

SOSTITUZIONE DELLA SCIOVIA ESISTENTE "GRAN SOMETTA" CON UNA SEGGIOVIA ESAPOSTO AD AMMORSAMENTO TEMPORANEO DEI VEICOLI FRA I COMPENSORI SCIISTICI DI VALTOURNENCHE E BREUIL-CERVINIA



PROGETTO DEFINITIVO

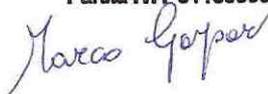
ai sensi della Legge Regionale n. 20 del 18 aprile 2008

Allegato GS2020-0130.01.01.R.0	Oggetto RELAZIONE IDROLOGICA		
Nome file 2050-0130.01.01.R.0	Revisione 0	Data OTTOBRE 2020	Descrizione EMISSIONE PROGETTO DEFINITIVO
Scala			

I progettisti

Vallée d'Aoste Projet - Dott. Ing. Perret Riccardo
Fraz. Champoluc, Rue des Guides n°2 - 11020-AYAS (AO)
C.F. PRPRCR79L23A326A P.IVA. 01088990070
Cell: 333/3615011 - Iscr. Ord. Ing. R.A.V.A. n°589A

Dott. Ing. Marco GASPARD
Frazione Quincod, 241
11020 CHALLAND-SAINT-ANSELME
Cod. Fisc. GSPMRC84P10A328G
Partita IVA 01155860071



**ORDINE DEGLI INGEGNERI
DELLA PROV. DI TRENTO**
dott. ing. ANDREA GOBBER
Ing. civile e ambientale, industriale e dell'informazione
ISCR. ALBO N° 2401 - Sezione A degli Ingegneri



GRUPPO DI PROGETTAZIONE

progettazione generale
e aspetti funiviari



Viale Piave 7/A - frazione Fiera di Primiero
38054 Primiero San Martino di C.zza (TN)

aspetti urbanistici, idraulici
e strutturali



Rue De Clos 4
11027 Saint - Vincent (AO)

aspetti geologici



via Menabrea 43
11024 Châtillon (AO)

aspetti ambientali



via dei Quartieri 45
36016 Thiene (VI)

aspetti archeologici



Località Closellinaz 44
11010 Roisan (AO)

Somario	
1	PREMESSA 2
2	DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI PREVISTI 2
2.1	GENERALITÀ 2
3	ANALISI IDROLOGICA 4
3.1	INQUADRAMENTO TERRITORIALE 5
3.2	DETERMINAZIONE PARAMETRI MORFOMETRICI 5
3.3	USO DEL SUOLO 10
3.4	DETERMINAZIONE DELLA PORTATA DI PROGETTO 11
3.4.1	Linea di probabilità pluviometrica 11
3.4.2	Calcolo della portata con il metodo razionale 13
3.4.2.1	Coefficiente di deflusso 14
3.4.2.2	Stima delle portate di progetto 15

1 PREMESSA

Il presente studio idrologico è stato redatto a sostegno della progettazione definitiva DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DELLA SEGGIOVIA GRAN SOMETTA.

In particolare il presente studio è finalizzato a valutare gli apporti idrici del versante e del bacino idrografico ubicato a monte della stazione di valle del costruendo impianto. La sezione di chiusura dei bacini è localizzata in corrispondenza del rivo adiacente alla stazione di valle che sarà oggetto di sistemazione.

La sistemazione prevede la realizzazione di un canale con sezione di forma trapezia realizzata con argini costituiti da massi reperiti i loco, disposti a secco e opportunamente inerbiti al fine di migliorarne l'inserimento paesaggistico. All'imbocco del canale invece è previsto un tratto costituito da una tubazione interrata che sarà posata sotto la pista esistente che sarà mantenuta al fine di garantire il transito dei mezzi.

Pertanto il presente studio idrologico è finalizzato a fornire i valori di portata necessari al dimensionamento e alla verifica delle sezioni prevista per la sistemazione del il rivo di cui sopra. La verifica idraulica è riportata nell'elaborato specifico denominato "GS2020 0130 03 01 R 0 - Relazione idraulica".

Per il progetto in questione, non si ravvisano ulteriori situazioni che determinino interferenze significative con il reticolo idrografico e che pertanto necessitino di valutazione idrologica e successiva verifica idraulica.

2 DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI PREVISTI

2.1 GENERALITÀ

Allo stato di fatto la stazione di valle della sciovia esistente si inserisce in un contesto morfologico ed idrologico particolare caratterizzato dalla presenza:

- di un laghetto naturale a nord-est;
- un'area umida con altri piccoli specchi d'acqua ad est, sud-est;
- un piccolo corso d'acqua, emissario dal laghetto naturale, che alimenta l'area umida.

Il corso d'acqua è di modeste dimensioni ed attraversa la pista da sci poco a valle rispetto alla stazione motrice della sciovia esistente.

Per una lunghezza di circa 4 metri in uscita dal laghetto è intubato per consentire il passaggio della strada di servizio.

Nel laghetto naturale risultano convogliate anche le acque di scorrimento superficiale provenienti da una parte delle piste n.11 e n.12 sicché in occasione degli eventi piovosi più intensi, esauritosi l'effetto di laminazione del laghetto, tutto il flusso idrico scorre verso l'area umida attraverso il suddetto corso d'acqua.

Durante il periodo invernale a causa delle basse temperature le acque presenti sull'area gelano e il sedime del rio viene coperto dalla neve naturale o dalla neve artificiale prodotta per la preparazione delle piste da sci. Solo in primavera, con lo scioglimento del ghiaccio, l'acqua torna a scorrere nel rio.

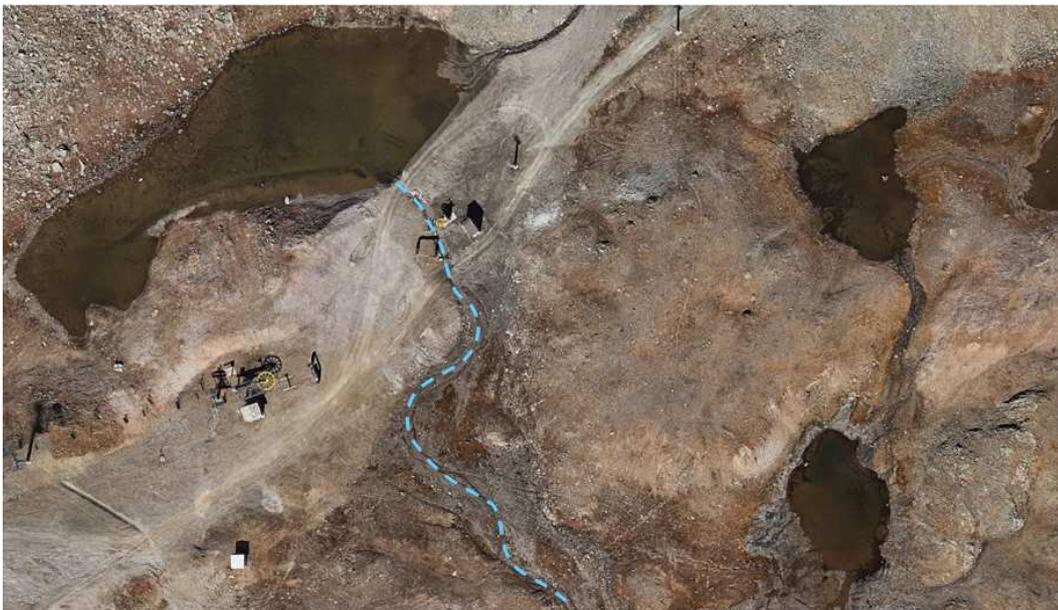


Figura 2-1 PLANIMETRIA RIVO OGGETTO DI SISTEMAZIONE



Figura 2-2 VISTA RAVVICINATA DEL RIO EMISSARIO DEL LAGHETTO NATURALE

Si prevede che tutte le opere funiviarie ed edili della nuova seggiovia siano collocate a monte del rio che allo stato di progetto mantiene il suo percorso naturale collocandosi tra i tornelli di controllo degli accessi ed i cancelletti cadenziatori posti prima dell'imbarco sulla nuova seggiovia.

Considerata la presenza del tappeto di allineamento, onde evitare che in caso di esondazione tutta la fossa venga allagata d'acqua, il progetto prevede l'attuazione di un intervento di regimazione idraulica così strutturato:

- aumento della sezione idraulica della tubazione posta sotto la strada di servizio esistente (e mantenimento della strada);
- formazione degli argini mediante posa in opera di massi ciclopici reperiti sul posto;

Durante il periodo invernale lungo il tratto di rio compreso tra il portale dei tornelli skipass e i cancelletti di ingresso al piano di imbarco, verrà posto in opera un tavolato amovibile per facilitare le operazioni di preparazione e gestione della pista di ingresso degli sciatori.

Il disegno 0130.05.01.D illustra le opere previste, nella relazione 0130.03.01.R è riportato il dimensionamento della sezione idraulica del rio e della tubazione posta sotto il sedime della pista di servizio.

3 ANALISI IDROLOGICA

Lo studio delle caratteristiche idrologiche del bacino a monte della stazione di valle del nuovo impianto è finalizzato alla valutazione delle portate di piena di assegnata probabilità di accadimento (sintetizzata nel parametro tempo di ritorno), indispensabili ai fini del corretto dimensionamento della tubazione posta sotto la strada di servizio esistente e della sezione idraulica del rio oggetto di sistemazione e della successiva verifica di compatibilità idraulica.

Le specifiche fasi operative possono essere così sintetizzate:

- Inquadramento generale con schematizzazione idrografica di riferimento del settore oggetto dello studio.
- Identificazione e delimitazione dei bacini sottesi per la sezione di chiusura predefinita (in corrispondenza dell'imbocco della tubazione posta sotto la strada esistente dal laghetto ubicato a monte della stazione di valle) e determinazione di tutte le relative caratteristiche morfologiche (area, pendenza, quota massima, minima e media, ecc.).
- Determinazione delle linee segnalatrici di possibilità pluviometrica (L.S.P.P.) per assegnati tempi di ritorno. Per le LSPP l'assunzione della legge $h = k a t^n$ può ritenersi valida, con k in funzione del tempo di ritorno e coefficienti "a" e "n" desunti dalla regionalizzazione delle precipitazioni intense;
- Calcolo delle portate di piena: data la modesta estensione del bacino esaminato (superficie inferiore a 10 Km²) può ritenersi sufficiente la metodologia basata sulla formula razionale, a fronte di un'adeguata stima del tempo di corrivazione del bacino.

3.1 INQUADRAMENTO TERRITORIALE

La zona oggetto della presente analisi è rappresentata da un bacino idrografico avente la sezione di chiusura a quota 2864,00 m s.l.m., in corrispondenza dell'imbocco della tubazione posta sotto la strada di servizio esistente.

Nella figura seguente si riporta graficamente il bacino individuato e la sezione di chiusura rappresentata con una croce rossa. Si riportano nel seguito anche i parametri del bacino

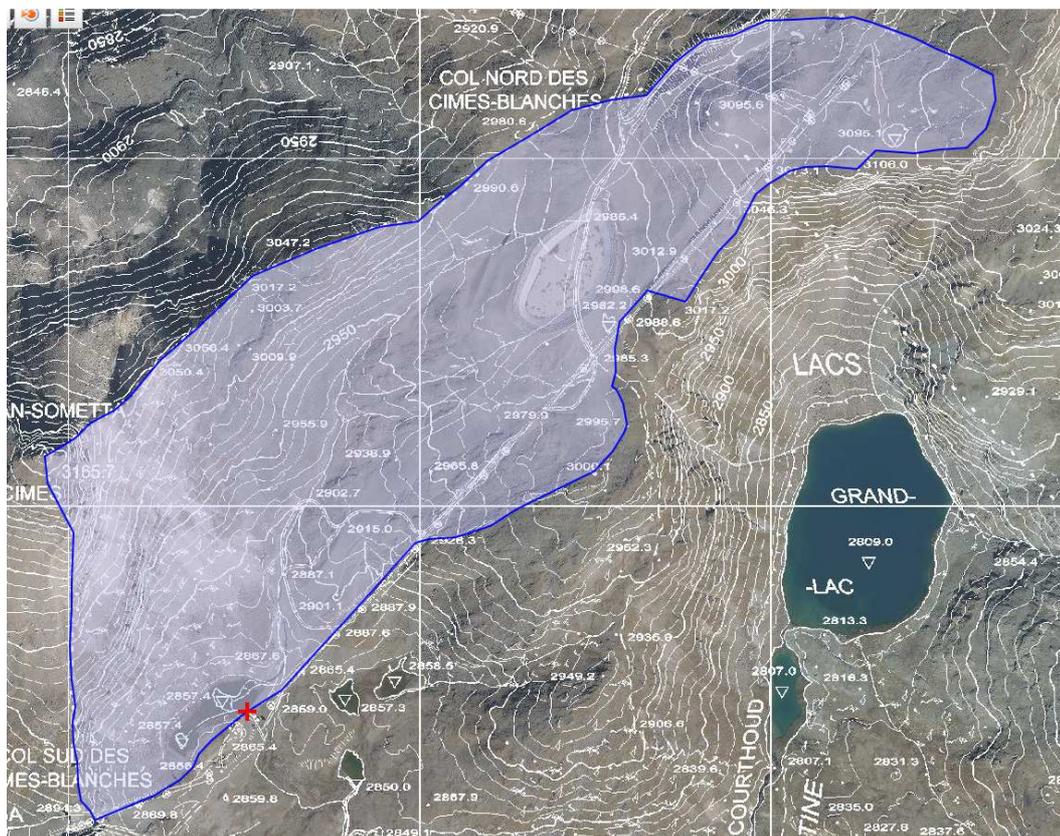


Figura 3-1 BACINO IDROGRAFICO

3.2 DETERMINAZIONE PARAMETRI MORFOMETRICI

Per il bacino in esame sono stati determinati i seguenti parametri:

Area sottesa A [km^2], misurata dal limite dello spartiacque sino alla sezione di chiusura.

Lunghezza dell'asta principale L [km], che drena il bacino analizzato, dal punto in cui si concentrano i deflussi in un solco "ordinato", desunto dall'analisi delle carte e verificato criticamente, sino alla sezione di chiusura.

Quota massima del bacino h_{max} [m s.l.m.], intesa come il dislivello rispetto al livello del mare del punto più elevato del bacino.

Quota della sezione di chiusura h_0 [m s.l.m.], individuato in questo specifico caso alla quota d'inizio dell'intubamento.

Altitudine media h_m del bacino [m s.l.m.], calcolata suddividendo la superficie A in aree parziali A_j comprese tra due curve di livello e assegnando a ciascuna area A_j una quota media h_j pari alla media delle quote delle due curve di livello che la delimitano. L'altitudine media h_m del

bacino è stata ottenuta quindi come media pesata delle quote medie h_j con peso la superficie parziale:

$$h_m = \frac{\sum A_j \cdot h_j}{\sum A_j}$$

dove:

A_j aree comprese fra le curve di livello con equidistanza 50 m

h_j quota media dell'area A_j

Il valore dell'altitudine media è grandezza utile per alcune significative deduzioni intorno al tempo di corrivazione o concentrazione delle portate nella sezione considerata.

Nelle seguenti tabelle si riporta i dati utilizzati per la determinazione dell'altezza media del bacino evidenziando la distribuzione delle superfici nelle diverse fasce altimetriche:

CALCOLO DELL'ALTEZZA MEDIA DEL BACINO					
<u>ai (mq)</u>	<u>ai (kmq)</u>	<u>Hi max</u>	<u>Hi min</u>	<u>Hi (m)</u>	<u>ai (kmq)*Hi</u>
690	0,00069	3104	3100	3102	2,14
33114	0,033114	3100	3050	3075	101,83
85796	0,085796	3050	3000	3025	259,53
210260	0,21026	3000	2950	2975	625,52
99783	0,099783	2950	2900	2925	291,87
71158	0,071158	2900	2864	2882	205,08
<u>$\Sigma A_j =$</u>				0,50	<u>kmq</u>
<u>$(\Sigma A_j * h_j) / \Sigma A_j =$</u>				2967,18	<u>m</u>

Figura 3-2 CALCOLO DELL'ALTEZZA MEDIA DEL BACINO

L'altitudine media h_m è una quota riferita al livello del mare mentre l'altezza media H_m è riferita alla quota della sezione di chiusura. Tra l'altezza media e l'altitudine media sussiste pertanto la seguente relazione:

$$H_m = h_m - h_0$$

La determinazione dell'altitudine media può essere semplificata costruendo la curva ipsografica che fornisce la distribuzione delle superfici nelle diverse fasce altimetriche.

Ogni punto della suddetta curva ha come ordinata un valore di quota h_j e come ascissa la superficie parziale del bacino A_j posta al di sopra della quota considerata.

Ovviamente alla quota massima corrisponde una superficie nulla mentre, alla quota minima, che è quella della sezione di chiusura, corrisponde la superficie dell'intero bacino. L'area racchiusa dalla curva ipsografica e dagli assi coordinati, tenuto conto delle unità di misura

utilizzate, rappresenta il volume del rilievo. La suddetta area rapportata alla superficie del bacino fornisce il valore dell'altitudine media.

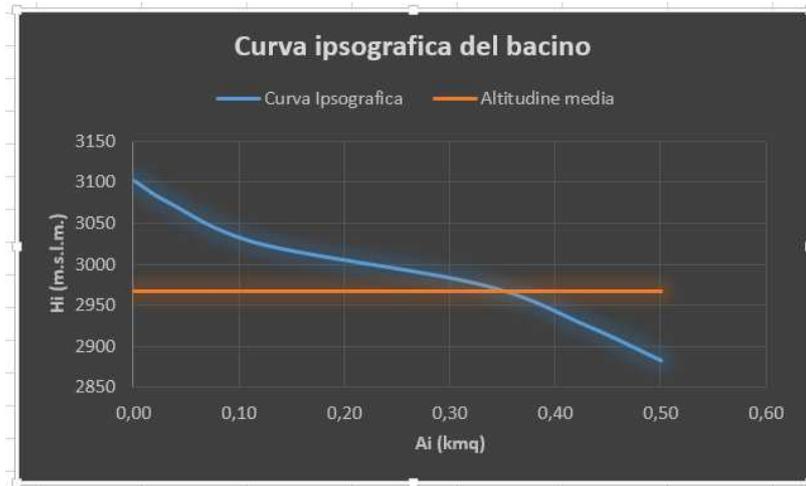


Figura 3-3 GRAFICO CURVA IPSOGRAFICA DEL BACINO

La pendenza media dei versanti, che condiziona il valore della velocità di ruscellamento, è stata determinata come media ponderale delle pendenze delle singole bande delimitate dalle isoipse individuate sulla carta, mediante la seguente formula:

$$i_v = e \cdot \frac{\sum L_i}{A}$$

dove:

- e equidistanza altimetrica scelta delle curve di livello
- Li lunghezza delle curve di livello con equidistanza 50m
- A area complessiva del bacino

CALCOLO PENDENZA MEDIA DEI VERSANTI			
Curva di livello	Lunghezza curva di livello Li (m)	Equidistanza curve di livello e (m)	Li*e
3100	62	50	3100
3050	567	50	28350
3000	1229	50	61450
2950	1257	50	62850
2900	868	50	43400
ΣLi*e =			199150
Area Bacino (mq) =			500801
Pendenza media dei versanti iv (%) =			40%

Figura 3-4 CALCOLO PENDENZA MEDIA DEI VERSANTI

Un'altra caratteristica del bacino che può avere un certo interesse in relazione con il comportamento idraulico è il fattore di forma, denominato anche indice di compattezza, che rappresenta la distribuzione planimetrica della superficie; esso è stato calcolato mediante la formula di Gravelius seguente:

$$Rk = 0.28P/\sqrt{A}$$

che rappresenta il rapporto fra il perimetro P del bacino e la circonferenza del cerchio avente una superficie pari a quella A del bacino. Gli indici di forma assumono valori tanto più prossimi all'unità quanto più raccolta, o rotondeggiante, è la forma del bacino; nel caso in esame l'indice è maggiore di 1 a conferma della forma allungata del bacino stesso. La forma planimetrica del bacino condiziona alcuni fenomeni idrologici che in esso si verificano come, per esempio, i tempi di trasferimento delle gocce di pioggia cadute sul bacino.

CALCOLO FATTORE DI FORMA DEL BACINO		
Area del bacino	kmq	0,5
Perimetro del bacino	km	3,423
Raggio circonferenza cerchio con uguale area del bacino	km	0,399
Circonferenza cerchio con uguale area del bacino	km	2,506
Fattore di forma del bacino	[-]	1,36

Figura 3-5 CALCOLO FATTORE DI FORMA DEL BACINO

La pendenza dell'asta torrentizia [%] è stata determinata mediante la semplice formula:

$$im = (Hmax - Ho) / L$$

Per calcolare la pendenza dell'asta torrentizia [%] è stata misurata la lunghezza dell'asta torrentizia del bacino che è risultata pari a 1.315 Km.

CALCOLO PENDENZA ASTA TORRENTIZIA		
Hmax (quota massima)	m slm	3104
Ho (quota sezione di chiusura)	m slm	2864
L (lunghezza asta torrentizia)	m	1315
im (pendenza asta torrentizia)	%	18,25%

Figura 3-6 CALCOLO PENDENZA ASTA TORRENTIZIA

Nella figura seguente si riporta l'asta torrentizia individuata (colore BLU). Nella figura sono riportate anche le curve di livello assunte per le calcolazioni di cui sopra.

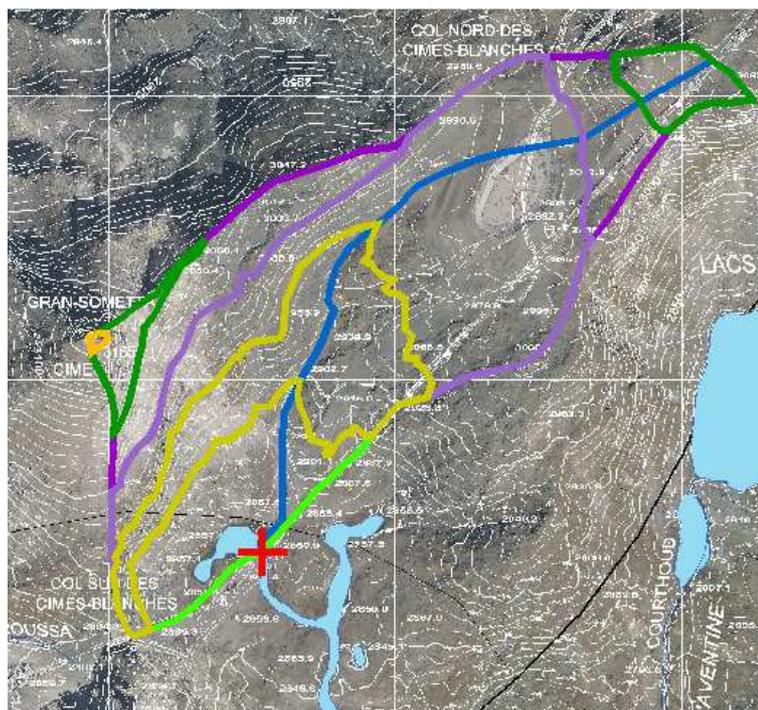


Figura 3-7 ASTA TORRENTIZIA E CURVE DI LIVELLO

La pendenza media del corso d'acqua è invece stata ottenuta come media armonica:

$$\sqrt{i_a} = \frac{L}{\sum \frac{l_k}{\sqrt{i_k}}}$$

avendo suddiviso l'asta in k tratti con pendenza i_k e lunghezza complessiva L. Tale metodo risulta tanto più valido ed accurato tanto maggiore è la discretizzazione dei punti costituenti il profilo longitudinale dell'asta torrentizia.

CALCOLO PENDENZA MEDIA DEL CORSO D'ACQUA			
L (lunghezza asta torrentizia)		m	1315
Lunghezza tratto	Pendenza tratto	m slm	m slm
lk (m)	ik		
323	11,15%	2864	2900
326	15,34%	2900	2950
400	12,50%	2950	3000
118	42,37%	3000	3050
146	30,82%	3050	3095
Pendenza media del corso d'acqua			27,07%

Figura 3-8 PENDENZA MEDIA DEL CORSO D'ACQUA

Tempo di corrivazione, definito come quello necessario affinché una particella d'acqua possa giungere dai punti più lontani del bacino alla sezione fluviale considerata ed è da ritenersi in teoria costante per quella determinata sezione. Il calcolo del tempo di corrivazione è stato effettuato con la formula di Giandotti che presenta la forma seguente:

$$t_c = \frac{4\sqrt{A} + 1.5L}{0.8\sqrt{H_m - H_0}} \text{ (ore)}$$

dove:

A = area del bacino (km²)

L = lunghezza dell'asta principale del corso d'acqua (in km)

H_m = quota media del bacino

H₀ = quota della sezione di chiusura (in m s.l.m.)

Si fa notare da ultimo come la determinazione delle sopra dette grandezze fisiche ed idrologiche risulti la base fondamentale per l'approccio ai vari metodi di stima delle portate di piena. Risulta quindi chiaro come sia stata importante la valutazione di tali parametri che, stando alla base di tutte le elaborazioni successive, sono stati tarati con particolare cura e attenzione.

Alcuni dei principali parametri morfologici del bacino, derivati dalle precedenti elaborazioni, sono i seguenti:

DATI BACINO		
Superficie bacino A	kmq	0,5
Perimetro P	km	3,423
Lunghezza asta principale L	km	1,315
Quota media del bacino H _m	m slm	2967,18
Quota sezione di chiusura H ₀	m slm	2864
Pendenza media versanti \bar{i}_v	%	40%
Pendenza media corso d'acqua \bar{i}_a	%	27,07%
Fattore forma F	-	1,36

Figura 3-9 PARAMETRI MORFOMETRICI PRINCIPALI DEL BACINO

3.3 USO DEL SUOLO

Le tipologie di suolo rivestono una grande rilevanza per la valutazione del grado di permeabilità del bacino idrografico e quindi nella maggiore o minore propensione a trasformare gli afflussi idrici sul bacino in deflussi nella rete idrografica sottesa.

L'analisi relativa all'uso del suolo mette in evidenza quindi la localizzazione e la diffusione dei diversi tipi di copertura all'interno del bacino idrografico, ottenendo una classificazione sulla base delle categorie solitamente utilizzate per l'analisi idrologica dei bacini alpini.

Per il bacino in questione, a seguito dei sopralluoghi effettuati e dall'analisi dei risultati delle indagini geotecniche e della cartografia si è valutato che, pur essendo presenti situazioni di uso del suolo differenti, da un punto di vista del coefficiente di deflusso idrologico, l'area presenta caratteristiche omogenee, caratterizzate dalla presenza di un uno strato sottile di suolo su substrato roccioso.

Per tale motivo si assumerà un coefficiente di deflusso unico per l'intera area.

3.4 DETERMINAZIONE DELLA PORTATA DI PROGETTO

Per la trasformazione in portate delle osservazioni pluviometriche, si è mostrata la necessità di fare ricorso a metodi indiretti di valutazione, ricorrendo alle curve di possibilità pluviometrica di seguito indicate.

3.4.1 Linea di probabilità pluviometrica

Nell'ambito di eventi piovosi con precipitazione continua, si osserva che l'intensità della pioggia diminuisce col crescere della durata dell'evento. L'altezza di precipitazione è dunque associata ad un tempo di ritorno e ad una durata dell'evento pluviometrico, secondo la seguente relazione di calcolo:

$$h = k_t \cdot a \cdot t^n$$

dove:

h altezza di precipitazione (in mm) riferita ad una stazione pluviometrica

kt coefficiente di crescita funzione del tempo di ritorno

t durata della precipitazione (in ore)

a pioggia indice (mm)

n parametro di forma

I coefficienti necessari per la stima delle altezze di precipitazione sono stati desunti dall'Analisi regionale delle precipitazioni, utilizzando il WebGis relativo alla regionalizzazione delle precipitazioni intense del Centro Funzionale della R.A.V.A.; nello specifico il programma consente, inserendo le coordinate del punto di interesse, di avere il dato puntuale dei parametri a e n, e i valori di kt in funzione del tempo di ritorno.

Riportiamo di seguito un estratto dei dati ottenuti dalle analisi delle precipitazioni e le relative curve di possibilità pluviometrica:

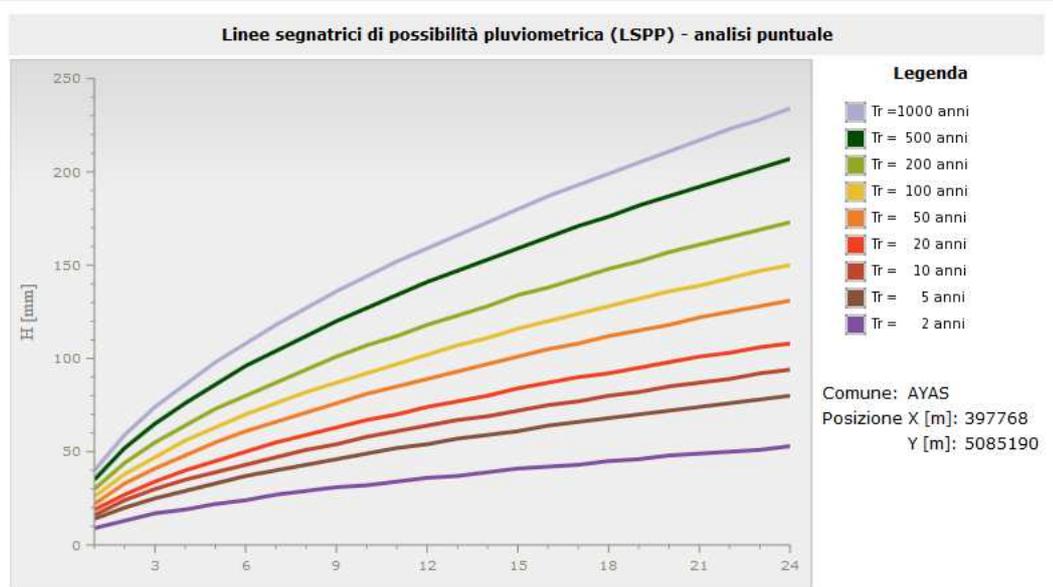


Figura 3-10 GRAFICO LSPP - ANALISI PUNTUALE

CENTRO FUNZIONALE REGIONE AUTONOMA VALLE D'AOSTA
 Presidenza della Regione
 Dipartimento Protezione Civile e Vigili del fuoco

Linee segnalatrici di possibilità pluviometrica (LSPP) - analisi puntuale - PARAMETRI

Formula per determinare l'altezza di precipitazione nel punto selezionato in funzione del tempo di ritorno:
 $h = Kt * a * d^n$

Nota: la durata è espressa in ore o frazioni di ora (esempio: 45 minuti equivale a 0,75 ore).

Punto selezionato

Comune: AYAS

Posizione X[m]:397776 - Y[m]:5085185

Parametri a:10.98783 - n:0.555425

Tabella (Tempo di ritorno - Kt):

TR[anni]	Kt
2	0.82
5	1.24
10	1.46
20	1.69
50	2.04
100	2.34
200	2.70
500	3.22
1000	3.64

Figura 3-11 PARAMETRI LSPP - ANALISI PUNTUALE

Sostituzione della sciovia "Gran Sometta" con una seggiovia esaposto ad ammortamento temporaneo dei veicoli fra i comprensori sciistici di Valtournenche e Breuil-Cervinia

Tr[anni]	d[ore]=20	d[ore]=40	d[ore]=50	d[ore]=1	d[ore]=2	d[ore]=3	d[ore]=4	d[ore]=5	d[ore]=6	d[ore]=7	d[ore]=8	d[ore]=9	d[ore]=10	d[ore]=11
2	5	7	8	9	13	17	19	22	24	27	29	31	32	34
5	7	11	12	14	20	25	29	33	37	40	43	46	49	52
10	9	13	14	16	24	30	35	39	43	47	51	54	58	61
20	10	15	16	19	27	34	40	45	50	55	59	63	67	70
50	12	18	20	22	33	41	48	55	61	66	71	76	81	85
100	14	21	23	26	38	47	56	63	70	76	82	87	92	97
200	16	24	26	30	44	55	64	73	80	87	94	101	107	112
500	19	28	31	35	52	65	76	86	96	104	112	120	127	134
1000	22	32	35	40	59	74	86	98	108	118	127	136	144	152

Tr[anni]	d[ore]=12	d[ore]=13	d[ore]=14	d[ore]=15	d[ore]=16	d[ore]=17	d[ore]=18	d[ore]=19	d[ore]=20	d[ore]=21	d[ore]=22	d[ore]=23	d[ore]=24
2	36	37	39	41	42	43	45	46	48	49	50	51	53
5	54	57	59	61	64	66	68	70	72	74	76	78	80
10	64	67	69	72	75	77	80	82	85	87	89	92	94
20	74	77	80	84	87	90	92	95	98	101	103	106	108
50	89	93	97	101	105	108	112	115	118	122	125	128	131
100	102	107	111	116	120	124	128	132	136	139	143	147	150
200	118	123	128	134	138	143	148	152	157	161	165	169	173
500	141	147	153	159	165	171	176	182	187	192	197	202	207
1000	159	166	173	180	187	193	199	205	211	217	223	228	234

Figura 3-12 RISULTATI LSPP - ANALISI PUNTUALE

3.4.2 Calcolo della portata con il metodo razionale

Il metodo razionale, affermatosi a partire dal secolo scorso, fa parte dei cosiddetti Metodi deterministici, limitato alla determinazione delle portate in bacini di modesta estensione, generalmente con superficie inferiore a 10 kmq. La situazione in esame, quindi, si adatta bene all'applicazione di tale metodo. Esso comporta comunque alcune approssimazioni che possono essere ricondotte essenzialmente a considerare:

- precipitazione uniforme su tutto il bacino
- intensità della precipitazione costante per tutta la durata dell'evento
- trasformazione lineare dell'afflusso in deflusso, quindi assenza di fenomeni di immagazzinamento lungo la rete idrografica
- pari tempo di ritorno per precipitazione responsabile dell'evento e portata di piena conseguente.
- la portata al colmo deriva dalla formula:

$$Q = k \cdot C \cdot i \cdot A$$

in cui:

A rappresenta la superficie del bacino in km²

i l'intensità di pioggia responsabile della piena (riferita al tc)

C il coefficiente adimensionale del trasferimento afflussi-deflussi

K fattore che tiene conto delle diverse unità di misura (pari a 0,278)

Essenziale per l'applicazione di tale Metodo è il calcolo del tempo di corrivazione t_c ; con le semplificazioni adottate per il metodo razionale si assume infatti che per una pioggia di durata $T_p > T_c$ il massimo deflusso si ha dopo un tempo equivalente al tempo di corrivazione caratteristico del bacino.

Il percorso che un'ipotetica particella d'acqua può effettuare entro un bacino idrografico è costituito da tratti iniziali su versante, allorché la pioggia si raccoglie in rigagnoli, e da tronchi di rete idrografica in cui il deflusso viene incanalato.

Lo spostamento verso la sezione di chiusura del bacino avviene con tempi dipendenti dalla natura delle superfici e dalle caratteristiche idrauliche dei tronchi d'alveo.

Il calcolo del tempo di corrivazione è stato effettuato secondo la formula di GIANDOTTI ed assume per il bacino in oggetto un valore pari 0,59 ore.

Sulla base dei dati così ottenuti si è potuto quindi determinare l'altezza di pioggia critica (h_c) e la relativa intensità critica (i_c), i cui valori relativi ai T_r sono riportati nella seguente tabella dove h_c è l'altezza di pioggia critica (mm) e i_c è l'intensità di pioggia critica (mm/h).

PREVISIONE QUANTITATIVA DELLE PIOGGE INTENSE				
Curva di probabilità pluviometrica	$h(t) =$ massima precipitazione in mm al tempo T			
$h = k_i \cdot a \cdot t^n$	$t =$ tempo di progetto (ore) = tempo di corrivazione			
	$a =$ fattore della curva relativo ad un determinato T_r			
	$n =$ esponente della curva relativo ad un determinato T_r			
	$k_t =$ coefficiente di crescita			
$T_r =$ tempo di ritorno (20-100-200-500-1000 anni)				
Valori coefficiente k in funzione del tempo di ritorno (Cfr. Regionalizzazione precipitazioni intense)				
T_r 20	T_r 100	T_r 200	T_r 500	T_r 1000
1,69	2,34	2,7	3,22	3,66
Valori a e n (Cfr. WebGis Regionalizzazione)				
a			10,98783	
n			0,555425	
MASSIMA PRECIPITAZIONE PROBABILE				
T_r	$h(t)$ [mm]	i_c [mm/h]	$h(t) =$ massima precipitazione in mm al tempo t	
20	13,863	23,46	$t =$ tempo di progetto (ore) = tempo di corrivazione	
100	19,195	32,49	[ore]	
200	22,148	37,49	$T_r =$ tempo di ritorno	
500	26,413	44,71	$i_c =$ Intensità di pioggia critica (h_t/T_c)	
1000	30,023	50,82		

Figura 3-13 ALTEZZA DI PIOGGIA CRITICA E INTENSITÀ DI PIOGGIA CRITICA PER IL BACINO ESAMINATO

3.4.2.1 Coefficiente di deflusso

Il coefficiente C è un altro importante parametro per l'applicazione del metodo razionale; esso rappresenta infatti la funzione di trasferimento afflussi-deflussi che, per approssimazione, viene assunta come lineare. Il suo valore varia a seconda del tipo di copertura del suolo e della litologia del bacino (la scala va da 0 a 1 in senso crescente rispetto all'impermeabilità).

Avendo il bacino oggetto di studio una tipologia simile in tutta l'area, costituita sostanzialmente da strati di suolo sottile l di sopra di ammassi rocciosi, come appurato dalle analisi geotecniche effettuate in sito e cui si rimanda per approfondimenti, il valore è stato ricavato facendo riferimento alla seguente tabella. Il coefficiente di deflusso assunto è pari a 0,5.

Coefficienti di deflusso raccomandati da Handbook of Applied Hydrology, Ven Te Chow, 1964

Tipo di suolo	c	
	Uso del suolo	
	Coltivato	Bosco
Suolo con infiltrazione elevata, normalmente sabbioso o ghiaioso	0,20	0,10
Suolo con infiltrazione media, senza lenti argillose; suoli limosi e simili	0,40	0,30
Suolo con infiltrazione bassa, suoli argillosi e suoli con lenti argillose vicine alla superficie, strati di suolo sottile al di sopra di roccia impermeabile	0,50	0,40

Figura 3-14 TABELLA COEFFICIENTI DI DEFLUSSO SPERIMENTALI

3.4.2.2 Stima delle portate di progetto

Applicando la formula per il calcolo della portata del metodo razionale, con calcolo del Tc con la formula di Giandotti, si ottengono i seguenti valori di portata massima al colmo in corrispondenza delle sezioni di chiusura considerate e con tempi di ritorno di 20, 100, 200, 500 e 1000 anni.

Di seguito si riporta la scheda riassuntiva della stima condotta con l'applicazione del metodo razionale, i cui valori di portata verranno utilizzati per le successive fasi di dimensionamento e verifica delle opere in progetto.

PORTATE DI MASSIMA		
Metodo formula razionale		
$Qc(TR)=0.28 \cdot Cd \cdot (h(d,TR)/tc) \cdot A$		
Qc	Portata al colmo [mc/s]	
c	0,5	coefficiente di deflusso
h (t)	massima precipitazione in mm al tempo t	
S	0,5	Superficie bacino [kmq]
Tc	0,59	Tempo di corrivazione [ore]
I ts	20%	Incremento per trasporto solido [%]
Qcts	Portata al colmo con trasporto solido [mc/s]	
Tr	Tempo di ritorno [ore]	
Tempo di ritorno	Portata di piena	Portata di piena incrementata per trasporto solido
Tr [ore]	Qc(Tr) [mc/s]	Qcts(Tr) [mc/s]
20	1,64	1,97
100	2,27	2,73
200	2,62	3,15
500	3,13	3,76
1000	3,56	4,27

Figura 3-15 PORTATE AL COLMO STIMATE CON IL METODO RAZIONALE PER I DIVERSI TEMPI DI RITORNO

I valori che dovranno essere utilizzati per il dimensionamento delle opere sopra citate sono quelli evidenziati in neretto, che corrispondono ai valori di portata al colmo incrementati di un

20% per tener conto qualitativamente di un incremento di portata per la presenza di trasporto solido.

Si precisa inoltre che nella valutazione delle portate di progetto, a favore di sicurezza è stato trascurato l'effetto di laminazione del lago artificiale e del laghetto naturale presente all'interno dell'area del bacino.