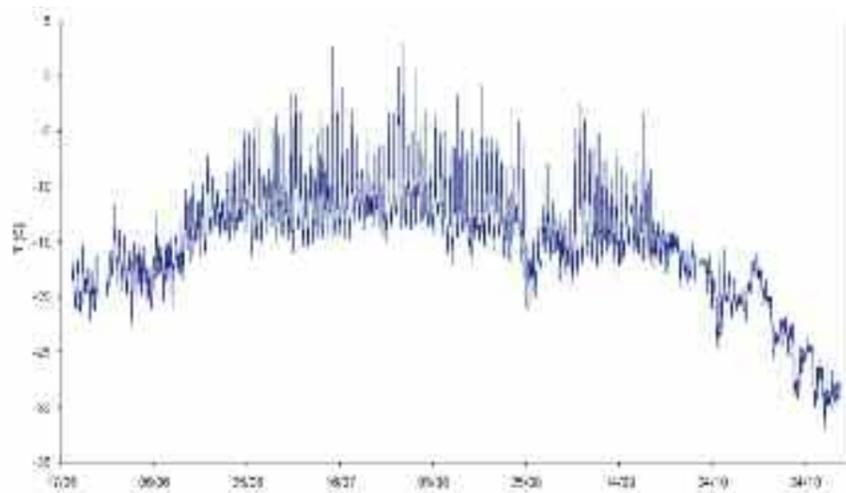
La vita delle regioni più popolate della Terra, come India e Cina, oltre ad essere condizionate da un vorticoso sviluppo industriale e da un fabbisogno energetico che aumenta esponenzialmente con le crescenti esigenze di mobilità e l'intensificazione dei trasporti, non può sottrarsi all'influenza climatica che la catena Himalayana ed il vicino Plateau Tibetano sono in grado di esercitare. La grande catena montana dominata dalla più alta vetta del pianeta, l'Everest, influenza termicamente e dinamicamente la circolazione dell'atmosfera e di conseguenza il sistema monsonico del continente asiatico. Proprio il sistema dei monsoni favoriva lo sviluppo di venti che i navigatori arabi sfruttavano per rendere più agevole la navigazione verso l'India ed il continente asiatico durante l'estate, e verso le coste dell'Africa orientale durante l'inverno. Ecco quindi che la parola araba "mausim", "stagione", serviva per indicare questi venti a cui sono associate in estate intense precipitazioni. Le piogge

monsoniche, unitamente ai ghiacciai dell'Himalaya, alimentano i grandi fiumi asiatici tra cui, nel versante meridionale, il Brahmaputra e il Gange fornendo quel prezioso bene che è l'acqua. In questi ultimi tempi il regime monsonico ed i ghiacciai dell'Himalaya sono negativamente influenzati dalle crescenti emissioni di inquinanti e gas serra che contribuiscono così a rendere ancora più preoccupante una già precaria sicurezza climatica ed ambientale.

Per meglio capire e studiare i fenomeni legati all'inquinamento atmosferico ed ai cambiamenti climatici, all'inizio dell'anno 2006 nell'ambito dei progetti SHARE (Stations at High Altitude for Research on the Environment) di EvK2-CNR e ABC (Atmospheric Brown Clouds) di UNEP (United Nations Environmental Program) ha preso vita nei pressi della Piramide, a 5079 m di quota, il Nepal Climate Observatory at Pyramid, che ha iniziato ad acquisire i primi dati sulla composizione dell'atmosfera nella primavera dello stesso anno. Da allora questo laboratorio, divenuto Stazione Globale del programma Global Atmospheric Watch dell'Organizzazione Meteorologica Mondiale (WMO), costituisce una insostituibile "sentinella" in grado di valutare lo stato di salute dell'atmosfera in Himalaya. Gli studi condotti in questi anni dai ricercatori dell'Istituto di Scienze dell'Atmosfera e del Clima del CNR, del CNRS, dell'Università di Urbino e del Comitato Ev-K2-CNR ai piedi dell'Everest hanno mostrato che nel

periodo che precede il monzone gli inquinanti raggiungono l'Everest e i ghiacciai dell'Himalaya trasportati lungo la valle del Khumbu. Essa funge da "corsia preferenziale" per trasportare elevate concentrazioni di inquinanti provenienti da una gigantesca nube che ricopre l'Asia meridionale e denominata Atmospheric Brown Cloud. La valle del Khumbu si snoda dalle pendici meridionali dell'Everest, nell'Himalaya orientale e dall'Ice Fall discende in territorio nepalese snodandosi per circa 50 chilometri ed arrivando al villaggio di Lukla, posto a 2800 m di quota, che con il suo aeroporto "incuneato" nella montagna, costituisce la porta d'ingresso per le spedizioni dirette a scalare l'Everest. Questa lunga valle, orientata da meridione a settentrione, è uno dei percorsi principali che le spedizioni alpinistiche percorrono per raggiungere il Campo Base dell'Everest e da qui per la scalata alla vetta più alta del pianeta, che ha nome Chomolangma (Madre dell'universo) per i tibetani, Qomolangma per i cinesi e Sagaramāthā (Dio del Cielo) per i nepalesi. Tuttavia, questo stesso percorso è uno di quelli che seguono anche le masse d'aria monsoniche durante l'estate e gli inquinanti durante il periodo pre-

monsonico per risalire la catena Himalayana. Proprio per meglio comprendere la circolazione atmosferica nella valle del Khumbu, sono state recentemente attivate misure meteorologiche a 8.000 metri, al Colle Sud dell'Everest nell'ambito del progetto SHARE. Queste sono le



uniche osservazioni continuative attualmente effettuate in una stazione a terra ad una simile quota e desta sempre particolare interesse ammirare, ad esempio, le variazioni di temperatura registrate a quota 8000 (vedi figura) e la risposta termica al regime monsonico. Questo punto privilegiato di osservazione in prossimità della vetta dell'Everest è solo l'ultimo ed il più alto di quelli già esistenti della rete SHARE nella Valle del Khumbu: Changri Nup (5.700 m), Kala Patthar (5.600 m), NCO-P (5079 m), Piramide (5.050 m), Pheriche (4.700 m), Namche (3.500 m) e Lukla (2.660 m) e con-

tribuirà a migliorare gli studi sulla circolazione atmosferica e l'applicazione di opportuni modelli di simulazione. Le ricerche e le osservazioni svolte in queste aree sono quindi fondamentali per migliorare la comprensione del clima e della circolazione atmosferica e

mettere meglio a punto nuovi modelli di simulazione, che potranno arrivare a fornire preziose informazioni e previsioni sul clima ma non solo. Infatti, nel ricordo della drammatica ascensione del 10 maggio 1996, quando una violenta e gelida tempesta di neve e venti ad oltre 100 chilometri orari avvolsero il Monte Everest sorprendendo quattro spedizioni e portandosi via nove alpinisti, questi studi sono e saranno anche rivolti a permettere ad alpinisti e scalatori di avere a disposizione sempre migliori previsioni riguardanti "che tempo farà" sulla Vetta del mondo.

MISURAZIONI

La nostra conclusione

GIORGIO PORETTI Università Trieste Dipartimento di Matematica e Geoscienze



È necessario fare riferimento a precisi elementi scientifico-storici per poter fare un punto fermo sulla ormai lunga storia delle misurazioni dell'Everest. Il Comitato Ev-K2-CNR non può che attingere a piene mani ad una importante relazione che - sulla materia - ha costituito un virtuoso percorso di avvicinamento al nostro obiettivo: fissare - in modo scientifico - l'altezza della montagna più elevata della Terra, sia coperta dal manto di neve, sia - soprattutto - quella della roccia che costituisce la montagna vera e propria. L'articolo del prof. Giorgio Poretti, Roberto Mandler ed altri "L'altezza delle montagne. 24 maggio 2004: una nuova misura di quota del Monte Everest" (pubblicato negli atti del convegno CNR "Il K2 cinquant'anni dopo la ricerca scientifica negli ambienti estremi" - Dicembre 2004 - ed. Il Veltro n. 1 - 3 - 2005, e in alcune importanti riviste internazionali nel corso del 2005 e 2006 raccoglie l'esperienza del team coinvolto nella misura, che comprendeva anche Marco Lipizer, il topografo Gino De Min, Andrea Zille e Marco Manzoni). Nella sintesi che segue, cerchiamo di fornire altri elementi di valutazione a favore di quanti potranno aggiornarsi sulla materia grazie a questo nostro "speciale".

24 maggio 2004: Una nuova misura di quota del Monte Everest

In questi ultimi anni si è sentito parlare spesso della rimisurazione di alcune delle montagne più celebri delle Alpi e dell'Himalaya con valori che, a dispetto della precisione millimetrica degli strumenti impiegati, presentavano differenze anche di un paio di metri. Quali sono dunque le variabili che entrano in gioco in queste misure e come vanno valutate nel calcolo dell'altezza di una montagna? L'altezza di una montagna è determinata da tre fattori principali. Il primo è legato alla presenza di neve sulla vetta. Questa varia di stagione in stagione e di anno in anno con una variazione che supera il metro tra primavera ed autunno. Il secondo dipende dalla precisione con cui sono state determinate le quote dei punti in valle dai quali vengono effettuate le misure. Il terzo fattore è dato dal livello del mare che si avrebbe sotto la cima se l'acqua potesse scorrere liberamente sotto i continenti, e quindi dal mareografo preso come riferimento. Se le misure Italiane e quelle Svizzere hanno uno scarto costante di circa 20 centimetri, è facile intuire quanto maggiore possa essere la differenza tra il versante Cinese e quello Nepalese del Monte Everest i quali fanno riferimento al mareografo di Qingdao sul Mar Giallo e di Calcutta sull'Oceano Indiano, che si trovano ad una distanza di oltre 6000 km. Questa differenza però è stata ridotta negli anni per mezzo di reti sempre più fitte e precise di livellazione e viene evidenziata dalle differenze di quota nei punti di confine.

Le nuove determinazioni del geode sotto la vetta dell'Everest.

Le misure satellitari ottenute con ricevitori GPS o con emittenti DORIS forniscono le coordinate di un punto della Terra con riferimento alla sua superficie geometrica, un ellissoide, definito con parametri riconosciuti internazionalmente. Le misure di quota invece fanno riferimento al "livello medio del mare" che viene approssimato da un'altra superficie, il geode, che rappresenta una superficie equipotenziale sulla quale si adagerebbero i mari e gli oceani se fossero omogenei, a temperatura costante e non perturbati da elementi atmosferici. Nel 1992, quando i ricercatori del Comitato Ev-K2-CNR, in collaborazione con il National Bureau of Surveying and

Mapping di Pechino effettuarono la misura dell'Everest, lo scarto N tra ellissoide e geode era stato calcolato, da parte Cinese, in -25.14 metri. Più tardi, nel 1996 il nuovo geode EGM96 forniva il valore di -27.3m mentre nel 1999 un nuovo calcolo da parte cinese saliva a -26.2m. La misura del 1999 faceva riferimento al nuovissimo valore di -28.74. Sommando questo valore a quello di 8821,09 m della quota ellissoidica si ottiene il valore di 8849,82 che viene arrotondato a 8.850 metri. Il valore che si sarebbe ottenuto con la misura italo-cinese del '92 sarebbe stato di 8.852,25 m e quindi significativamente più grande.

Questa differenza è stata spiegata con il fatto che il manto nevoso sulla vetta era stato eroso dai forti venti invernali. Possiamo così confrontare i valori della altezza dell'Everest con riferimento alla superficie nevosa e in funzione della separazione N geode ellissoide.

Risulta perciò evidente che le variazioni della quota dell'Everest degli ultimi decenni, sono dovute principalmente alla variazione dello strato nevoso e a differenti valori della separazione tra geode ed ellissoide. È necessario pertanto che eventuali confronti tra le quote delle montagne vengano effettuati rispetto ad un sistema di riferimento riconosciuto internazionalmente quale ad esempio l'ITRS (International Terrestrial Reference System). Per arrivare ad una misura definitiva **bisogna inoltre convenire che la quota va presa rispetto alla superficie rocciosa** effettuando una misura incontestabile della profondità del manto nevoso. Per la **determinazione della profondità della neve** sulla cima delle montagne è stato costruito un nuovo strumento con tecnologia d'avanguardia. Si tratta di un georadar portatile (GPR - Ground Penetrating Radar) abbinato ad un GPS. Questo strumento è stato impiegato per la prima volta nell'ambito delle spedizioni "K2 2004 - 50 anni dopo" sia sull'Everest in Maggio che sul K2 nel Luglio 2004. Nelle ore immediatamente precedenti le misure in vetta all'Everest sono stati predisposti alcuni punti di osservazione e misura nella zona del Campo Base. Un punto per la misura classica con teodolite e distanziometro è stato fissato alla confluenza tra i due ghiacciai che scendono dalla parete Nord dell'Everest (Rongbuk e East Rongbuk). Nelle vicinanze è stata installata un GPS Leica SR530 con acquisizione dati ogni secondo.

Un'altra stazione GPS Leica 300 a doppia frequenza è stata posta sul caposaldo trigonometrico e di livellazione della rete Cinese presente nella zona del Campo Base. Un ulteriore punto di misura era costituito dalla stazione GPS in acquisizione permanente presso il Laboratorio Piramide del Comitato Ev-K2-CNR situato in Nepal lungo il ghiacciaio del Khumbu. Questi punti vengono presi in considerazione nella elaborazione globale con lo scopo di inquadrare geograficamente quelli rilevati



in vetta dandogli un riferimento a caposaldo di coordinate note. Le elaborazioni relative alle quote hanno tenuto in considerazione i dati rilevati lungo i profili, quelli della stazione fissa all'affioramento roccioso e quelli registrati in alcune stazioni di misura presenti nella zona circostante, comprendendo tra queste anche la stazione GPS permanente del laboratorio Piramide del Comitato Ev-K2-CNR in territorio Nepalese. Assieme ai dati della stazione

dell'IGS (International GPS System) situata a Lhasa che ha permesso di inquadrare opportunamente anche le coordinate della cima della montagna nel sistema ITRS.

La ricostruzione della superficie rocciosa e di quella nevosa.

Analizzando i risultati della elaborazione dei profili radar, si nota un generale ispessimento dello strato nevoso in corrispondenza della cresta sommitale, con spessori massimi di 285-370cm di neve, in particolare in corrispondenza dei profili 1-2-3 che interessano più direttamente il culmine nevoso della cima. Per ricostruire la superficie rocciosa si deve quindi considerare un fascio di sfere i cui centri sono situati sulla superficie nevosa e i cui raggi variano con la profondità della neve misurata ogni decimo di secondo.

La superficie di involuppo aderente a questo fascio di sfere rappresenta il profilo roccioso per i punti del quale vengono di conseguenza ricalcolate le coordinate.

Riassumendo questi dati e le considerazioni precedenti nella Tabella 4 si può concludere che **la quota sulla neve è stata calcolata a 8852.12 metri mentre quella rispetto alla roccia risulta di 8848.82 metri.** Interessante è il confronto (con i dati rilevati nel 1992 quando la profondità della neve, misurata con una sonda da valanga nel punto di vetta, risultò di 2.55 metri (Beinat et al., 1993). Come media delle misure classiche e satellitari, si ottenne un valore di quota sull'ellissoide molto vicino a quello attuale (13 cm di differenza) nonostante diversità della stagione.

La maggiore discrepanza perciò stava nel valore dell'ondulazione del geode che differiva di 2.60 metri da quello odierno.

Le coordinate della cima nevosa sono state determinate in base alle misure GPS. Quelle della cima rocciosa sono state stimate sulla digitalizzazione della superficie di interpolazione.

Errore specifico ed errore globale della misura.

Una componente molto importante nella stima dell'altezza della montagna è la valutazione dell'errore probabile nel calcolo delle coordinate e della quota. Si deve infatti tenere conto dell'errore delle misure GPS del triangolo di base, dell'errore dal campo base alla stazione fissa, dalla stazione fissa al georadar e dell'errore nella misura georadar. Bisogna infine aggiungere l'errore del calcolo di interpolazione con best-fit polinomiale. Globalmente pertanto si **può stimare un errore di 0.23 m**, a prescindere dall'errore intrinseco della stazione IGS di Lhasa e di quello del Geode EGM96. **Si può quindi definire la quota della cima del Monte Everest sulla superficie nevosa in 8852.12 ±0.12 m, mentre per la superficie rocciosa possiamo stimare 8848.82 ±0.23 m. Per il Geode Cinese i valori sono 3.6 metri in meno. Neve: 8848.52 m; roccia: 8845.22±0.23m s.l.m.**

Conclusioni

Gli strumenti classici e satellitari che vengono impiegati nella misura dell'altezza di una montagna sono di-

ventati sempre più sofisticati e precisi, permettendo di misurare la profondità della neve in corrispondenza della cima nevosa e nella zona circostante. Lo strumento impiegato, un georadar abbinato ad un GPS ha fornito le coordinate e la profondità della neve lungo 8 profili sulla cima del Monte Everest. **Questo ha permesso di ricostruire la cima nevosa e quella rocciosa e di distinguere tra misura della montagna "sulla neve" e misura "sulla roccia".**

Segue dalla prima pagina

Ricerca e cooperazione in Nepal

...L'anno successivo, 1990, lo stesso Desio ad un'età di 93 anni, inaugurò l'innovativo Laboratorio Osservatorio Piramide a 5.050 m s.l.m. in Nepal, costruito con il supporto del Governo del Nepal e in collaborazione con la Nepal Academy of Science and Technology, allora RONA. Da allora presso il Laboratorio Piramide si sono svolte oltre 550 milioni, con oltre 220 ricercatori provenienti da ogni parte del mondo.

Di seguito un elenco di alcune attività svolte in Nepal:

- 1987:** -Nascita del Progetto Ev-K2-CNR.
- Makalu Expedition, ricerca ambientale e tossicologica in aree remote
- 1989:** -Fondazione del Comitato Ev-K2-CNR
- Osservazione del thar himalayano e altri ungulati nel Sagarmatha National Park
- 1990:** -Installazione del Laboratorio Osservatorio Piramide
- Progetto Fattore Umano - indagini sulle modificazioni delle variabili fisiologiche in condizioni di ipoxia.
- Rilievi geografici-antropologici nel sud del Tibet
- 1991:** -Istallazione stazione sismica presso il
- Laboratorio Osservatorio Piramide.
- Geografia umana ed etnografica: cultura materiale e spirituale nelle popolazioni del Kancheshong.
- Valutazioni sui cambiamenti delle funzioni respiratorie iperattività bronchiale aspecifica.
- Evoluzione geodinamica delle maggiori vette himalayane: Everest e K2.
- 1992:** -Spedizione scientifica "Everest 92" -rimisurazione della vetta con tecnologie GPS e laser
- Indagine qualitative sulle risorse idriche nell'alta Valle del Khumbu Influenza dell'alta quota sui disordini cognitivi.
- Influenza delle attività antropiche sui cicli biogeochimici in alta quota
- 1993:** -Indagine ambientate sull'inquinamento nelle zone remote d'alta quota
- Identificazione della variazioni dei ghiacciai nella regione dell'Everest (Nepal e Cina)
- 1994:** -Sistema Informativo territoriale nella valle del Khumbu.
- Spedizione scientifica "Extreme Altitude Survival Test (EAST) '94"- indagine fisiologica a 6.500 sull'Everest.
- 1995:** -Costruzione lodge Piramide.
- Fisiopatologia ad alta quota: telemedicina in zone remote d'alta quota.
- Studio sui fenomeni evolutivi e ambientali e sulla qualità delle risorse idriche.
- Indagini di fisica e chimica dell'atmosfera.
- Rilevamenti geologici e geofisici.
- Flora e fauna nella regione Himalayana
- Risorse genetiche vegetali.
- 1996:** -Test di telemedicina cardiologica -trekkers
- Ricerca: Studio sui ghiacciai dell'Everest come contributo alla conoscenza dell'evoluzione climatica e ambientale.
- 1997:** -Progetto E.A.S.T. Lhotse (Extreme Altitude Survival Test), indagini fisiologiche ad oltre 7.600 m s.l.m.
- Indagini di fisica e chimica dell'atmosfera.
- Prima rimisurazione della rete geodetica grazie a rilievi GPS tra India, Nepal e Tibet.
- 1998:** -Effetti di diversi pattern respiratori sull'autonomia funzionale cardio respiratoria e mentale in alta quota.
- Variazioni dei ghiacciai himalayani in relazione al clima
- 1999:** -Progetto AER.
- Raccolta licheni nel National Park of Sagarmatha.
- Survey per il monitoraggio del ghiacciaio Changri Nup.
- Cambiamenti culturali e ambientali nel Parco Sagarmatha.
- 2000:** -Studi sullo stress e il sistema immunitario come effetto di una prolungata ipossia iperbarica.
- Miti, rituali e usanze nel Nepal orientale
- Protezione ambientale e conservazione delle culture montane nel Sagarmatha (Mt. Everest) National Park, Nepal.
- Valutazione delle risorse naturali e sviluppo sostenibile in Nepal: salute, turismo e ambiente.
- Studio sull'influenza meteo climatica tipica della zona himalayana e trasporto inquinanti su alta scala.
- Identificazione, caratterizzazione e valorizzazione delle risorse genetiche nei vegetali naturali e agricoli nel Sagarmatha National Park e zone limitrofe.
- Debris - covered glacier - evoluzione dei rock glacier nell'alta valle del Khumbu e loro implicazioni ambientali e climatiche.
- Stress e sistema immunitario: effetti di prolungata esposizione all'ipossia iperbarica ad alta quota.
- Tutela della biodiversità: la comunità dei grandi mammiferi del Modi watershed (Ghandruk, Annapurna, Nepal).
- 2001:** -Limnologia e paleolimnologia dei corpi lacustri in Himalaya.
- Morfologia e idrochimica dei laghi d'alta quota nel Sagarmatha National Park.
- 2002:** -Progetto RATEAP - installazione sonda per lo studio del particolato
- Implementazione network di stazioni meteorologiche - Pyramid Mete Network.
- Installazione della stazione permanente GPS presso il Pyramid Laboratory-Observatory.
- Progetto di ricerca e cooperazione Eco-Himal: ospedale di Tshome.
- Apnea ad alta quota
- Calcolo del geode terrestre nelle aree montane in Himalaya, Karakorum, Ande e Alpi
- Processi tettonici collisionali e post-collisionali nella catena himalayana
- 2003:** -Progetto SHARE (Stations High at Altitude for Research on the Environment).
- Lancio del Progetto Partnership DSS-HKKH.
- Lancio del Progetto Snow Leopard.
- 2004:** -Caratterizzazione del clima subacqueo nei laghi del Monte Everest.
- Contenuto di azoto nella copertura nevosa stagionale in Hiamlaya dovuto alla presenza della nube marrone asiatica (ABC).
- Progetto DANPHE - Analisi Direct Analysis odee parchi Nepalesi e degli ecosistemi d'alta quota; Management ambientale per il Sagarmatha National Park.
- Studio e valutazione degli impatti ambientali come conseguenza delle coltivazioni, della zootecnia e del turismo nel National Park of Sagarmatha (Himalaya).
- 2005:** -Previsione della respirazione periodica ad alta quota.
- Corso avanzato di medicina montana.
- 2006:** -Progetto ABC Pyramid.
- Corso tecnico per guide Sherpa.
- I dati raccolti dell'ABC Pyramid sono consultabili on line in tempo reale.
- Effetto dello Yoga su pazienti affetti da disturbi cronici di ostruzione polmonare.
- Salute respiratoria degli abitanti delle alte quote, esposti a inquinamento indoor
- 2007:** -Chimica delle deposizioni umide in alta quota in Asia centrale come strumento per lo studio del trasporto degli inquinanti a lunga distanza.
- Dinamica dell'azoto nel suolo e nelle acque superficiali degli ecosistemi alpini nel Sagarmatha (Mt. Everest) National Park
- Impatto del cambiamento climatico sulla distribuzione della vegetazione nel Sagarmatha National Park, Nepal.
- Installazione di una stazione sismica a banda larga presso il Pyramid International Laboratory.
- 2008:** -Spedizione SHARE Everest: installazione della AWS più alta al mondo (Colle Sud 8.000 m s.l.m.).
- Meccanismi di apnea centrale nel sonno ad alta quota.
- Analisi demogenetica e demoeologica della popolazione Sherpa.
- Abitudini e habitat del cervo muschiato himalayano "Moschus chrysogaster".
- 2009:** -Test Nano SHARE (first portable monitoring system) nella Valle del Khumbu.
- 2010:** -Creazione dell' Himalayan Seed Bank.
- Integrazione di conoscenze tradizionali e scientifiche per lo sviluppo del settore delle piante medicinali nella regione del Khumbu in Nepal.
- Fotobiologia UV di batteri e zooplancton dei laghi della regione dell'Everest.
- Studio sull'influenza delle caratteristiche meteo-climatiche sugli ambienti glaciali e acquatici in zone d'alta quota del mondo.
- SHARE: BAPHIM - Background and Polluted Atmosphere in Himalaya.
- Biodiversità: la comunità dei grandi mammiferi e la struttura delle comunità di volatili nel Sagarmatha National Park (Solo Khumbu, Nepal).
- Bilancio di massa, energia e idrico del ghiacciaio Mera-Naulek - relazione con il clima e l'impatto della deposizione di fuliggine di carbonio sullo scioglimento dei ghiacciai.
- Studio della colonizzazione primaria e meccanismi di neogenesi in ambienti deglaciatizzati ad alta e bassa quota.
- Collegamento di processi geologici ai vari livelli della crosta terrestre nell'Himalaya nepalese.
- 2011:** -Spedizione SHARE Everest 2011: installazione della web cam più alta al mondo.
- Osservazioni meteorologiche in continuo e studio del regime climatici montani nella Valle del Khumbu.
- SHARE: BAPHIM - Background and Polluted Atmosphere in the HIMALAYA.
- Salute cardiorespiratoria nei nativi d'alta quota esposti a inquinamento indoor.
- Installazione di una stazione permanente GPS presso il Pyramid International Laboratory-Observatory.
- Dinamiche del paesaggio nel Sagarmatha (Monte Everest) National Park, Nepal: impatti su alcuni servizi ambientali e capacità di adattamento.

NEPAL

Monte Everest

Il Governo Nepalese lancia una nuova misurazione.



Il Nepal ha deciso di lanciare un nuovo progetto per la rimisurazione del Monte Everest con l'obiettivo primario di porre fine alla confusione inerente l'esatta altezza della montagna più alta al mondo. L'altezza ufficiale riconosciuta dell'Everest, che è a cavallo tra Nepal e Cina, è di 8.848 m s.l.m. (29,029ft).

Il Ministero Nepalese per la riforma e gestione del territorio ha già dato il via al lungo cammino che porterà alla spedizione che avrà luogo non prima di un paio di anni.

Secondo il vice portavoce presso il Ministero, il dott. Gopal Giri, la misurazione dell'altezza dovrebbe essere calcolata a partire dal livello del mare e con riferimento all'altezza di alcuni altri luoghi; ovviamente tutta l'operazione richiederà molto tempo.

Il Nepal solitamente per le misurazioni prende come riferimento per il livello del mare il porto di Kolkata in India, ha specificato Giri, che ha inoltre comunicato che le misure, rispetto al livello del mare, di Namche, Taksindu e PK2 verranno svolte entro quest'anno fiscale. La misura dell'altezza del Sagarmatha invece si sta attualmente svolgendo a Udayapur.

Lo scorso anno Nepal e Cina concordarono che l'altezza dell'Everest avrebbe dovuto essere riconosciuta a 8.848 m s.l.m. Il portavoce del governo Nepalese Gopal Giri però, ha dichiarato all'agenzia AFP che durante i colloqui tra i due paesi spesso i cinesi utilizzano come parametro l'altezza di 8.844 m s.l.m.

"Abbiamo deciso di procedere con la rimisurazione per chiarire questa confusione. Ora abbiamo la tecnologia e le risorse necessarie, possiamo procedere con i nostri mezzi" ha detto Giri. *"Questa sarà la prima volta che il governo nepalese sarà impegnato nel progetto di misurazione"*.

Ecco cosa è per noi l'Everest

Intervista al **Prof. Surendra Raj Kafle**, Vice Cancelliere del NAST (Nepal Academy of Science and Technology)



Il Prof. Kafle con il Presidente del CNR Francesco Profumo, oggi Ministro dell'Istruzione, Università e Ricerca, durante la sua ultima visita a Roma.

Dal un punto di vista scientifico, cosa rappresenta per lei e per l'Accademia il Monte Everest?

L'Himalaya racchiude una storia geologica di circa 40 milioni di anni, e la sua diversità biologica descrive una successione ecologica fin dal passato. Sulla scia dell'attuale riscaldamento globale e delle sue conseguenze, la realizzazione di studi scientifici in questa regione potranno aiutare a meglio comprendere lo schema e l'intensità del cambiamento climatico. Il monte Everest è un 'laboratorio a cielo aperto' unico al mondo per la ricerca scientifica in diverse aree tematiche quali le Scienze della Terra, la Glaciologia, i Cambiamenti Climatici, le Scienze Ambientali, la Fisiologia Umana, gli Eco-sistemi, le Radiazioni Solari, ecc.

Quali sono i principali progetti/attività che il NAST ha svolto nella zona del Monte Everest?

L'istituzione del Laboratorio Osservatorio Internazionale Piramide a Lobuche a una quota di 5050 m asl e l'esecuzione di diverse attività di ricerca, che spaziano dai temi della fisiologia umana a quelli dei cambiamenti climatici attraverso l'utilizzo delle attrezzature disponibili presso il laboratorio, vengono portate avanti in collaborazione congiunta NAST/Ev-K2-CNR. Inoltre, nel 2010 è stato lanciato il nuovo progetto "Himalayan Seed Bank", sempre in collaborazione congiunta NAST/Ev-K2-CNR, con l'obiettivo di conservare i semi della regione himalayana.

Il Monte Everest è il tetto del mondo; è un simbolo, una leggenda, non solo per la popolazione Nepalese ma per tutto il mondo. Il 2012 festeggerà il 10° anniversario dell'Anno Internazionale della Montagna dichiarato dall'ONU, che ha aumentato la consapevolezza globale sull'importanza delle montagne a differenti livelli. Il Nepal ospita una delle più belle e preziose, ma allo stesso tempo fragili, catene montuose del mondo. Quali sono le strategie che il Governo e le Istituzioni nepalesi hanno sviluppato al fine di proteggere questo patrimonio naturale?

Il Monte Everest può certamente essere considerato patrimonio dell'umanità e deve essere tutelato per diversi motivi.

Tuttavia, in Nepal, in passato, non sono stati fatti sforzi concertati per identificarlo come un sito di importanza diversa dalla sua bellezza paesaggistica e dalle opportunità

di trekking che può offrire. Ciò nonostante, negli ultimi anni, molte organizzazioni governative e non, nazionali e internazionali, sono state attratte dalla ricerca scientifica che ha lo scopo di studiare fenomeni che si verificano in Himalaya tra i quali il tema del cambiamento climatico che risulta essere la massima priorità. Al fine di conciliare gli interessi locali, affrontare i problemi ambientali attuali, e considerare le pratiche autoctone di gestione delle risorse, sono state migliorate le pratiche esistenti di gestione Parco Nazionale del Sagarmatha (Monte Everest). Pertanto, gli obiettivi dell'attuale piano di gestione devono garantire la protezione della flora e fauna selvatica del Parco, delle risorse idriche e del suolo, per via della loro importanza nazionale ed internazionale, ma anche per salvaguardare gli interessi delle popolazioni Sherpa.

Le montagne rappresentano un' incredibile risorsa in termini di sviluppo economico, penso all'eco turismo, all'utilizzo sostenibile delle risorse naturali e all'impianto di prodotti agricoli montani; cosa ne pensa di questi aspetti?

E' evidente che la maggior parte dei visitatori della regione del Monte Everest sono alpinisti ed escursionisti. Alcuni di loro sono anche pellegrini. Tali attività turistiche contribuiscono certamente alla crescita economica delle popolazioni locali, creano posti di lavoro per molti e portano uno sviluppo economico. Tuttavia, non dobbiamo sottovalutare gli im-

patti negativi di queste attività. Oltre all'ecoturismo e all'utilizzo sostenibile delle risorse naturali ed agricole, le nostre montagne innestate possono divenire siti per attività sciistiche o per altri sport invernali. Inoltre l'Himalaya può essere identificato come un 'laboratorio a cielo aperto' per la ricerca multidisciplinare in alta quota e possono essere concessi, ai gruppi di ricerca internazionale, i permessi per visitare tali aree e portare avanti determinate ricerche pagandone le royalty al Governo del Nepal.

Il NAST e il Comitato Ev-K2-CNR collaborano da vent'anni; le due organizzazioni collaborano congiuntamente nella gestione del Laboratorio Osservatorio Internazionale Piramide a Lobuche ad una quota di 5050 m asl sul Monte Everest, in questo contesto, quali saranno le prossime fasi di questa collaborazione italiana / nepalese?

Sebbene il Comitato Ev-K2-CNR sviluppi molti progetti in Nepal attraverso una collaborazione congiunta tra il NAST, CNR e Ev-K2-CNR, la presenza di esperti nepalesi all'interno delle attività di ricerca risulta essere ancora ridotta e lo stesso fenomeno si riflette nelle pubblicazioni scaturite dai progetti stessi. Il NAST si occuperà di stimolare un numero maggiore di scienziati e tecnici nepalesi a partecipare ai gruppi di ricerca al fine di contribuire in egual misura al raggiungimento dei risultati finali e di condividere i diritti di proprietà intellettuale allo stesso modo in futuro.