

I. — COMUNICAZIONI E RELAZIONI

Rilievi fotogrammetrici nella regione del Karakoram eseguiti dalla spedizione di S. A. R. il Duca degli Abruzzi.

Memoria dell'ing. geog. PIO PAGANINI

X.

**Costruzione del rilievo
ed elementi geodetici ai quali fu riferita. (1)**

L'Istituto Geografico militare autorizzato a far eseguire la rappresentazione di questo difficile terreno rilevato dalla spedizione, col metodo dello scrivente, diede allo stesso l'incarico di tale compito, scegliendo, come già si disse, per scala di questo rilievo, quella di 1 : 100,000.

Un simile lavoro riescì alquanto arduo, specialmente nei primordi, a causa della deficienza di buoni punti geodetici; il rilievo si è dovuto quindi appoggiare ad alcune cime spiccate determinate per intersezione, ossia *concluse*, da vertici della triangolazione secondaria eseguita per il Kashmir, collegantesi a sua volta con le serie NO. Himalaja della Gran Triangolazione dell'India, opera eminentissima e colossale monumento della sapienza inglese. Della triangolazione secondaria eseguita nel Kashmir una catena doppia di triangoli — quadrilateri e diagonali — si stende lungo il corso dell'Indo da SE. a NO., da Hanle, quasi alle sue sorgenti, fino

(1) Continuazione e fine. Vedi Bollettino n. 8, agosto, pag. 819 e seg.

a Skardo, da dove la detta catena ripiega verso S. per collegarsi poi alla triangolazione principale. È dai vertici di questo tratto di triangolazione (Upper Indus Triang.) che va da SE. a NO. verso Skardo, che furono intersecate le cime più elevate del Karakoram, fra le quali i due picchi del Masherbrum, il Picco n. 8 o Bride Peak, il Picco n. 9 o Hidden Peak, i picchi nn. 10, 11 e 12 della cresta del Gasherbrum e infine il più elevato di tutti il Picco n. 13 o K₂ (1) chiamato anche Chogori, cime tutte che circondano la zona da rilevarsi. Questi punti furono intersecati alle distanze fra 50 e 100 miglia, con visuali che s'incontrano quindi ad angoli molto acuti e da punti della rete citata, relativamente bassi, mentre d'altra parte nessun segnale indica con precisione il punto mirato, per cui la loro posizione non può essere data che da un valore approssimativo. In ogni modo si uniscono qui gli elementi di quei punti che servirono per appoggiarvi il rilievo di cui trattiamo, le immagini dei quali si poterono con non lievi difficoltà riconoscere e individuare sulle prospettive e che furono mirati da alcune stazioni, anche con il tacheometro. Questi elementi sono tratti dalla *Great Triangulation: Survey of India*, classe E, gruppo I, n. 13, NW. Himalaya Series and Kashmir Triangulation, vol. VIII.

(1) Dovrebbe chiamarsi giustamente: Picco Godwin Austen.

PUNTI CONCLUSI della triangolazione indiana	Latitudine Nord	Longitudine Est Greenwich (antica determinazione)	Altezza in piedi inglesi	Altezza in metri	Num. delle direzioni		Discrepanza per miglia sui lati comuni di triangoli. piedi ingl.
					Posizione	Altezza	
Masherbrum Est	35. 38. 36. 4	76. 20. 57. 9	25660	7821.3	9	7	0.4
Masherbrum Ovest	35. 38. 29. 0	76. 20. 50. 0	25610	7806.0	4	3	—
P. N. 8: Bride Peak	35. 36. 44. 0	76. 36. 50. 0	25110	7653.6	6	4	1.5
P. N. 9: Hidden Peak.	35. 43. 30. 0	76. 44. 15. 0	26470	8068.5	6	4	1.6
P. N. 10: } Gasherbrum . . . }	35. 45. 31. 0	76. 41. 42. 0	26360	8034.6	6	2	2.4
P. N. 11: }	35. 45. 36. 0	76. 41. 00. 0	26090	7952.3	6	2	2.0
P. N. 12: }	35. 45. 38. 0	76. 39. 29. 0	26000	7924.9	6	2	0.8
P. N. 13: Chogori = K 2 . . .	35. 52. 55. 0	76. 33. 18. 0	28250	8610.7	10	9	2.7

XI.

Coordinate rettilinee e loro origine.

La zona da rilevarsi era compresa nel quadrilatero che ha per vertici a nord il K₂, a est l'Hidden Peak, a sud il Bride Peak e ad ovest i due Masherbrum, il più basso dei quali fu però abbandonato perchè invisibile in tutta la regione rilevata. Approssimativamente in centro di questo quadrilatero, si scelse il punto da servire per origine delle coordinate rettilinee dei suindicati punti e precisamente l'incontro del meridiano di 76° 35' E. Greenwich col parallelo di 35° 45' N. La graduazione della longitudine nel disegno finale del rilievo fu però spostata di 2' 30" verso est in vista di più recente determinazione di longitudine. Così detta origine, sul rilievo definitivo, è l'incontro del meridiano di 76° 32' 30" E Greenwich con il parallelo di 35° 45' N. Il punto geodetico più lontano, fra quelli considerati, dall'origine delle coordinate, è a più di 24 chilometri, e poichè l'origine scelta è quella circa dell'estremo meridionale d'Italia, si hanno per essa già calcolati gli elementi necessari per il calcolo delle coordinate rettilinee x e y dei detti punti per poterli situare nel grafico. Esse sono date dalle formole:

$$\begin{aligned} x &= I_0 \cos L \cdot \Delta P'' \\ y &= II_0 \Delta L'' + III_0 (\Delta P'')^2 \end{aligned}$$

nelle quali L è la latitudine e P la longitudine, I_0 , II_0 , III_0 sono costanti relative all'origine prescelta delle coordinate, di latitudine L_0 e longitudine P_0 ; queste costanti sono calcolate in apposite tavole ausiliarie e sono:

$$\begin{aligned} I &= N \sin 1'' \\ II &= \rho \sin 1'' \\ III &= \frac{1}{4} N \sin 2L \sin^2 1'' \end{aligned}$$

nelle quali N è la lunghezza della gran normale dell'ellisse meridiana alla latitudine L e ρ è il raggio di curvatura corrispon-

dente al detto ellisse. (1) Per i punti sopraccennati della Triangolazione del Kashmir si ottennero le seguenti coordinate rettilinee:

PUNTI GEODETICI	X	Y
Masherbrum Est	— 21333.8	— 11796.0
Bride Peak	+ 2768.1	— 15285.0
Hidden Peak	+ 13946.2	— 2757.4
Gasherbrum 1°.	+ 10097.6	+ 949.6
Gasherbrum 2°.	+ 9042.5	+ 1114.0
Gasherbrum 3°.	+ 6756.7	+ 1173.7
Chogori, o K2	— 2558.1	+ 14638.7

XII.

Controllo mediante le distanze calcolate fra i punti geodetici.

Si poterono così situare questi punti nel piano del disegno alla scala di 1:100,000, procedendo poi alla necessaria verifica mediante i lati calcolati con la nota formola:

$$S = \rho_0 \frac{\Delta L''}{\cos \varphi} \text{ sen } 1''$$

nella quale l'angolo ausiliario φ è dato da

$$\text{tang } \varphi = \frac{N_0 \cos L_0}{\rho_0} \cdot \frac{\Delta P''}{\Delta L''}$$

formola che serve anche per distanze di 100 chilometri e nella quale: S è la distanza o lato che si cerca, $L_0 = L_m + \varepsilon$, eguale cioè alla latitudine media L_m più una piccola correzione ε della quale si tiene conto solamente per distanze che superano i 40 chilometri, e N_0 e ρ_0 sono rispettivamente la grande normale e il

(1) Elementi dell'ellissoide di Bessel.

raggio di curvatura alla latitudine L_0 . Si ottennero così le distanze:

K ₂ — Masherbrum E	= 32424 ^m .0
K ₂ — Bride Peak	= 30395 .0
K ₂ — Gasherbrum 1°	= 18641 .0
Masherbrum E — Hidden Peak	= 36418 .0
Bride Peak — Gasherbrum 2° .	= 17559 .0
Hidden Peak — Gasherbrum 3°	= 8197 .1
Hidden Peak — K ₂	= 23985 .0
Hidden Peak — Bride Peak .	= 16786 .0

XIII.

Punti di stazione, punti rimarchevoli e da servire da capisaldi per orientamento delle prospettive e per determinare ulteriori stazioni.

Assicurata nel grafico la posizione dei punti della triangolazione inglese dell'India, l'immagine dei quali fu riconosciuta anche sui panorama eseguiti dalla spedizione, con i giri d'orizzonte eseguiti dalle varie stazioni fotogrammetriche, tacheometriche e con la bussola, ottenuti su carta trasparente mediante il rapportatore delle direzioni, descritto, si situarono nel grafico anche tutte queste stazioni e graficamente, per intersezione, altri punti rimarchevoli da servire man mano per situare ulteriori stazioni e per orientamento delle varie prospettive, nel procedere del lavoro. Questa operazione era indispensabile, affinché le stazioni fotogrammetriche distribuite lungo i ghiacciai Godwin Austen e Savoia, che non tutte potevano vedere almeno tre dei punti geodetici della triangolazione del Kashmir sopraindicati, si potessero pure situare con sufficiente esattezza nel disegno. Così si determinarono alcuni punti già battezzati da precedenti esploratori, quali il Mitre Peak, il Crystal Peak, lo Staircase, il Broadpeak, dei quali però non si conosceva nè posizione esatta, nè altezza, nonchè i punti $P_1, P_2, P_3, \dots$ per lo scopo accennato. Il lavoro eseguito per preparare la trama sulla quale fu costruito il rilievo fotogrammetrico appare chiaramente dal qui unito grafico. Stampate le prove positive dei vari

panorama ottenuti nelle stazioni fotogrammetriche, determinata la distanza effettiva del punto di vista per tutte le prospettive su carta, non incollate ma sciolte, quantità costante essendosi adoperata per la stampa una sola specie di carta tagliata nello stesso senso della sua fibra e quantità che deriva dalla media di numerose misure (1), si eseguì una ricognizione dei punti utili al rilievo, in numero sufficiente per la scala di 1 : 100,000, sui vari panorama; col *settore grafico*, segnando le direzioni a questi punti mediante le ascisse delle loro immagini, si situarono per intersezione nel rilievo i punti stessi, in numero di 300 circa. Le loro quote si ricavarono in seguito con le ordinate delle loro immagini sulle prospettive riportate sullo *squadro grafico* descritto, per avere le loro differenze di livello con i rispettivi punti di stazione e poscia le loro quote. Fra questi punti, oltre a quelli geodetici della triangolazione del Kashmir, ai punti di stazione e agli altri rimarchevoli determinati per appoggiarvi le stazioni e per l'orientamento delle prospettive, riesci agevole con l'aiuto grandissimo dei panorama d'inserirvi le curve di livello, le forme del terreno e tutti gli altri particolari atti a meglio farne risaltare le vere caratteristiche, cosa che si ritenne indispensabile per una regione dal punto di vista topografico, tanto eccezionale.

Tenuto conto della deficienza di elementi geodetici esatti, la impossibilità di misurare direttamente una base sul ghiacciaio in continuo movimento, il non aver potuto eseguire stazioni sopra punti più elevati e dominanti per la mancanza di portatori locali e per la difficoltà di trasportare strumenti, dove anche le nostre guide alpine della più forte costituzione sono presto esauste di forza per la rarefazione somma dell'aria, e infine per la scala all'1 : 100,000 adottata, tutto sommato, più che uno schizzo si è ottenuto un vero e proprio rilievo. La quantità di direzioni ai singoli punti permise di poterli situare nel disegno con sufficiente esattezza mediante compensazione grafica. Le quote dei punti si sono ottenute da varie provenienze, con le differenze di livello date dallo *squadro grafico* per il 100,000, in parte riportandovi gli angoli in altezza α misurati direttamente col tacheometro e le

(1) Cfr. « Nuovi appunti di fototopografia », in *Rivista Marittima*, marzo 1894; « Fotogrammetria », in *Manuali Hoepli*, Milano, 1901.

rispettive distanze grafiche, e in parte con le ordinate y delle immagini di quei punti, misurate sulle prospettive e anche qui con le corrispondenti distanze grafiche.

XIV.

Altimetria e approssimazioni raggiunte; errori.

Circa l'altimetria nel presente rilievo è utile esporre come si è proceduto per ottenerla nella costruzione grafica di esso; si è premesso già su quali punti della triangolazione del Kashmir si è dovuto fare assegnamento per appoggiarvi tale costruzione; effettivamente servirono quasi esclusivamente i soli punti: Masherbrum Est, Chogori o K₂, Bride Peak e il più occidentale dei tre Gasherbrum. Ora, solo poche delle stazioni eseguite vedevano contemporaneamente almeno tre di questi punti, quelle stazioni appunto all'estremità superiore del Baltoro e allo sbocco in questo, del vallone di Godwin Austen. Da queste stazioni si dovette determinare un punto rimarchevole più vicino al lavoro e verso sud, da sostituire il Masherbrum lontano più di 20 chilometri verso ovest e invisibile sul ghiacciaio di Godwin Austen, per servire col K₂, Bride Peak e Gasherbrum, a situare le altre stazioni su questo ghiacciaio e determinare altri punti rimarchevoli da servire da caposaldi per il successivo lavoro. Per questo scopo fu scelto il Mitre Peak, roccia caratteristica il cui nome giustifica la forma della sua sommità, nome che gli fu dato probabilmente da Conway che primo studiò queste regioni; però se la vetta di questa cima, dalle stazioni fotogrammetriche, tutte eseguite verso nord e relativamente basse rispetto ad essa, appare acutissima, pure essa si stende affilata come una lama da nord a sud per un certo tratto, di altezza variabile, come si scorge da alcune fotografie del cav. Vittorio Sella eseguite a levante di essa. Per questo e per la mancanza di un segnale, o punto spiccato, sulla vetta in parola, le determinazioni della sua altezza dalle singole stazioni, con le ordinate y delle immagini di questa sommità riportate sullo squadro grafico per il 100,000 per leggervi le differenze di livello in millimetri e centesimi di millimetro, debitamente corrette, danno degli scostamenti molto sensibili dal valore medio ottenuto per questa quota, come appare dal seguente specchio, dal quale si può scorger l'errore medio $\Delta/2$ del risultato.

Mitre Peak.

STAZIONI DI PROVENIENZA	Quota	Scostamenti δ dalla quota media in millimetri	Quadrati degli scostamenti δ^2
T ₁	6176	— 0.61	0.3721
III ^a	6288	+ 0.51	0.2601
T ₂	6197	— 0.40	0.1600
XVII ^a	6208	— 0.39	0.1521
XVIII ^a	6278	+ 0.41	0.1681
XX ^a	6278	+ 0.41	0.1681
(Quota media 6237		$\Sigma \delta^2 = 1.2805$	

$$\Delta h = \sqrt{\frac{\Sigma \delta^2}{n(n-1)}} = \sqrt{\frac{1.2805}{6 \times 5}} = \pm 0.21$$

errore medio del risultato, n essendo il numero delle determinazioni.

Successivamente con la situazione di altre stazioni, si determinarono altri punti rimarchevoli: P₁, P₂, P₃, P₄ e P₅, che per comodità di notazione e per evitare confusione, furono dalla spedizione chiamati rispettivamente Punta Calcare, Punta Nera, Punta Bianca, Blak Point e Grivola — per la sua somiglianza con la nota cima di questo nome nelle nostre Alpi Graie — nonchè le cime che precedentemente a questa spedizione avevano avuto il battesimo di Crystal Peak, di Staircase e di Broad Peak, mentre la loro posizione non era stata determinata che approssimativamente. Infine si determinò la posizione ed altezza del Colle Savoia raggiunto per la prima volta da S. A. R. il Duca degli Abruzzi, della Sella Negrotto, della Sella Vittorio Sella, della Windy Gap, o Sella dei Venti, della sommità occidentale del Bride Peak, ecc. Nella determinazione di questi punti si ottenne maggiore esattezza che per quella del Mitre Peak citato, perchè le stazioni che lo determinarono si trovavano tutte a nord di esso e con intersezioni molto acute; d'altra parte questo punto non si poteva

sostituire dal momento che esso era stato puntato da tutte le stazioni eseguite sul ghiacciaio di Godwin Austen e non si era potuto misurare una base all'unione di questo con quello del Baltoro.

La punta P₅, o Grivola, trovandosi per la sua posizione, centrale al lavoro e visibile dal ghiacciaio di Godwin Austen e sue ramificazioni a est e a ovest del K₂, cioè dai ghiacciai Savoia e Windy Gap, riesciva importantissima per il rilievo e richiedeva quindi un'accurata determinazione; a ciò si prestava la sua bianca vetta bene spiccata e visibile in quasi tutti i panorama eseguiti dalla spedizione, come appare dal seguente specchio dal quale risulta come anche l'errore medio del risultato Δh è molto minore che per Mitre Peak.

P₅, o Grivola.

STAZIONI DI PROVENIENZA	Quota	Scostamenti δ dalla quota media in millimetri	Quadrati degli scostamenti δ^2
III	6844	— 0.42	0.1764
VI	6928	+ 0.42	0.1764
XIII	6886	0.00	0.0000
XV	6938	+ 0.52	0.2704
XVI	6899	+ 0.13	0.0169
XVII	6866	— 0.20	0.0400
XVIII	6895	+ 0.09	0.0081
XIX	6894	+ 0.08	0.0064
XX	6851	— 0.35	0.1225
XXI	6859	— 0.27	0.0729
Quota media 6886		$\Sigma \delta^2 = 0.8900$	

$$\Delta h = \sqrt{\frac{\Sigma \delta^2}{n(n-1)}} = \sqrt{\frac{0.8900}{10 \times 9}} = \pm 0.10$$

Con sufficiente approssimazione, con un minor numero di visuali dalle varie stazioni si determinarono le altre cime scelte per capisaldi e punti rimarchevoli per l'orientamento delle varie pro-

spettive e per la determinazione di posizione e quota di tutti gli altri punti di dettaglio. Diremo qui dei punti più importanti per avere un criterio dell'esattezza che si è potuto raggiungere ad onta delle indicate sfavorevoli e inevitabili circostanze.

Staircase (sommità).

STAZIONI DI PROVENIENZA	Quota	Scostamenti δ dalla quota media in millimetri	Quadrati degli scostamenti δ^2
III	7323	— 0.16	0.0256
XIII	7316	— 0.23	0.0529
XV	7357	+ 0.18	0.0324
XVI	7360	+ 0.21	0.0441
Quota media 7339		$\Sigma \delta^2 = 0.1550$	

$$\Delta h = \sqrt{\frac{\Sigma \delta^2}{n(n-1)}} = \sqrt{\frac{0.1550}{4 \times 3}} = \pm 0.11$$

P₂ = Punta Nera.

STAZIONI DI PROVENIENZA	Quota	Scostamenti δ dalla quota media in millimetri	Quadrati degli scostamenti δ^2
II.	6352	— 0.41	0.1681
IV.	6364	— 0.29	0.0841
T ₁	6398	+ 0.05	0.0025
T ₂	6415	+ 0.22	0.0484
XVIII	6418	+ 0.25	0.0625
XIX	6405	+ 0.12	0.0144
XX	6402	+ 0.09	0.0081
Quota media 6393		$\Sigma \delta^2 = 0.3881$	

$$\Delta h = \sqrt{\frac{\Sigma \delta^2}{n(n-1)}} = \sqrt{\frac{0.3881}{7 \times 6}} = \pm 0.10$$

P₃ = Punta Bianca.

STAZIONI DI PROVENIENZA	Quota	Scostamenti δ dalla quota media in millimetri	Quadrati degli scostamenti δ^2
T ₁	6334	— 0.45	0.2025
T ₂	6396	+ 0.17	0.0289
II.	6382	+ 0.03	0.0009
IV.	6308	— 0.71	0.5041
XVIII	6428	+ 0.49	0.2401
XIX	6397	+ 0.18	0.0324
XX	6403	+ 0.24	0.0576
XXI	6380	+ 0.01	0.0001
Quota media 6379		$\Sigma \delta^2 = 1.0666$	

$$\Delta h = \sqrt{\frac{\Sigma \delta^2}{n(n-1)}} = \sqrt{\frac{1.0666}{8 \times 7}} = \pm 0.14$$

Questa differenza nell'errore medio del risultato per Punta Nera e Punta Bianca si spiega col fatto che la prima è meglio individuata da una nera roccia acuminata situata sulla sua vetta e la cui immagine è ben definita nelle prospettive, mentre la seconda ha la sua sommità costituita da una calotta di ghiaccio.

I due punti nei quali il cav. Vittorio Sella eseguì le due importanti stazioni panoramiche — peccato che non furono fatte con apparecchio fotogrammetrico — l'una *C* a ponente e l'altra *D* a levante dello sbocco del vallone Godwin Austen sul Baltoro, furono individuati da un segnale in pietre a secco, ben visibile dalle stazioni fotogrammetriche, relativamente molto più basse, e quindi anche nelle prospettive da queste ottenute; si spiegano per questo i seguenti migliori risultati:

C = Stazione Sella Ovest (sotto Punta Calcare).

STAZIONI DI PROVENIENZA	Quota	Scostamenti δ dalla quota media in millimetri	Quadrati degli scostamenti δ^2
III	5283	+ 0.01	0.0001
XVIII	5295	+ 0.13	0.0169
XIX	5297	+ 0.15	0.0225
XX	5273	- 0.09	0.0081
XXI	5266	- 0.16	0.0256
Quota media 5282		$\Sigma \delta^2 = 0.0732$	

$$\Delta h = \sqrt{\frac{0.0732}{5 \times 4}} = \pm 0.06$$

D = Stazione Sella Est (sotto Gasherbrum).

STAZIONI DI PROVENIENZA	Quota	Scostamenti δ dalla quota media in millimetri	Quadrati degli scostamenti δ^2
II	5470	+ 0.09	0.0081
XVIII	5463	+ 0.02	0.0004
XIX	5482	+ 0.21	0.0441
XX	5436	- 0.25	0.0625
XXI	5455	- 0.06	0.0036
Quota media 5461		$\Sigma \delta^2 = 0.1187$	

$$\Delta h = \sqrt{\frac{0.1187}{5 \times 4}} = \pm 0.08$$

Sella Savoia.

STAZIONI DI PROVENIENZA	Quota	Scostamenti δ dalla quota media in millimetri	Quadrati degli scostamenti δ^2
VI. T	6675	+ 0.09	0.0081
VII. T	6704	+ 0.38	0.1444
VIII. T.	6673	+ 0.07	0.0049
VI	6631	- 0.35	0.1225
VII	6686	+ 0.20	0.0400
VIII	6628	- 0.38	0.1444
Quota media 6666		$\Sigma \delta^2 = 0.4643$	

$$\Delta h = \sqrt{\frac{0.4643}{6 \times 5}} = \pm 0.12$$

Sella Negrotto.

STAZIONI DI PROVENIENZA	Quota	Scostamenti δ dalla quota media in millimetri	Quadrati degli scostamenti δ^2
III.	6520	+ 0.41	0.1681
IV.	6478	- 0.01	0.0001
VII	6477	- 0.02	0.0004
VIII	6416	- 0.63	0.3969
XVII.	6504	+ 0.25	0.0625
Quota media 6479		$\Sigma \delta^2 = 0.6280$	

$$\Delta h = \sqrt{\frac{0.6280}{5 \times 4}} = \pm 0.18$$

Bride Peak (punta Ovest).

STAZIONI DI PROVENIENZA	Quota	Scostamenti δ dalla quota media in millimetri	Quadrati degli scostamenti δ^2
III	7527	— 0.27	0.0729
IV	7614	+ 0.60	0.3600
XVII.	7549	— 0.05	0.0025
XIX.	7593	+ 0.39	0.1521
XXI.	7485	— 0.69	0.4761
Quota media 7554		$\Sigma \delta^2 = 1.0636$	

$$\Delta h = \sqrt{\frac{1.0636}{5 \times 4}} = \pm 0.23$$

Per questo punto non vi era da attendersi un risultato migliore, poichè esso si trovava, per il rilievo di cui trattasi, in condizioni ancor più sfavorevoli del Mitre Peak, per la sua grande distanza dalle stazioni di provenienza e perchè queste, oltrechè relativamente molto basse, non potevano, per la loro rispettiva posizione, fornire per questo punto altro che intersezioni molto acute e immagini della sommità troppo piccole, in modo che difficili riuscivano le misure sulle prospettive. Anche qui si dovette far di necessità virtù dal momento che per mancanza di lastre e per lo stringer del tempo non si poterono eseguire ulteriori stazioni fotogrammetriche più a sud di quelle già fatte e in condizioni più favorevoli per il rilievo fotogrammetrico del massiccio del Bride Peak.

Oltremodo rimarchevole riuscì infine la determinazione della quota del Broad Peak. Questo gruppo colossale di picchi enormi, che fiancheggia degnamente il K₂, indicato senza riferimento e senza quota nella carta di Sir Martin Conway, termina alla sua vetta estrema con una calotta rocciosa molto estesa, ciò che giu-

stifica il nome che gli fu dato. Esso si eleva sopra un orrido e lungo bastione roccioso, alto da 1000 a 1500 metri e quasi a picco sul ghiacciaio Godwin Austen, per cui a stento potè essere intersecato solo dalle stazioni eseguite agli estremi nord e sud di questo ghiacciaio, cioè le T₁, T₂, XX e XXI, come risulta dal seguente specchio:

Broad Peak.

STAZIONI DI PROVENIENZA	Quota	Scostamenti δ dalla quota media in millimetri	Quadrati degli scostamenti δ^2
T ₁	8226	— 0.78	0.6084
T ₂	8246	— 0.58	0.3364
XX	8338	+ 0.34	0.1156
XXI	8405	+ 1.01	1.0201
Quota media 8304		$\Sigma \delta^2 = 2.0805$	

$$\Delta h = \sqrt{\frac{2.0805}{4 \times 3}} = \pm 0.42$$

Per lo scostamento dalla quota media, di quella ottenuta dalla stazione XXI, troppo forte, si ritenne conveniente escludere quest'ultima e tenere come quota definitiva di Broad Peak la media delle quote provenienti dall'altre tre stazioni, gli scostamenti delle quali dalla quota media riescono modificati in meglio e molto minore riesce altresì l'errore medio Δh del risultato:

Broad Peak (quota definitiva).

STAZIONI DI PROVENIENZA	Quota	Scostamenti δ dalla quota media in millimetri	Quadrati degli scostamenti δ^2
T ₁	8226	— 0.44	0.1936
T ₂	8246	— 0.24	0.0576
XX	8338	+ 0.68	0.4624
Quota media 8270		$\Sigma \delta^2 = 0.7136$	

$$\Delta h = \sqrt{\frac{0.7136}{3 \times 2}} = \pm 0.34$$

Nel rilievo definitivo si assunse questa quota 8270 per il Broad Peak; pur tenuto conto degli errori che influenzarono l'intero rilievo a causa dei dati d'origine per loro stessi già poco attendibili, per quanto derivanti da quel portentoso lavoro che è la triangolazione dell'India, ai quali il rilievo ha dovuto appoggiarsi, e degli errori accidentali occorsi nell'eseguimento delle stazioni e quindi nelle determinazioni della loro posizione e altezza, e degli elementi delle prospettive, come pure degli errori incorsi nella costruzione grafica fatta direttamente al 100,000 con strumenti per questa scala con la quale un millimetro rappresenta 100 metri, è a ritenersi la quota adottata per il Broad Peak come sufficientemente esatta in relazione agli altri punti determinati per il rilievo e a quelli *conclusi* della triangolazione del Kashmir, ai quali il rilievo stesso fu appoggiato.

Limitandoci ai punti considerati in questa memoria, abbiamo visto come si siano ottenuti per ogni determinazione della loro quota i seguenti errori medi Δh dei singoli risultati:

Mitre Peak.	$\pm 0^{mn.21}$
Grivola (P ₅)	± 0.10
Staircase	± 0.12

Punta Nera (P ₂)	± 0	.10
Punta Bianca (P ₃)	± 0	.14
Stazione Sella Ovest (C)	± 0	.06
» » Est (D)	± 0	.08
Sella Savoia	± 0	.12
Sella Negrotto	± 0	.18
Bride Peak Ovest	± 0	.23
Broad Peak	± 0	.34
Media $\pm 0^{\text{mm}},11 = \pm 15^{\text{m}}$ per il 100,000,		

che può ritenersi come l'errore medio sulla totale altimetria del rilievo per formarsi un criterio approssimativo dell'esattezza che si è potuto raggiungere a questa scala e nelle circostanze accennate.

XV.

Conclusioni.

Il forte error medio che si riscontra nella determinazione della quota di Broad Peak, a parere dello scrivente deve attribuirsi principalmente alla difficoltà di collimare dal basso, sia col tacheometro sul terreno, sia colla misura sulla prospettiva, col compasso, questa cima, la vista della cui vetta tondeggiante è sempre offuscata o alterata dalle nebbie trattenute intorno ad essa dai numerosi picchi e profondi solchi che la circondano, come appare da quasi tutte le fotografie che la rappresentano e come succede del resto, per cime dello stesso carattere nelle nostre Alpi, il fenomeno essendo causato dalla rifrazione irregolare delle visuali attraverso strati d'aria diversamente densi di umidità. Non si potrebbe spiegare diversamente, per la determinazione della quota di questa sommità, il fatto di aver dovuto escludere, oltre a visuali da varie stazioni, anche la provenienza dalla stazione XXI, una delle più sicure, a causa del suo forte scostamento dalla quota media.

Rimane per altro fuor di dubbio che il Broad Peak, dopo il K₂ o Chogori, o anche cima Godwin Austen, alta 8611 metri, è la cima più elevata della catena del Karakoram della quale

l'Hidden Peak (8069 metri) prende il terzo posto. Così il Broad Peak è per altezza la quarta cima nella catena dell'Himalaja, l'Everest (8840) essendone la più elevata e la Kanchinjinga (8582) essendo più bassa del K₂ e più alta del Broad Peak.

Questo fatto importante giustifica sempre più l'ammirazione destata nel mondo civile per la rapida corsa fatta da S. A. R. il Duca degli Abruzzi, dall'Italia ai ghiacciai del Baltoro e Godwin Austen, per i passi importanti scoperti e studiati, e le arduose ascensioni e le interessanti osservazioni e notizie scientifiche in sì breve tempo raccolte; così lo scrivente non esita ad esprimere qui la sua modesta opinione che nell'interesse della storia, a ricordo di questa spedizione nel Karakoram, come si è dato il nome dell'illustre colonnello Everest alla più alta cima dell'Himalaja, come spetta quello di Godwin Austen alla cima K₂, la più alta del Karakoram, così sarebbe ragionevole che al Broad Peak venga sostituito il nome glorioso di Luigi di Savoia Duca degli Abruzzi.

Firenze, 25 febbraio 1912.
